

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇOKLUBAĞLANTI-HATTI ÜZERİNDE
MİKRODENETLEYİCİLER ARACILIĞIYLA
BİLGİSAYARLAR ARASI HABERLEŞME**

85044

Bilgisayar Müh. İlker KINACI

85044

**F.B.E. Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Anabilim Dalı Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİSTON MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Doç. Kırkor HARUTUNYAN

Üye Doç. Dr. Selim AKY. KURŞ Selim Akşen
Üye Prof. Dr. Oruç Bilgiç Oruç Bilgiç

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. VERİ HABERLEŞMESİ	2
2.1 Dağıtık Sistem Mimarisi	2
2.1.1 Haberleşme ağı sınıflandırması	2
2.2 Veri İletim Araçları	4
2.2.1 Çift-Tel (Two-wire) veri iletim hattı	4
2.2.2 Burulmuş tel çifti (Twisted Pair) veri iletim hattı	5
2.2.3 Koaksiyel veri iletim hattı	5
2.2.4 Optik fiber	6
2.2.5 Mikrodalgalar	6
2.3 Sinyal Tipleri	7
2.3.1 RS-232C/V.24	7
2.3.2 RS-422/V.11	8
2.3.3 Veri yolu sürücüler	10
3. VERİ İLETİMİ (DATA TRANSMISSION)	14
3.1 Veri İletiminin Temelleri	14
3.1.1 Paralel ve seri iletim	14
3.1.2 Haberleşme modları	16
3.1.3 İletim (Transmission) modları	16
3.1.3.1 Asenkron iletim	17
3.1.3.2 Senkron iletim	19
3.1.4 İletim hata kontrolü	20
3.1.4.1 Eşlik (Parity) kontrolü	21
3.1.4.2 Blok toplamı (Block Sum) kontrolü	23
3.1.4.3 Akış Kontrolü	23
3.1.5 Haberleşme protokolleri	24
4. HABERLEŞME STANDARTLARI	25
4.1 ISO Referans Modeli	25
4.2 Standart Organizasyonları	27
4.2.1 EIA (The Electronic Industries Association)	27

4.2.2	CCITT (The Consultative Committee in International).....	29
4.2.3	ISO ve ANSI	29
4.2.4	IEEE (American Institution of Electrical and Electronic Engineers).....	29
5.	YEREL VERİ AĞLARI (LOCAL AREA DATA NETWORKS, LAN) ..	30
5.1	Temel Kavramlar	30
5.1.1	Topoloji.....	30
5.1.2	İletim araçları.....	32
5.1.3	Erişim kontrol yöntemleri.....	32
5.1.3.1	CSMA/CD.....	33
5.1.3.2	Kontrol token	34
5.1.3.3	Boşluklu halka (Slotted Ring)	36
6.	ORTAK HAT ÜZERİNDE HABERLEŞME	38
6.1	Bağımsız Ünite - Ortak Hat Bağlantıları	41
6.2	Bağımsız Ünitelerin Haberleşme Yazılımları	45
7.	SONUÇLAR	53
KAYNAKLAR.....		54
ÖZGEÇMİŞ		55

KISALTMA LİSTESİ

ANSI	American National Standards Institute
CCITT	Consultative Committee of the International Telegraph and Telephone
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
DNA	Digital Network Architecture
DTE	Data Terminal Equipment
EIA	Electrical Industries Association
IEEE	American Institution of Electrical and Electronic Engineers
ISO	International Standards Organisation
LAN	Local Area Network
OSI	Open Systems Interconnection
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PDX	Private Digital Exchanges
PSDN	Public Switched Data Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
SNA	System Network Architecture
TTL	Transistor Transistor Logic
WAN	Wide Area Networks

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	RS232C/V.24 sinyal seviyeleri.....	8
Şekil 2.2	RS422/V.11 sinyal seviyeleri.....	9
Şekil 2.3	Aktif yukarı çekme (Pull-up) bağlantı şeması.....	11
Şekil 2.4	Aktif aşağı çekme (Pull-down) bağlantı şeması.....	11
Şekil 2.5	Totem-Pole bağlantı şeması	11
Şekil 2.6	Akım sürücüsü bağlantı şeması	12
Şekil 3.1	Paralel iletim.....	15
Şekil 3.2	Seri iletim	15
Şekil 3.3	Asenkron iletim	18
Şekil 3.4	Senkron iletim	20
Şekil 3.5a	Karakter paritesi	21
Şekil 3.5b	XOR doğruluk tablosu.....	22
Şekil 3.5c	Parite hesaplama devresi.....	22
Şekil 3.6	Blok toplamı kontrolü.....	23
Şekil 4.1	ISO referans modeli genel yapısı	26
Şekil 4.2	Protokol katmanları	28
Şekil 5.1a	Yıldız topolojisi	30
Şekil 5.1b	Halka topolojisi	31
Şekil 5.1c	Bus topoloji.....	31
Şekil 5.2	CSMA/CD de çarpışma olayının algılanması	34
Şekil 5.3a	Token ring.....	35
Şekil 5.3b	Token bus	35
Şekil 5.4a	Bir paket slotunun bit tanımlamaları	36
Şekil 5.4b	Boşluklu halka genel topolojisi.....	37
Şekil 6.1	RS-485 Seviye dönüştürücülerin bağlantı şeması.....	45
Şekil 6.2	Ana program çevrimi	47
Şekil 6.3	Veri yollama programı	49
Şekil 6.4	Veri alma programı.....	50
Şekil 6.5	DS-5000 - bilgisayar arası bağlantı şeması	52

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Bazı RS-485 sürücü türleri ve özellikleri	13
Çizelge 6.1	Bilgisayar seri haberleşme portu bağlantıları	41
Çizelge 6.2	Veri transfer hızı belirlemede kullanılan değerler	42
Çizelge 6.3	Kesme izin durumu saklayıcısı bit fonksiyonları	43
Çizelge 6.4	Kesme adlandırma saklayıcısı bit fonksiyonları	43
Çizelge 6.5	Veri hattı kontrol saklayıcısı bit fonksiyonları	43
Çizelge 6.6	MODEM kontrol saklayıcısı bit fonksiyonları	44
Çizelge 6.7	Hat durum saklayıcısı bit fonksiyonları	44
Çizelge 6.8	MODEM durum saklayıcısı bit fonksiyonları	44



ÖNSÖZ

Teknoloji ile paralel olarak haberleşme teknikleri ve ihtiyaçları giderek gelişmektedir. Özellikle endüstriyel ortamlarda kontrol birimlerinin gösterdiği çeşitlilik, bunlar arasında güvenilir bir veri iletişim sistemine olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu tez kapsamında, endüstriyel ortamlar için çağın gereklerine uygun özel amaçlı bir veri haberleşme sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

Başta, üniversiteye başladığım ilk yıldan bu yana bizlere iyi bir mühendis olmayı öğreten ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen bölüm başkanımız sayın Prof. M. Yahya KARSLIGİL'e, öğrencilik yıllarımda ve bu proje süresince engin bilgi ve deneyimlerinden yararlanma imkanı bulduğum tez danışmanım sayın Doç. Kirkor HARUTUNYAN'a, proje konusunun bulunması ve yürütülmesi süresince bana her konuda yardımda bulunan Arş. Gör. Ahmet T. HAKTANIR'a ve Arş. Gör. A. Gökhan YAVUZ'a ve her türlü katkılarından dolayı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Bölümü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Endüstride çok çeşitlilikler gösteren özel amaçlı kontrol sistemlerinin en önemli gereksinimlerinden biri, birimler arasında güvenilir bir veri iletişim standardının varlığıdır. Endüstri geliştikçe, kontrol sistemlerindeki veri iletim problemleri daha da artmaktadır. İlkel sistemlerde çok daha basit devreler kullanılarak gerçekleştirilebilen veri iletimi, sistemler geliştikçe daha karmaşık hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında, endüstriyel ortamlarda bilgisayarlar, mikrodenetleyiciler, programlanabilir lojik denetleyiciler ve nümerik kontrol ünitelerinden oluşan dağıtık kontrol sistemlerinde, birimler arasında güvenli olarak bilgi iletiminin sağlanabileceği bir ortak veri iletim hattı ile bu hat üzerinde çalışacak haberleşme standardı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Veri hattı, uygun hızlarda çalışabilecek, düzgün hat empedansına sahip, gürültüden yalıtılmış, uzun mesafeler boyunca hatasız veri iletimini sağlayabilecek nitelikte ve yarı-çift yönlü (half-duplex) olarak tasarlanmıştır. Haberleşme standardını oluştururken ise, hatasız veri iletimini sağlayabilecek güvenilir bir protokol hedeflenmiştir. Endüstriyel ortamlarda elektriksel ve manyetik gürültü kaçınılmazdır. Veri hattı gürültüden ne kadar yalıtılmış olursa olsun, veriler her zaman bozulma tehlikesine maruz kalabilirler. Buna karşılık haberleşme protokolünden beklenen, bu hataları zamanında farkedip verinin tekrar yollanmasını sağlamasıdır. Ayrıca kontrol elemanlarının çok çeşitli olduğu düşünülürse, hazırlanan protokolün çeşitli ünitelere uyarlanabilir olması beklenmektedir. Bu amaçla bir uygulama olarak protokol, hem bir bilgisayar hem de bir mikrodenetleyici için uyarlanmış ve bu iki birimin birbiriyle haberleşmesi sağlanmıştır. Böylelikle, endüstride dağıtık sistemler arasındaki haberleşmeyi güvenli bir şekilde üstlenebilecek genel amaçlı bir veri iletişim sistemi gerçekleştirilmiştir.

ABSTRACT

In developing industries, the most important requirement for the special purpose control systems is a reliable data communication standard. In older systems, data communication could be established by using very simple circuits whereas these circuits are being more complex while the systems are being more developed. The main purpose of this thesis is to prepare the multi-drop bus structure that all the computers, microcontrollers, programmable logic controllers (PLC), computerised numerical control systems (CNC), etc. can be connected and design a reliable protocol for the intercommunication among those. The half-duplex data lines of the multi-drop bus were used to support the required communication rate, to transfer the data without any error through long distances and to be isolated from noise. While designing the data communication standard, an error-free, reliable data transfer protocol was aimed. There is too much electrical and magnetic noise in industrial environments. Although the data lines are tried to be isolated from noise, the noise of the environment can still have erroneous effects on the data. It is expected, the communication protocol should realise any error in the data frame and make it resent from the source unit. On the other hand, the protocol can be adaptable for various kinds of control units to communicate with each other. As an application, the communication algorithm was applied both for a computer and a microcontroller so that they were intercommunicated. As a result, a reliable and general-purpose data transfer system which handles the communication between all the distributed units in an industrial environment was presented.

1. GİRİŞ

Veri Haberleşmesi, yakın bir geçmişe kadar elektronik mühendisliğinin kapsamı içinde yer alan dallardan biri olarak görülmekteydi. Ancak bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, bilgi işleme sistemlerinin giderek bilgisayar tabanlı olması sonucunu doğurmuş ve veri haberleşmesi artan bir önemle bilgisayar mühendisliğinin kapsamı içinde de yerini almaya başlamıştır. Bilgisayarların yanı sıra, bilgisayar tabanlı diğer bazı ekipmanlar örneğin görüntü terminalleri, gelişmiş iş istasyonları, endüstriyel işletmelerdeki akıllı enstrümantasyon ekipmanları, büyük mağazaların satış noktası terminalleri, mikroişlemci tabanlı bir takım cihazlar vb... veri haberleşmesinde önemli yere sahiptir. Burada kastedilen, bu tip ekipmanların veri haberleşme yetenekleri dikkate alınarak benzer nitelikteki ekipmanların birbirleriyle en uygun şekilde haberleşmelerinin sağlanmasıdır. Bir çok durumda, bunu sağlamak için değişik veri haberleşme devreleri hakkında ayrıntılı bilginin yanı sıra, değişik bilgisayar haberleşme ağları konusunda da yeterli bilgiye sahip olmak gerekecektir.

Bu kapsamda endüstriyel ortamlarda kontrol elemanlarının (bilgisayarlar, mikro-denetleyiciler, programlanabilir lojik denetleyiciler, bilgisayarlı nümerik kontrol cihazları, ...) birbirleriyle haberleşmesi de önemli bir ihtiyaç olarak ön plana çıkmaktadır. Bu elemanların kontrol ettiği değişkenler çoğunlukla ısı, ışık, hareket vb.. değişkenlerdir ve bunlar genelde hızlı bir değişim göstermezler. Bu nedenle, bu tip sistemlerin haberleşme yoğunluğu genellikle düşüktür. Haberleşme ihtiyacı, belirli aralıklarla ana kontrol ünitesine veri yollamak ya da ana kontrol ünitesinden yollanan yeni parametreleri işlemek gerektiğinde ortaya çıkar. Bu ortamlarda haberleşme sistemini zorlayan esas faktörler, endüstriyel ortamlarda sıkça rastlanan manyetik ve elektriksel gürültüler ve çok büyük çalışma mekanlarının kullanılmasından kaynaklanan mesafe problemi.

Tez kapsamında, tüm bu ihtiyaçlar göz önüne alınarak, endüstriyel ortamlar için gürültüden arınmış, uzak mesafelerle haberleşme yeteneğine sahip ve güvenli bir özel amaçlı veri iletim protokolu geliştirilmiştir.

2. VERİ HABERLEŞMESİ

Bilgisayar ağlarının çeşitli uygulamalarında, iki sistem arasında bilgi akışını sağlamak, problemin yalnızca bir parçasıdır. Heterojen bilgisayarlar içeren dağıtık bir ağ üzerinde gerçekleştirilen uygulamalarda, farklı işletim sistemleri ve farklı formatlarla yapılan veri alışverişi de değerlendirilmelidir. Bu kapsamda, ISO (International Standards Organization) tarafından kabul edilmiş uygulama tabanlı protokoller kullanılmaktadır.

2.1 Dağıtık Sistem Mimarisi

Dağıtık bilgisayar sistemleri, bilginin değişik niteliklerde ve değişik fiziksel alanlardaki bilgisayar tabanlı ekipman toplulukları arasında iletilmesi ve işlenmesiyle ilgilenir. Genel olarak, değişik tiplerdeki bu ekipmanlar DTE (Data Terminal Equipment = Veri Terminal Birimi) olarak adlandırılır. Bu değişik birimler, çok sayıda ve tipte dağıtık sistemlerin oluşmasına yol açmaktadır. Örneğin, pekçok görüntü terminalinin yer aldığı bir alanla, bunların bağlı olduğu merkezi bilgi işlem birimi dağıtık bir sistem oluşturur. Ayrıca, pekçok ofisin yer aldığı bir binada iş istasyonları ve paylaşımlı kullanılan yazıcı, dosya sistemleri vb. yapılar topluluğu da dağıtık sistemlere bir örnektir.

Dağıtık sistemlerde, bilgi işleme fonksiyonları, kullanılan uygulama tipine göre çeşitlilik gösterecektir. Buna karşılık, veri iletişimini sağlamak üzere kullanılabilecek veri ağları sınırlıdır. Ancak, uluslararası standartlar, gerek yapısal gerekse fonksiyonel olarak haberleşme yazılımlarını sistem uygulamalarından bağımsız bir yaygınlığa ve genelleşmişliğe ulaştırmıştır.

2.1.1 Haberleşme ağı sınıflandırması

Haberleşme ağları, haberleşme cihazlarının fiziksel konumları açısından dört kategoride incelenirler:

1. Minyatür (<5 cm): Aynı entegre devre üzerinde yer alan birden fazla haberleşme elemanının birbiriyle bağlantısını ifade eder.
2. Küçük (<50 cm): Bir ekipmanın içinde ya da birbirine yakın ortamlarda yer alan birden çok haberleşme biriminin bağlantısı olarak tanımlanır.
3. Orta (<1 km): Bu ağlar, üniversite kampüsü veya fabrika gibi yerel alanlardaki bilgisayar tabanlı birimlerin birbiriyle bağlantısını sağlar. Bunlar LAN (Local Area Network) olarak adlandırılır.
4. Büyük (>10 km): Geniş bir coğrafik alana yayılmış olan (şehir içi, şehirler arası, hatta ülkeler arası) bilgisayar sistemlerinin (mainframe, mini bilgisayar, terminaller..) haberleşmesini sağlar. WAN (Wide Area Networks) olarak adlandırılır.

İlk iki ağ tipinde, elemanlar arasındaki fiziksel uzaklık çok az olduğundan, tüm mesajlar (veri) paralel modda her bit için bir fiziksel iletim hattı kullanılacak şekilde iletilir. Bu tip ağlar kapalı bağlanmış (closely coupled) sistemler şeklinde adlandırılır. Diğer iki tipte ise, elemanlar arasındaki fiziksel uzaklık çok fazla olduğundan, tüm mesajlar seri modda ve tek iletim hattı üzerinden gönderilir. Bu ağlar gevşek bağlanmış (loosely coupled) sistemler olarak adlandırılır.

Kapalı bağlanmış sistemler, genellikle mesaj transferini homojen elemanlar arasında yaparlar. Burada amaç, data transferini en kısa zamanda gerçekleştirmektir. Bu yüzden, global ya da paylaşımlı bir bellek alanı kullanılır. Bu bellek alanı, tüm işlemci elemanlar tarafından doğrudan adreslenebilir özelliktedir ve bu yolla elemanlar arasındaki mesaj transferleri mesajın fiziksel olarak iletilmesiyle değil de mesaja ait adres işaretçisinin (pointer) birimler arasında iletilmesiyle gerçekleştirilir.

Buna karşılık, gevşek bağlanmış sistemlerde, mesajların transferi heterojen bilgisayar ve bilgisayar tabanlı diğer bazı elemanlar arasında gerçekleşir. Elemanlar arasındaki fiziksel uzaklığın çok fazla olması nedeniyle mesajın da fiziksel olarak taşınması gerekecektir. Bu yüzden, veri transferi sırasında iletim hataları (bit corruptions) oluşma olasılığı fazladır. Gevşek bağlanmış sistemlerde başlıca iki amaç:

1. Güvenilir mesaj tansferi sağlamak: Mesaj verisi, artık bit hatası içermemeli ve sunulduğu şekilde dağıtılmalı.
2. Transfer edilen mesajların, tüm sistemlerde aynı anlamı ifade edeceğini garantilemek: Tüm mesajlar aynı yöntemle yorumlanacak.

Bu amaçlara hizmet etmek üzere, gevşek bağlanmış sistemler, veri haberleşme ağlarının çeşitli tiplerini kullanırlar.

2.2 Veri İletim Araçları

Bir elektriksel sinyalin iki ya da daha çok ekipman arasında iletilmesi, iletim araçları gerektirir. Bu iletim araçları, genellikle iletim hatları olarak adlandırılır. İletim hatları, bir iletken çifti ya da telden ibarettir. Ancak bazen fiberli bir ışık demeti ya da uzaydaki elektromanyetik dalgalar yoluyla da veri iletimi yapmak mümkündür. Veri iletim araçları, bps (bit per second) cinsinden veri iletiminin hızını tayin ederler. Belli başlı veri iletim araçları şöyle tanımlanabilir:

2.2.1 Çift-Tel (Two-wire) veri iletim hattı

Açık iki tel ile veri iletimi nadiren kullanılmaktadır. Tellerin biri, toprak bağlantısı içindir. Bağlanan elemanların birbirine çok yakın olması ve elektriksel gürültülerin yalıtılması gibi bazı kısıtlamalar mevcuttur. Değişik bir kullanım şekli olarak, iki telli iletim hattı şerit kablo biçimine getirilir. Şerit üzerindeki iki komşu telden biri işaret ucu, diğeri de toprak olarak kullanılır. Şerit kablonun düzgün karakteristiği ve herbir işaret hattının topraklanması (birbirlerinden bağımsız toprak hatlarına sahip olmaları) sayesinde, tüm işaret hatlarında düzgün empedans oluşumu sağlanır. Uygun bir sonlandırma sağlandığı takdirde, kötü yansımalar ya da girişimler olmadan daha yüksek veri iletim oranlarına ulaşma olanağı elde edilir.

2.2.2 Burulmuş tel çifti (Twisted Pair) veri iletim hattı

İki telin düzgün burulması sonucunda, hat boyunca mutlaka düzgün dağılmış empedans karakteristiği elde edilir. Burulmuş tellerin karşılıklı kuplajı sonucunda sistemin gürültüsü azaltılmış olur. Ayrıca, toprak bağlantısının her iki ucunun da topraklanması sonucunda gürültü akımları toprak hattı üzerinden çevrimlerini tamamlayacaklarından, manyetik alan etkisine karşı da önlem alınmış olur. Yüksek sonlandırma direnciyle yapılan topraklama bağlantısı, gürültünün zayıflamasını sağlar. Burulmuş tel çiftinden yapılmış veri iletim hattı aynı zamanda, her iki telin de işaret ucu gibi işlem gördüğü dengeli veri iletim uygulamalarında da kullanılmaktadır. Veri iletim hızı 100 kHz'in üstüne çıktığında ve hattın boyu 50 ft'i aştığında bu tip hat, avantajlı olacaktır.

Burulu tel çifti ile yapılacak olan bir veri iletim yolunun avantajları şöyle sıralanabilir:

1. Burulmuş komşu tellerin karşılıklı kuplajı sayesinde gürültünün azaltılmış olması.
2. Veri iletim yolunu oluşturan her iki tel, elektromanyetik ve elektrostatik kuplajlı olduğundan gürültülerden eşit miktarda etkilenmeleri sonucunda farksal dengeli hat alıcıları kullanılarak gürültü etkisinden kolayca kurtulunabilir.
3. Alıcı/Verici bölgeleri arasındaki voltaj farklılığı ortak işaret etkisi yapacağından, alıcı devre tarafından bastırılacaktır.
4. Hat boyunca mevcut olan düzgün empedans karakteristiği bağlantılarda kolaylık sağlayacaktır.
5. Burulmuş tel çiftlerinden yapılmış olan veri iletim hatları, düşük maliyetlerine karşılık uzun ömürlü ve mekanik etkilere karşı çok dayanıklı olmaktadır.

2.2.3 Koaksiyel veri iletim hattı

Çoğunlukla tercih edilen 50-200 ohm koaksiyel kablolar, çok düzgün ve keskin empedansa sahiptirler ve tekli sonlandırmalarda en iyi iletim karakteristiklerini gösterirler. Birincil üstünlükleri, az kayıplı olmaları ve manyetik olarak katkılanan girişimlere karşı iyi bir

koruma sağlamalarıdır. Ekranlanmış burulu hatta olduğu gibi, koaksiyel hattın da ekranlama elemanı sadece alıcı tarafında topraklanmalıdır. Eğer ekranlama elemanı her iki taraftan topraklanırsa, ekranlama elemanındaki gürültü akımlarının ortak kuplajına bağlı olarak çok sınırlı bir manyetik alan koruması söz konusu olur.

2.2.4 Optik fiber

Optik fiber kablonun diğer iletim araçlarından farkı, elektrik sinyalleri yoluyla değil de bir cam lif içinde düzensiz hareket eden ışık ışınları yoluyla iletim yapmasıdır. Işık dalgaları, elektrik dalgalarına göre daha büyük bant genişliğine sahiptir, bu sebeple optik fiber kablo 100 megabitler mertebesinde çok yüksek iletim hızlarına ulaşabilir. Ayrıca, ışık ışınının kullanılıyor olması, elektromanyetik girişim sinyallerinin ve “crosstalk” etkilerin uzaklaştırılmasını sağlayacaktır. Bu sebeplerle optik fiber kablolar, çok yüksek veri iletim hızı gerektiren ve yüksek oranda elektriksel gürültü içeren ortamlarda verimli olarak kullanılabilirler. Bu kabloların dezavantajları, pahalı olmaları, yapısal mekanik zayıflıkları yüzünden tesisatlarının zor olması ve bağlanma kayıpları nedeniyle kablo birleştirme ya da ayırma işlemlerinin güç olmasıdır.

2.2.5 Mikrodalgalar

Buraya kadar bahsedilen veri iletim araçlarının hepsi, iletimi gerçekleştirmek için fiziksel bir hat kullanmıştır. Oysa, veriler uzayda elektromanyetik (radyo) dalgaları kullanarak da transfer edilebilirler. Haberleşme uyduları buna bir örnektir. Module edilmiş veriyi taşıyan mikrodalga ışını, yerden uyduya gönderilir. Uydu tarafından alınan veri daha önceden belirlenmiş bir hedefe iletilir. Bir uydu kanalı çok yüksek bant genişliğine sahiptir ve iletim hızı çok yüksek alt kanalları bölünmüştür. “Multiplexing” tekniğiyle yüzlerce veri linkinden çok yüksek hızlarda iletim yapılabilir. Uydular günümüzde veri iletim araçları arasında yaygın kullanıma sahiptirler. Bir ülkedeki değişik ulusal haberleşme ağlarının birbirleri arasında yüksek hızla veri transferi bu yolla sağlanır. Ayrıca fiziksel hat döşemenin paratik

olmadığı ya da çok pahalıya mal olacağı durumlarda da tercih edilebilir. Örneğin bir ırmağın öteki yakasına ulaşmak veya yoğun bir otoyolu aşmak gibi.

2.3 Sinyal Tipleri

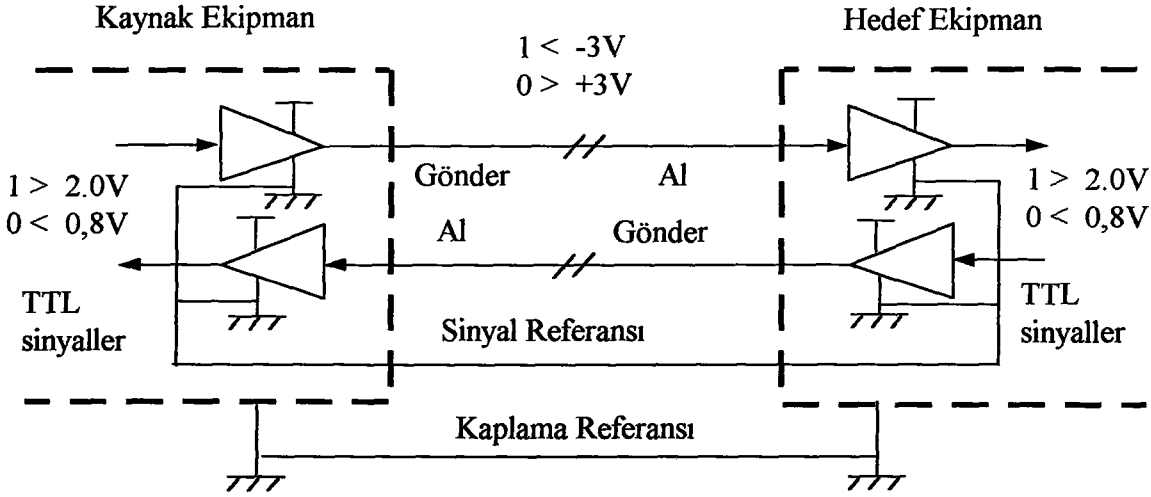
2.3.1 RS-232C/V.24

RS-232C/V.24 (EIA ve CCITT tarafından tanımlanmış) arabirimi, değişik üretici firmalar tarafından üretilen ekipmanların aynı iletim hattı üzerinde ortak bir dille haberleşebilmesi amacıyla tasarlanmış standart bir arabirimdir. Değişik üreticiler tarafından üretilen karakter temelli yardımcı birimler (Ekran, yazıcı, vb...) bir bilgisayara bağlanacağı zaman bu standart arabirimi kullanarak bağlantıyı gerçekleştirirler.

Bir DTE (Data Terminal Equipment) içinde yer alan iki komşu altünite arasındaki haberleşme için kullanılan sinyallerin seviyeleri, aradaki mesafenin çok yakın (birkaç santimetreden az) oluşu sebebiyle oldukça düşüktür. Örneğin birçok dijital birim içinde TTL (Transistor Transistor Logic) seviyeleri kullanılır. TTL seviyeleri olarak adlandırılan bu sinyaller “lojik 1” seviyesi için 2.0V ve 5.0V arası bir gerilim, “lojik 0” seviyesi için ise 0.2V ve 0.8V arası bir gerilim kullanılır. 0.8V ile 2.0V arası sinyaller ise belirsiz sinyallerdir ve değerlendirilemezler. Bunun sonucu olarak iki ekipmanın birbirine bağlanması esnasında kullanılan gerilim seviyeleri aynı ekipman içindeki iki altünitenin birbirine bağlantısı sırasında kullanılan gerilim seviyelerinden yüksektir. RS232C/V.24 arabirimi için kullanılan sinyal seviyeleri ve uygun devre bağlantıları Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi hatlarda kullanılan sinyaller toprak referansına göre simetrik ve en az 3V’tur. “lojik 0” için +3V, “lojik 1” için -3V kullanılmıştır. Pratikte ise gerçek voltaj seviyeleri devrelerin besleme kaynaklarına göre değişmektedir ve $\pm 12V$ hatta $\pm 15V$ (yaygın olmamakla birlikte) kullanılmaktadır. Verici devreleri, ekipmanın içinde kullanılan düşük seviyeli sinyalleri veri hatlarında kullanılacak yüksek voltaj seviyelerine çıkartmaktadır. Aynı şekilde alıcı devreleri de aynı mantıkla ama ters fonksiyonlu olarak çalışmaktadır. Hat

sürücü ve alıcıları olarak adlandırılan arabirim devreleri gerekli voltaj dönüşüm fonksiyonlarını yerine getirmektedirler.



Şekil 2.1 RS232C/V.24 sinyal seviyeleri

Bu arabirimlerde kullanılan yüksek voltaj seviyeleri, aynı zamanda normalin üzerinde (Örneğin TTL seviyelerine kıyasla) sinyal zayıflaması ve hat gürültüsünü de beraberinde getirmektedir. Ekipmanları birbirine bağlayan RS-232C arabirimlerinde genellikle flat kablo veya tek toprak referanslı çoklu kablo kullanılmaktadır ve bu çeşit kablolarda hat gürültüsü rahatsız edici seviyelere ulaşmaktadır. Bunu engellemek için genellikle verici devrenin çıkışları arasına bir kapasite konur. Bu, yollanan sinyalin seviye değiştirmeleri arasında oluşan yüksek frekans bileşenleri süzerek gürültüyü azaltır. Hat uzunluğu veya sinyal gönderme hızı arttıkça, alınan sinyal seviyesi düşmekte ve sinyal zayıflaması artmaktadır. Bu da düşük seviyelerdeki gürültülerin bile sinyal üzerinde hatalara sebep vermesine yol açmaktadır. Bu sebeplerle RS232-C / V.24 standardında ekipmanlar arası mesafenin en fazla 15m., veri yollama hızının ise en çok 9600 bps olmasına izin verilmektedir.

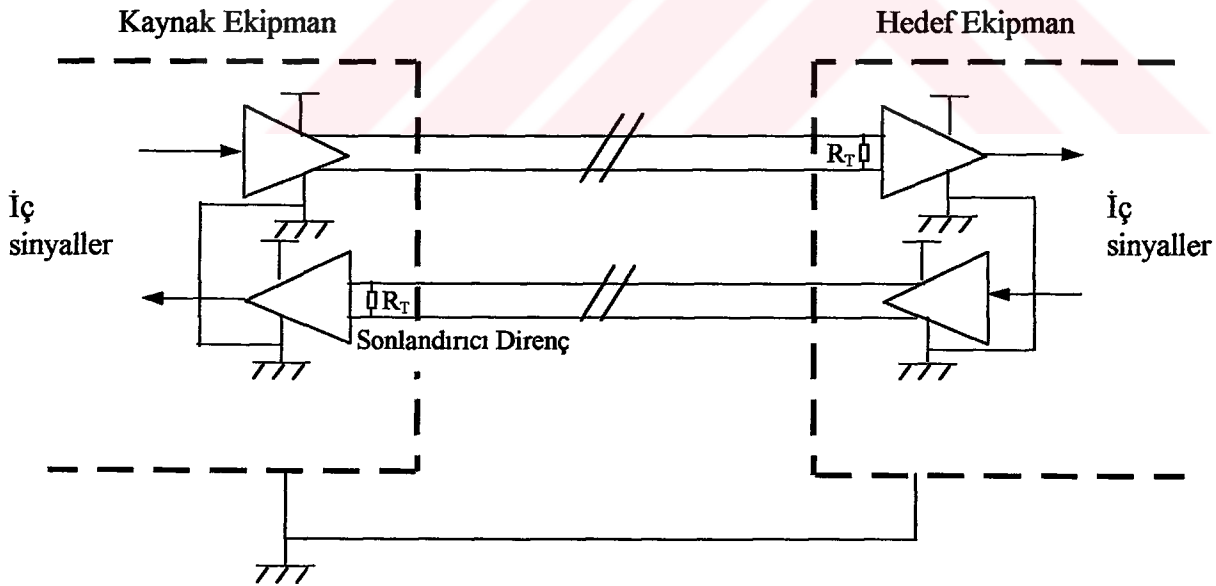
2.3.2 RS-422/V.11

Teknolojik gelişmeler ve artan istekler karşılanmaya çalışıldığında hız, mesafe ve güvenilirlik problemleri veri iletiminde yeni problemlere sebep olmuştur. Bu gereksinimlerin daha iyi

karşılama ihtiyacı, 1978 yılında RS-422 yarı dengeli seri haberleşme standardının doğmasını sağlamıştır. Bu standart, hat üzerinde oluşacak gürültüye karşı daha az duyarlı ancak daha uzak mesafelerle haberleşebilen bir yapıya sahipti. Burada hat sürücüsü gerçek dengeli bir sürücüdür. Alıcı taraf da yine farksal dengeli bir alıcıdır.

Ancak tek bir dengeli hat üzerinde birden fazla sürücü ve alıcı ekipman bağlanması ihtiyacının doğması ile yeni bir standarda gereksinim duyulmuştur. Bu ihtiyaçları karşılayacak standart ise RS-485'tir. RS-485, bütün özelliklerini RS-422'den almış olup, ek olarak aynı hatta birden fazla alıcı ve sürücü bağlanmasına olanak tanımaktadır. Sürücü çıkışları etkin olmadıkları zaman yüksek empedans gösterir konuma geçebilmektedirler. Özel sürücü-alıcı entegre devreleri (75SN176B) sayesinde uzak ünitelerin yarı-çift yönlü (Half-Duplex) seri haberleşme sistemleri gerçekleştirilebilmektedir.

Bu proje kapsamında da üniteler arası mesafe ve yüksek veri iletişim hızı göz önüne alınarak RS-485 standardı kullanılacaktır. Burada bir burulmuş tel çifti ile bir çift farksal alıcı ve verici devresi kullanılmaktadır. Şekil 2.2 'de bağlantı devresi gösterilmektedir.



Şekil 2.2 RS422/V.11 sinyal seviyeleri

Farksal verici devre yollanacak herbir “lojik 1” ve “lojik 0” için birbirine eş fakat ters polariteli iki sinyal yollar. Farksal alıcı için sadece iki giriş ucundaki polarite değişimi önemli olacağı için hat üzerindeki gürültüden etkilenmeyecektir. RS-485 için 100m.’ye kadar uzaklıklar ve 1 Mbps’e kadar veri yollama hızları kabul edilebilir sınırlar içindedir.

Bir veri hattı için önemli parametrelerden biri de hattın karakteristik empedansıdır (Z_0). Bir alıcı sinyalin tümünü, sadece hat Z_0 ’a eşit bir dirençle sonlandırılırsa alabilir. Bu gerçekleşmezse hat üzerinde sinyal yansımaları ve hatalar oluşur. Bu hataların oluşmaması için veri hatları üzerinde sonlandırma direnci olarak genellikle 50-200 ohm kullanılır.

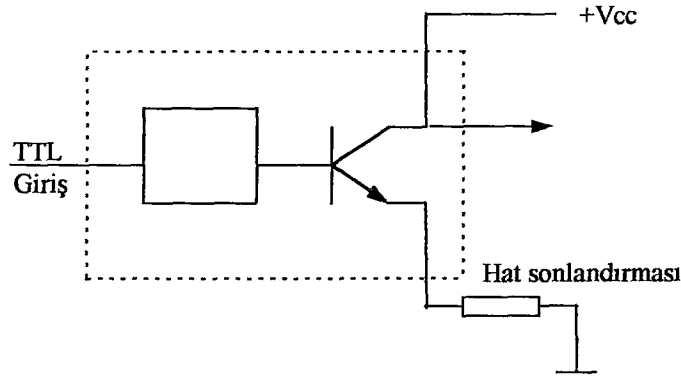
2.3.3 Veri yolu sürücüleri

Genellikle, yaygın olarak kullanılan tekli-sonlandırılmalı uygulamalarda, veri iletimi bir lojik kapının çıkışının doğrudan diğerinin girişine bağlanmasıyla elde edilir. Standart TTL kapıları aşağıda listelenen sınırlamalar sebebiyle 20 Mhz.den düşük frekanslarda çalışabilmektedir ve bağlantı uzaklıkları 5-10 cm.’i geçmemelidir.

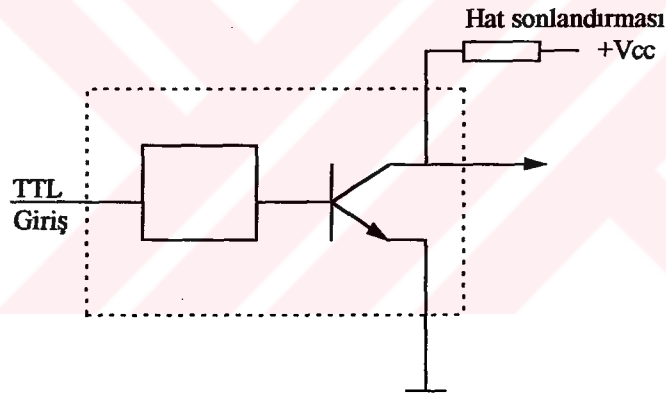
- Çıkış akımları, kendi karakteristik empedansları ile sonlandırılmış uzun hatlar için çok küçüktür.
- Çevrenin gürültü seviyesi hatlar üzerinde çok etkilidir. Verinin “lojik 1” seviyesi için tepe değeri 0.4 V’tan büyük negatif gürültüler ile “lojik 0” seviyesi için 0.4 V’tan büyük pozitif gürültüler veri üzerinde hataya sebep olabilirler.

Veri yolu sürücüleri iki türde çalışırlar: ya akım sürücüsü ya da gerilim sürücüsü olarak. Gerilim sürücüler, gerilimin kaynak hattından direk olarak veri iletim hattına iletilmesi ya da veri iletim hattının sonlandırma direnci yardımıyla topraklanması amacıyla kullanılan aktif anahtarlardır. Her iki durumda da gerekli olan ana sürücü akımı sonlandırma direnci ve gerekli olan gerilim seviyesinden hesaplanır. Üç temel gerilim sürücü tipi vardır: aktif yukarı çekme (pull-up) Şekil 2.3, aktif aşağı çekme (pull-down) Şekil 2.4 ve totem-pole Şekil 2.5.

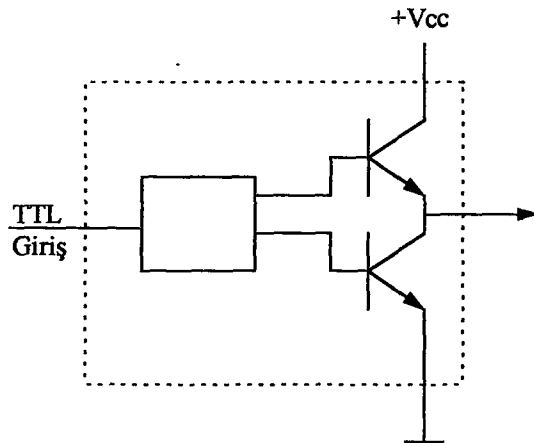
Akım sürücüleri de aktif anahtarlardır. Veri hattındaki sabit akımı anahtarlarlar. Çoğu akım sürücü içeri doğru akım çeker. Veri iletim hattını akım kaynağıyla anahtarlama için Şekil 2.6'da gösterilen devre kullanılır.



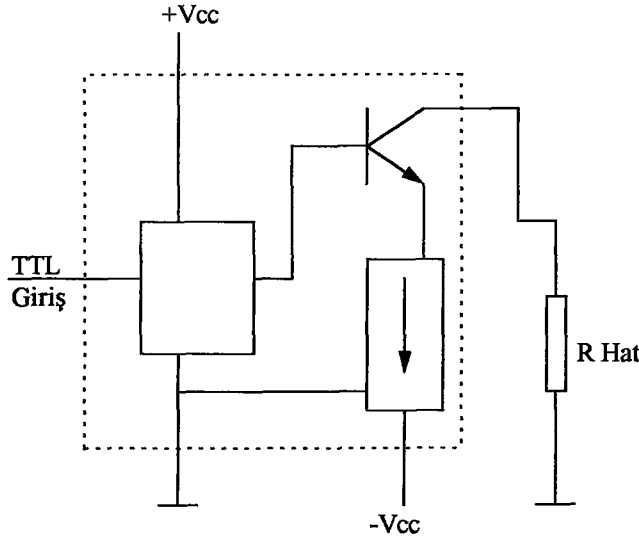
Şekil 2.3 Aktif yukarı çekme (Pull-up) bağlantı şeması



Şekil 2.4 Aktif Aşağı çekme (Pull-down) bağlantı şeması



Şekil 2.5 Totem-Pole bağlantı şeması



Şekil 2.6 Akım sürücüsü bağlantı şeması

Bu tip bir devrede hat sonlandırma direncinde negatif hat gerilimi elde edilir. Bu tip bir sürücünün şu avantajları vardır:

- Sürücü devreye zarar gelmesi önlenerek kısa devre elde edilir.
- Hat üzerinde yüksek akımlar olmadığı varsayılırsa hat üzerinde ısıma seviyelerinin düşük olduğu söylenebilir.
- Ek bir kaynak olmaksızın düşük empedanslı veri hatları sürülebilir.

Sürücü ister gerilim sürücü ister akım sürücü olsun, tekli sonlandırılmış veri iletim hatlarını veya farksal çift telli dengeli taşıma hatlarını sürebilir. Genellikle tekli sonlandırılmış veri iletim hatlarında koaksiyel hatlar veya daha ekonomik olan burulmuş tel çiftleri kullanılır. Farksal veri iletim hatlarında ise daha iyi sonuç verdiği için her zaman burulmuş tel çiftleri kullanılır.

Tekli sonlandırılmış veya farksal veri hattı uygulamaları için iletim yolunu sürmekte kullanılan birçok entegre devre elemanı üretilmiştir. Bunlardan bazıları genel amaçlı, bazıları ise endüstriyel standartlardaki gereksinimleri karşılamak üzere özel olarak tasarlanmışlardır. Her iki durumda da veri iletim oranının yüksek olması beklenmektedir. Ayrıca eğer veri yolu üzerine birden çok ünite bağlanacaksa, sürücünün üç konumlu (three-state) ya da açık-kollektör (open-collector) çıkışlarının bulunması gerekir. Bu tür bir sürücünün açık-devre

(off-state) durumunda sızıntı akımının 200 mA.'den düşük olması gerekmektedir. Çizelge2.1'de bazı RS-485 sürücüleri ve özellikleri görülmektedir.

Entegre Adı	Tipi	Ortak-Mod Sınırları	Çıkış Özelliği	Isıl Koruma
DS3695-DS3695T	RS-485	-7V +12V	Üç Konumlu	Var
DS3696-DS3696T	Sürücü		(TRI-STATE)	
DS3697-DS3698				
DS36276	RS-485	-7V +12V	Hata Korumalı	Yok
	Sürücü		(FAILSAFE)	
DS36277	RS-485	-7V +12V	Hata Korumalı	Yok
	Sürücü		(FAILSAFE)	
DS36C278	RS-485	-7V +12V	Hata Korumalı	Var
	Sürücü		(FAILSAFE)	
DS75176B	RS-485	-7V +12V	Üç Konumlu	Var
DS75176BT	Sürücü		(TRI-STATE)	

Çizelge 2.1 Bazı RS-485 sürücü türleri ve özellikleri

3. VERİ İLETİMİ (DATA TRANSMISSION)

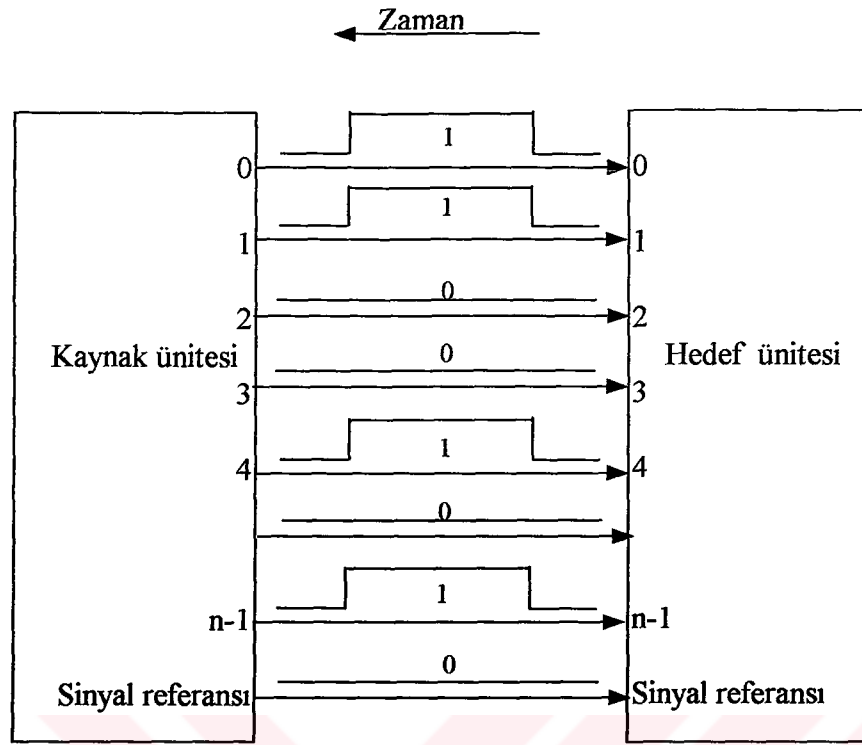
Veri haberleşmesi temelde, dijital olarak kodlanmış bilgilerin iki DTE arasında değiş tokuş edilmesi olarak tanımlanabilir. Veri haberleşme ortamında ‘veri’ (data) terimi, iki aygıt arasında transfer edilmek üzere dijital olarak kodlanmış alfabetik ve nümerik karakterler grubu olarak tanımlanır. Bu verileri ilgili ortamlar arasında değişik veri haberleşme yetenekleri kullanılarak transfer edilirken bazı ek kontrol bilgileri(mesaj) de gönderilir. Örneğin oluşabilecek iletim hatalarının haberleşme yeteneklerini kısıtlamaması için konulan hata kontrol bilgileri.

Herhangi bir dijital sistemde verinin bir tek bitinin bile kaybolması ya da bozulması, bilgi iletimi açısından çok kritiktir. Bu yüzden dağıtık sistemler için bir haberleşme ortamı tasarlarırken, veri iletimindeki herhangi bir kayıp ya da bozulmayı farkedecek ve gerekirse çözecek önlemlerin alındığı bir yapının varlığından emin olmak gerekir. Bu yüzden, veri haberleşmesi yalnızca verilerin hangi fiziksel yollarla transfer edildiğiyle değil, aynı zamanda iletim hatalarını farkedip düzeltme teknikleri, veri transfer hızı kontrolü, veri transfer formatları vb. de ilgilenir.

3.1 Veri İletiminin Temelleri

3.1.1 Paralel ve seri iletim

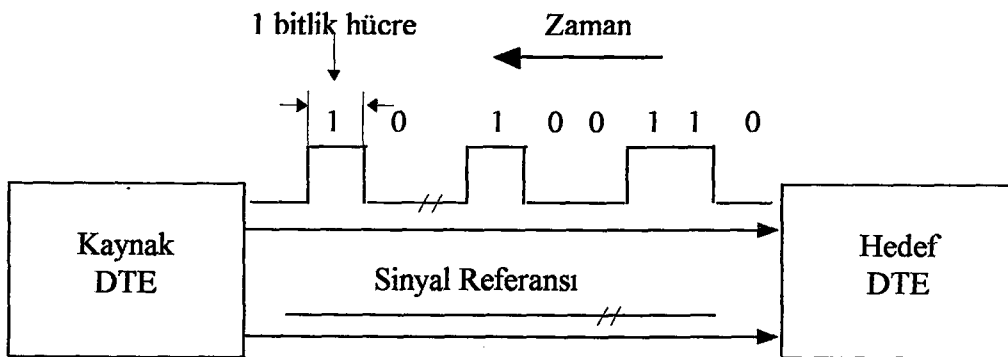
Bir elektronik ekipmanın içinde yer alan alt üniteler birbirlerine kısa tellerle bağlanmış durumdadır. Herbir alt ünite ötekine çoklu tellerle bağlandığından aynı anda bu teller üzerinden verinin herbitini göndererek paralel haberleşme yapmak mümkündür. Böylece gecikme minimum olacak ve karakter bazında haberleşme sağlanacaktır. (Şekil 3.1)



n=8.16.32

Sekil 3.1 Paralel iletim

Eğer bilginin transfer edileceği ortamlar fiziksel olarak birbirinden birkaç metreyi aşan uzaklıklarda ise seri haberleşme söz konusu olacak ve sabit zaman aralıklarında bit bazında ardışıl iletimler gerçekleşecektir. (Şekil 3.2)



Sekil 3.2 Seri iletim

3.1.2 Haberleşme modları

İki ekipman arasındaki veri iletimi sırasında, üç tip analog operasyon modu kullanılabilir:

1. **Simplex:** Eğer data tek yönlü olarak transfer ediliyorsa kullanılır. Örneğin, bir veri yükleme sisteminde monitör belli aralıklarla yalnızca okuma yapıp bilgileri toplamak üzere okuma moduna geçer.
2. **Half-Duplex:** Birbiriyle bağlantılı iki aygıtın sıra ile bilgi alışverişi yapmalarını sağlar. Birinin isteği üzerine öteki bilgi gönderir. İki cihazın da iletim sırasında yolla/al modları arasında değişim yapabilmesi gerekir.
3. **Duplex:** Full-Duplex olarak da bilinir, iki bağlantılı cihazın birbirleri arasında her iki yönde ve eş zamanlı olarak veri transferi yapabilmesini sağlar.

3.1.3 İletim (Transmission) modları

İki DTE arasındaki veri transferi, sabit uzunluktaki (8 bit) blokların çok sayıdaki iletimini ifade edecektir. Örneğin, bir terminal bilgisayarla haberleşirken basılan herbir karakter 8 bitlik binary değerlerle kodlanır ve gönderilen mesajın tümü bu şekilde kodlanmış karakterler bloğunu içerir. Oluşan mesaj, DTE'ler arasında bit bazında seri olarak transfer edilir. Mesajı alan cihazın, kodu çözmesi için şu bilgilere ihtiyacı vardır:

1. Kullanılan bit oranı (herbir bit için geçen zaman)
2. Herbir elementin (karakter ya da byte) başlangıç ve bitişi
3. Tüm mesaj bloğunun ya da paketin başlangıç ve bitişi

Bu üç faktör sırasıyla, bit veya saat (clock) senkronizasyonu, byte veya karakter senkronizasyonu ve blok veya paket senkronizasyonu olarak anılır.

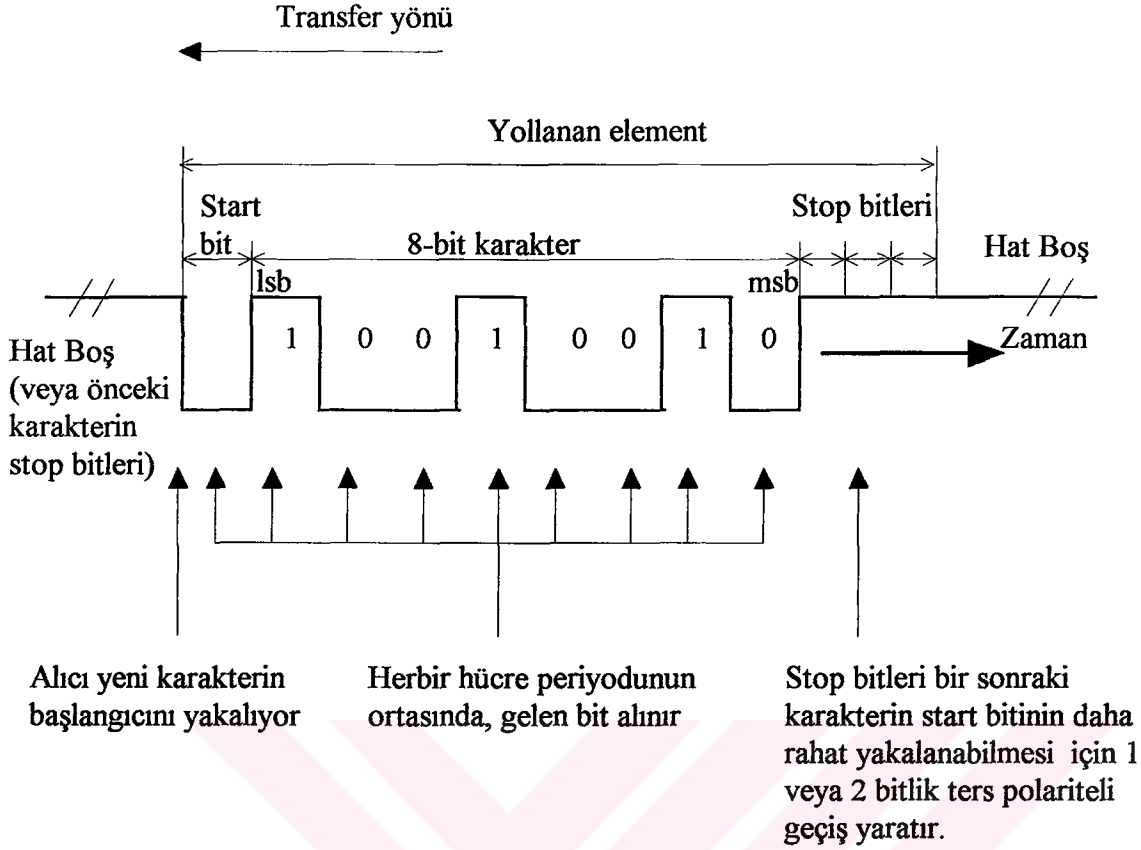
Genel olarak, senkronizasyon iki metodla sağlanır. Bu metodlar, alıcı ve verici (transmitter/receiver) saat işaretlerinin asenkron ya da senkron oluşuna göre değişir. Eğer

iletileen verinin ierdeği karakter bloğunun herbir karakteri arasında rasgele zaman aralıkları varsa herbir karakter bağımsız olarak iletilir ve alıcı iletileen herbir karakteri alırken yeniden senkronize olmak zorunda kalır. Bu tip bir haberleşme yapısında asenkron iletim kullanılır. Buna karşılık, iletileen veriler birden çok sayıda byte ya da karakter blokları içeren dűzgűn bir blok yapısında ise verici ve alıcının saat işaretleri uzun süreli aralıklarla senkron bir yapıda olacaktır. Böyle bir durumda senkron iletim kullanılır.

3.1.3.1 Asenkron iletim

Bu metod, iletileen verinin rasgele zaman aralıklarıyla gönderilmesi durumunda kullanılır. Örneğin monitör başında bilgisayarla haberleşirken, klavyeden girilen herbir karakter arasında rasgele ve oldukça uzun zaman boşlukları yer alacaktır. İletim hattı üzerindeki sinyal, uzun bir süre bekleme (idle) konumunda kalabilecektir. Bu durumda, alıcı (receiver) konumundaki cihazın da herbir yeni karakteri almak için yeniden senkronize olması gerekecektir. Bunu sağlamak için, iletileen herbir karakter ya da genel anlamıyla kullanıcı verisi bir başlangıç (start) ve bir ya da birden çok bitiş (stop) biti ile birlikte paketlenerek gönderilmelidir.

Şekil 3.3’de başlangıç ve bitiş bitlerin farklı kutuplaşmalara sahip olduğu gözlenmektedir. Arka arkaya gelen her iki karakter arasında start bit anlamında 1-0-1 şeklinde bir geçiş olacaktır. Bir süre idle bekledikten sonra 1-0 geçişini farkedenden receiver, bunun yeni bir karakter iletiminin başlangıcı işareti olduğunu algılayacak daha sonra arka arkaya iletileen herbir biti almayı sürdürecektir. Şekilde görűldűđű üzere alıcının gönderilen biti örneklemesi herbir bit hücresinin ortalarına doğru gerçekleşmektedir.



Şekil 3.3 Asenkron iletim

Gönderilen veri ile birlikte bir start ve bir stop bit (toplam 10 bit) veya bir start ve iki stop bit (11 bit) yaygın olarak kullanılır. 8-bitlik bir data iletiminde 1 start ve 2 stop bit olduğu ve veri iletim hızının 1200 bps tanımlandığı göz önüne alınırsa, veri hız oranı saniyede 110 byte olacaktır.

Bir hattın veri hızını tanımlarken genellikle 'baud' terimi kullanılır. Ancak gerçek anlamda 'baud', 1 saniyedeki hat sinyal geçiş sayısını tanımlar. İletim sinyalinin iki durumdan birinde olması halinde baud ve bps terimleri aynı anlamda kullanılabilir. Ancak bazı durumlarda hat sinyalleri iki durumdan fazlasını üstlenebilir ve her bir iletim hücresi tek bir binary dijitten fazlasını iletmek için kullanılabilir. Karışıklığı önlemek için, sinyal hızı terimi saniyedeki hat sinyal geçiş sayısını (baud), veri transfer hızı terimi de saniyede iletilen veri bit sayısını ifade eder. Örneğin sinyal hızı 300 baud olan ve sinyalleşme elemanı başına 4 bit içeren bir haberleşmede bilgi hızı 1200 bps olacaktır. Asenkron hatlarda kullanılan veri hızları (information rate) genellikle, 110, 300, 1200, 2400, 4800, 9600 ve 19200 bps. tir.

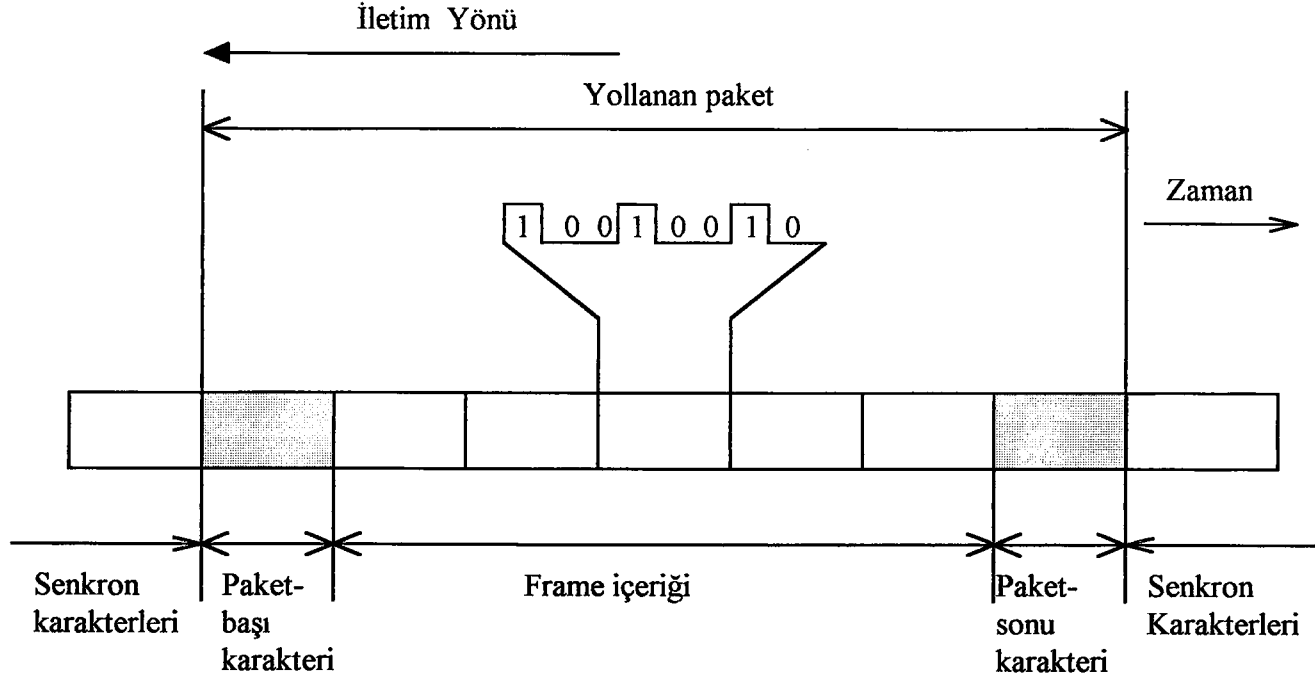
3.1.3.2 Senkron iletim

Asenkron iletimde, karakter transferleri arasında geçen bekleme süreleri rastgele ve oldukça uzun olduğundan her bir paket için kullanılan ekstra karakterler pek önemli değildir. Buna karşın bazı durumlarda, bilgisayarlar arası veri iletiminde önceden hazırlanmış çok büyük miktarda verinin bir anda iletimi söz konusu olabilir, örneğin disk dosya içerikleri. Böyle bir durumda ek paket karakterleri kullanmak iletim hızına ciddi bir yük getirir. Ayrıca asenkron iletimde kullanılan saat işareti senkronizasyon mekanizmasının güçlüğü, güvenli veri iletim hızının 19200 bps.in üzerine çıkmasına engel olur. Veri bloklarını bir bütün halinde taşınması için kullanılacak daha emin ve faydalı bir yol, her bir bloğu tek başına göndermektir.

Senkron iletimde, verinin tüm bloğu tek bir bit stream olarak iletilir ve 8-bitlik elementler arasında hiçbir gecikme süresi yoktur. Alıcı cihazın, değişik senkron seviyelerini ayarlayabilmesi için:

1. İletilen bit stream'i uygun biçimde kodlayarak, alıcının bit senkronizasyonunda tutulması sağlanır.
2. Her bir paketten önce bir ya da birden çok ayrılmış karakter veya byte bulunur. Bunlar alıcının okuduğu bit stream'ini byte ya da karakter sınırları içinde doğru yorumlamasını sağlar (byte/karakter senkronizasyonu).
3. Her bir paketin içeriği, bir çift ayrılmış byte ya da karakterle çevrelenmiştir.

Asenkron iletimde, boş geçen süreden sonra alınan ilk byte ya da karakter, yeni bir paketin gelmekte olduğunu, bitiş byte'ı ya da karakteri ise paketin sonuna gelindiğini göstermekteydi. Burada ise, arka arkaya gönderilen paketler arasındaki boş byte ya da karakterler de iletilir ve böylelikle alıcının bit ya da byte senkronizasyonunu yapması sağlanır. Bazen de her bir paket bir ya da birden çok, özel senkronizasyon karakteri veya byte'ı ile birlikte paketlenerek gönderilir ve alıcının senkronizasyon yapması sağlanır. (Şekil 3.4)



Şekil 3.4 Senkron iletim

Senkron iletimde paket başlangıcı ve paket sonu karakter ya da byte'larının özel ve tekil olması gerekir. Yani, iletilen paketin içeriğinde ayrıca yer almamalıdır. Aksi halde yeterince güvenilir olmayabilir.

3.1.4 İletim hata kontrolü

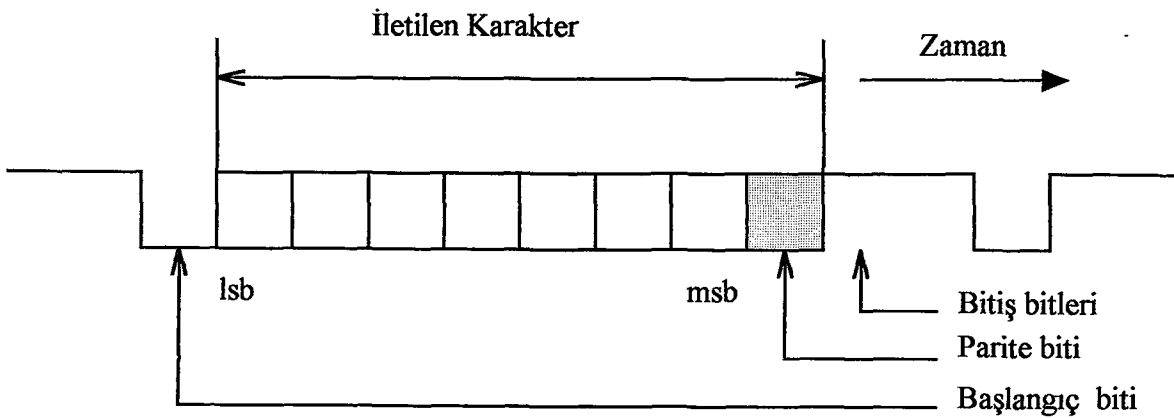
Veri iletimi sırasında, özellikle elektriksel gürültüyle oluşan elektromanyetik girişimin etkisiyle, iletilmekte olan bit stream'i ifade eden elektriksel sinyaller bozulmaya uğrayabilir. Binary olarak 1 ifade eden sinyal, alıcı tarafından 0 olarak, ya da bunun tersi şeklinde algılanabilir ve böylece gönderilen veriyle alınan veri arasında farklılık oluşur. Alıcı cihaza ulaşan verinin, gönderici cihazdan çıkanla aynı olmasını garantilemek için, alıcının hatalı bilgi alıyor olduğunu fark etmesini sağlamak ve eğer hatalı bilgi alındıysa doğrusunun alınmasını sağlayacak bir mekanizma kullanmak gerekecektir. Bunu gerçekleştirmek için iki yaklaşım söz konusudur:

1. İleri (Forward) Hata Kontrolü: İletilen herbir karakter ya da paket, ilave bilgiler içerir. Bu bilgiler, alıcının yalnızca hatayı algılamasına değil, doğru verinin ne olabilebileceğini yorumlamasına yöneliktir.
2. Geribeslemeli (Feedback) Hata Kontrolü: Herbir karakter ya da paket, alıcının hata olduğunda farkedebileceği şekilde uygun ve yeterli miktarda ek bilgi içerir. Verinin hatalı olduğu farkedildiğinde de yeni bir istek gönderilerek, verinin tekrar iletilmesi sağlanır.

Pratikte, ileri hata kontrolü taşıdığı ekstra bilgilerin çokluğu sebebiyle pek tercih edilmemektedir. Dağıtık sistemler için, geribeslemeli hata kontrolü daha üstündür. En sık kullanılan iki hata farketme tekniği, Eşlik (Parity) ve Blok Toplamı (Block Sum) Kontrolü olarak bilinir:

3.1.4.1 Eşlik (Parity) kontrolü

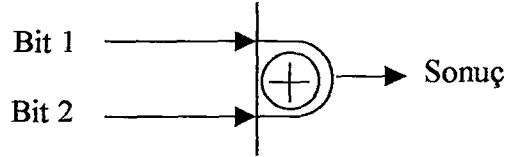
Bilgi bitlerinin sayısı az ve hata ihtimali düşükse, iletilen herbir eleman için ek parite bitleri koymak yaygın bir yöntemdir. Bu metod, genellikle asenkron iletimde kullanılır. Veri iletilmeden önce, herbir karakterin bitleri kontrol edilir ve bunlar üst üste toplanarak parite biti hesaplanır. Tüm veri paketi içindeki binary 1'lerin sayısı, paritenin tek ya da çift seçilişine göre ya tek ya da çift olacaktır. Karşı taraftaki alıcı, veriyi aldığı zaman parite bitini yeniden hesaplayacak ve iletim sırasında bir hata olup olmadığına bakacaktır. İletimi yapılan veri bloğunun genel yapısı Şekil 3.5a'da gösterilmiştir.



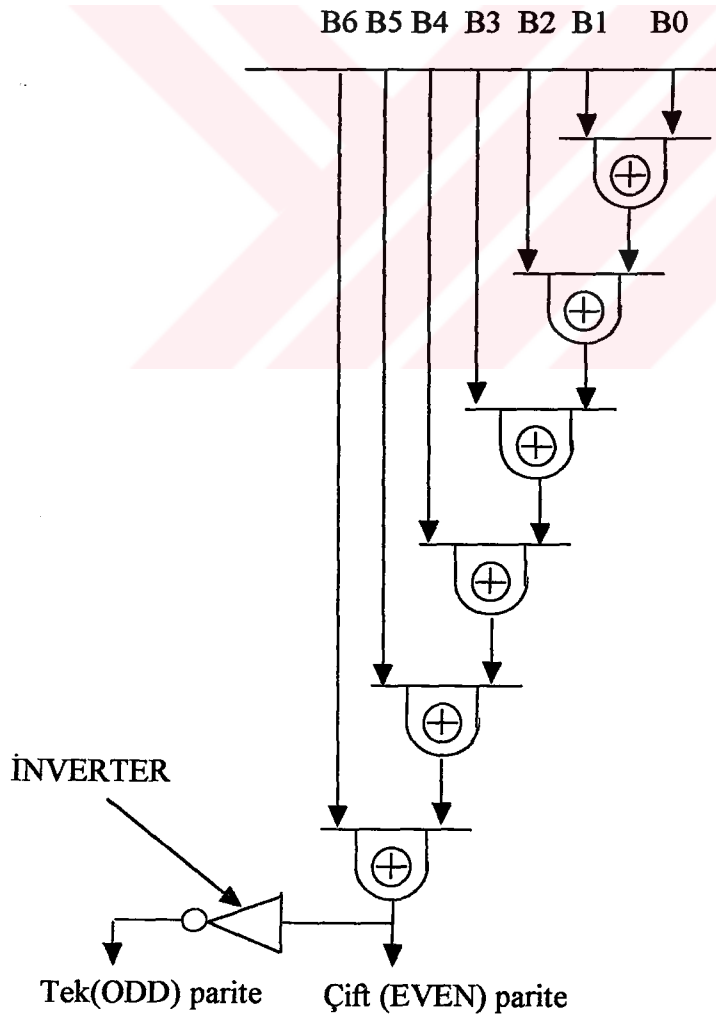
Şekil 3.5a Karakter paritesi

Parite hesaplama mekanizması, Şekil 3.5c’de gösterildiği gibi en az anlamlı bitten başlayarak en anlamlı bite doğru yan yana bitlerin XOR’lanması şeklindedir. XOR kapısı, iki dijitin eldesiz toplanması ya da 2 moduna göre toplama olarak tanımlanabilir. XOR’un doğruluk tablosu Şekil 3.5b’de verilmiştir.

Bit 1	Bit 2	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Şekil 3.5b XOR doğruluk tablosu



Şekil 3.5c Parite hesaplama devresi

Kolayca anlaşılacağı üzere parite kontrolü, iletilen verinin yalnızca bir tek bitinde hata olması durumunda doğru çalışır.

3.1.4.2 Blok toplamı (Block Sum) kontrolü

Blok bazlı bir iletim düzeninde, karakter bazlı tekil parite kontrolünün yanı sıra tüm paketdeki karakter katarlarının parite kontrolü de hesaplanarak daha gelişmiş ve güvenli bir hata kontrolü gerçekleştirilebilir. Şekil 3.6'da bunun bir örneğini görmekteyiz. Satır bazında hesaplanmış olan tek (odd) paritelerin yanı sıra, sütun bazında da çift (even) parite hesabı yapıp bloğun sonundaki satıra yazılmıştır. Herbir kolonun sonundaki bu parite bitler blok toplamı kontrolü (block sum check) olarak adlandırılır. İki bitlik hata durumunda, satır bazındaki parite bunu farkedemeyeceği halde, sütun bazındaki parite tarafından hata farkedilecektir. Bu sistem, iki bitlik hatanın aynı kolonlarda ve aynı anda çıkması durumunda çalışmaz. Hata ihtimalinin fazla olabileceği, elektriksel gürültünün çok olduğu hatlarda, polinomlara dayalı daha komplike hata kontrol metodları kullanılabilir.

	P _R	B ₆	B ₅	B ₄	B ₃	B ₂	B ₁	B ₀	Transfer Sırası ↓
Satır Parite Bitleri (ODD)	1	0	0	0	0	0	0	0	
	1	0	1	0	1	0	0	0	
	0	1	0	0	0	1	1	0	
	0	0	1	0	0	0	0	0	
	1	0	1	0	1	1	0	1	
	0	1	0	0	0	0	0	0	
	1	1	1	0	0	0	1	1	
	1	1	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	1	0	0	0		
Sütun Parite Bitleri (EVEN)									

Şekil 3.6 Blok toplamı kontrolü

3.1.4.3 Akış Kontrolü

İki cihaz arasında iletilen veri miktarının az olması ve alıcı konumundaki cihazın yeterli kaynağa sahip olması durumunda, verinin tamamı bir kerede transfer edilebilir. Ancak bir

çok durumda, alıcı tarafın yeterli kaynağa sahip olmaması halinde, veri iletim akışının belli yöntemler kullanılarak kontrol altına alınması ve böylelikle alıcının iletilen verileri eksiksiz almasının sağlanması gerekir. Örneğin, iki cihazın temel bir veri haberleşme ağı kullanarak veri alış verişi yaptığını düşünelim. Veri ağı, sınırlı miktarda bir veriyi buffer'da tutabilecektir. Eğer iki cihaz, farklı veri iletim hızlarında çalışıyorsa ağ üzerinde oluşabilecek tıkanıklığı önlemek için, daha hızlı olan cihazın ortalama veri iletim hızını göz önüne alarak veri akışı kontrolünü sağlayacak uygun yöntemler kullanmak gerekecektir.

3.1.5 Haberleşme protokolleri

Hata ve akış kontrolleri, haberleşme protokollerinin iki temel maddesidir. Daha genel anlamıyla haberleşme protokolü, iki cihaz arasında iletimi yapılan verinin her iki tarafta doğru iletilip, doğru yorumlanmasını sağlayan kurallar bütünüdür. Hata ve akış kontrollerinin yanı sıra, bir haberleşme protokolü şunları tanımlar:

- İletilen verinin formatı, yani herbir elemanın bit sayısı ve kullanılan kodlama düzeni.
- Haberleşen cihazlar arasındaki bilgi transferinin hatadan arınmış ve tekrarlanmayan, sıralı bir mesaj yapısında iletilmesi.

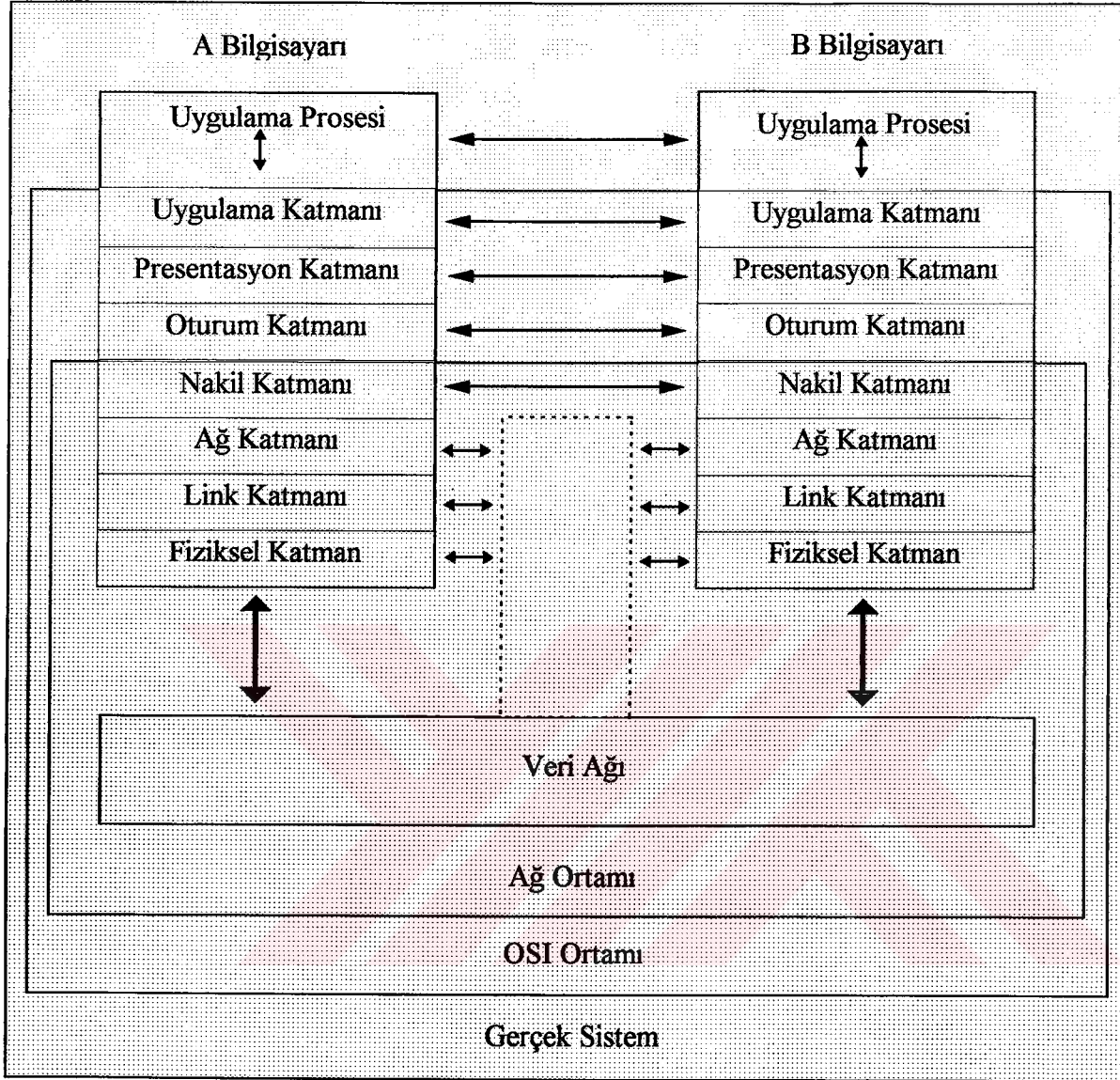
İki cihaz arasında bir veri transferine başlamadan önce, alıcı konumundaki cihazın veriyi almaya hazır olup olmadığını anlamak için cihazlar arasında bir bağlantı kurulur. Bunu anlamak için genellikle, gönderici konumundaki cihaz bağlantı isteğini bildiren bir mesaj gönderir ve alıcı da buna bağlantı kabul ya da red mesajıyla cevap verir.

4. HABERLEŞME STANDARTLARI

Önceleri yalnızca kapalı (closed) sistemlerin birbirleriyle haberleşmesine olanak veren haberleşme standartları mevcuttu. Örneğin IBM sistemler için ağ mimarisi (SNA=IBM's System Network Architecture), DEC Dijital ağ mimarisi (DNA=DEC's Digital Network Architecture) gibi. Dağıtık (distributed) sistemlerin yaygınlaşması ve bunlar arasında veri transferinin giderek önem kazanması sonucunda, farklı bilgisayar sistemi yapılarının birbirine bağlanabilmesi, başka bir deyişle Açık (Open) Sistem Bağlantı Standartları gündeme gelmiştir. Burada amaç, belli haberleşme standartlarını uygulayan bir bilgisayar üzerinde çalışan herhangi bir uygulamanın, aynı standartları uygulayan başka bir bilgisayar üzerindeki uygulamayla marka ya da özelliklerden bağımsız olarak haberleşebilmeleridir. Bu amaçla, dünya çapında etkinlik gösteren araştırma ve standart enstitüleri tarafından değişik nitelikte standartlar oluşturulmuştur. Bunların başında, ISO (International Standards Organization) tarafından belirlenmiş olan OSI (Open Systems Interconnection) modeli yer alır. Bu model, haberleşme ağı üzerindeki uygulamalarla değil, güvenli, veri bağımsız, değişik uygulamalara haberleşme hizmeti verebilecek yapıda bir haberleşme yazılımının yapı kurallarıyla ilgilenir.

4.1 ISO Referans Modeli

Haberleşme alt sistemleri genellikle çok karmaşık yazılımlarla gerçekleştirilmekteydi. Genellikle yapısal olmayan tek bir assembly program kullanılıyor ve gerek test gerekse değiştirme işlemlerinde güçlükler yaşıyordu. Bu sebeple ISO, katman (layer) mantığı yaklaşımıyla bir referans modeli oluşturdu. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1 ISO referans modeli genel yapısı

Haberleşme yapısının ayrıldığı alt katmanları şöyle açıklayabiliriz:

1. Ağ Ortamı (Network Environment): Sistem içinde kullanılan değişik tiplerdeki haberleşme ağlarının protokol ve standartlarıyla ilgilenir.
2. OSI Ortamı: Ağ ortamını da kapsar ve açık bir sistemde bilgisayarların birbirleriyle haberleşebilmeleri için uygulama tabanlı ek protokol ve standartlar içerir.
3. Gerçek Sistem Ortamı (Real System Environment): OSI ortamı üzerindedir ve özel amaçlı yazılım ve servisleri içerir.

Hem ağ bağımlı (network-dependent) hem de uygulama tabanlı (application-oriented) OSI model unsurları, bir dizi protokol katmanı ile de tanımlanırlar. Herbir katman kendisine ait protokollere sahip olduğu gibi, bir altında ve üstünde yer alan katmanlarla da haberleşebilecek protokoller sahiptir. Bir katmandan çıkan mesajlar, uzak sistemdeki karşı gelen katmanla ilgili protokoller kullanılarak iletilir.

ISO Referans Modelinin lojik yapısı, Şekil 4.1’de görülmektedir. Alttaki üç katman (1-3) ağ bağımlıdır ve haberleşen iki bilgisayar arasında kullanılan haberleşme ağı protokolleriyle ilgilenir. Üstteki üç katman (5-7) ise, uygulama tabanlıdır ve iki kullanıcı arasındaki uygulama işlemlerinin, yerel işletim sisteminin sağladığı olanaklar çerçevesinde yürütülmesiyle ilgilenir. İkisi arasında yer alan 4 numaralı nakil (transport) katmanı ise uygulama tabanlı katmanları, ağ bağımlı katmanların ayrıntılı operasyonlarından izole eder.

Herbir katmanın fonksiyonları, başka bir sistemdeki benzer katmanlarla haberleşebilmeleri amacıyla kurallara bağlanıp protokoller halinde tanımlanmıştır. Herbir katman, başka bir sistemdeki ilgili katmanla haberleşirken, kendisinin hemen altındaki katmanın servis protokollerini kullanır ve hemen üstündeki katmana da kendisinin servis protokollerini iletir. Herbir katmanın temel fonksiyonları Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

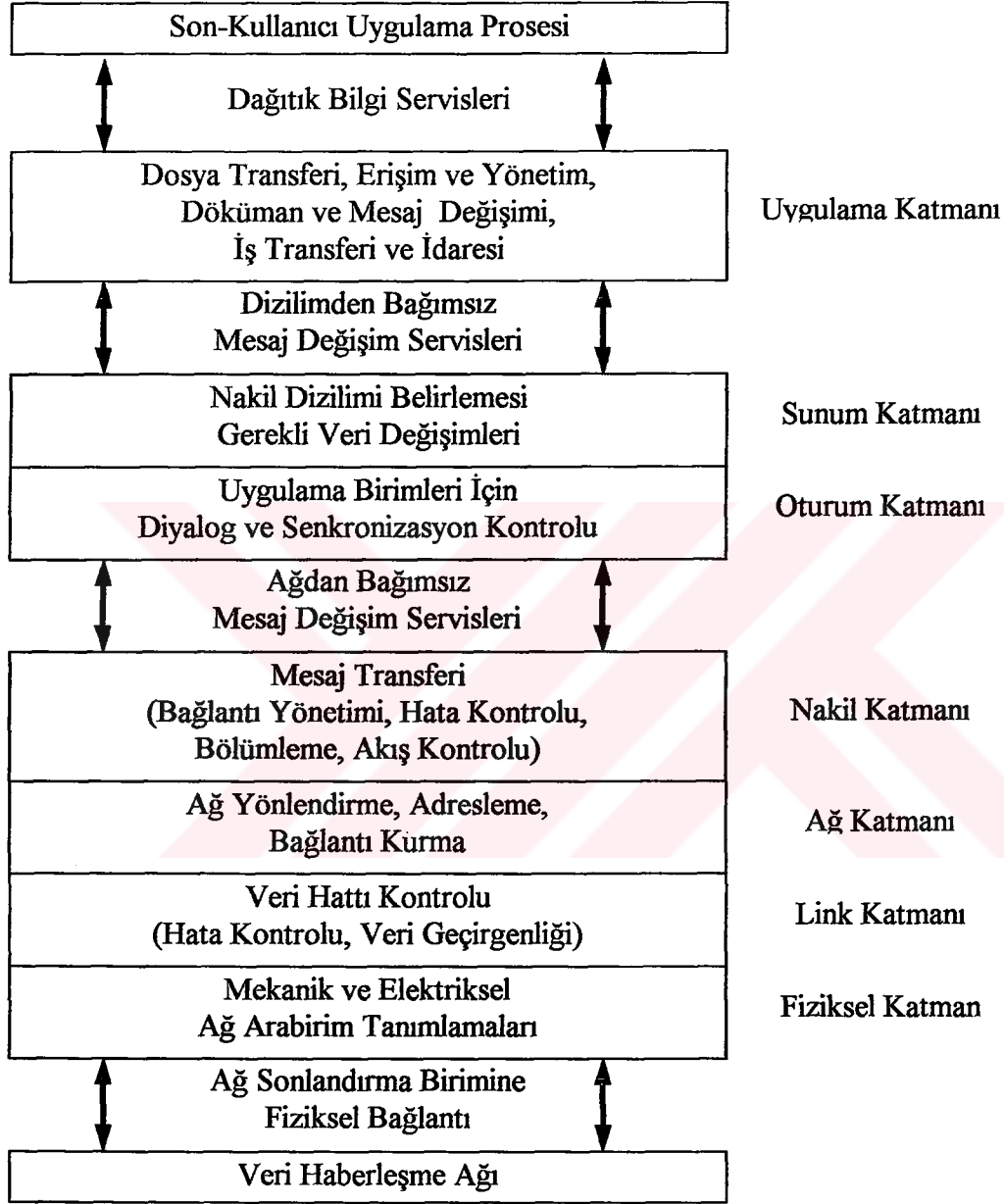
4.2 Standart Organizasyonları

Halen dünya üzerinde birbirlerinden ayrı faaliyet gösteren, oluşturdukları standartlara farklı seri kodları veya isimler veren, fakat genel anlamda birbirlerine eşdeğer standartlar oluşturan standart organizasyonları vardır. Bunların başlıcaları:

4.2.1 EIA (The Electronic Industries Association)

EIA, elektronik endüstrisinde yapılan üretimler için standartlar oluşturan bir Amerikan organizasyonudur. Bünyelerindeki ‘Technical Committee TR30’ olarak adlandırılan komite

tarafından sınırları çizilen veri haberleşmesi alanında çalışır. RS232-C, RS422-A, RS423-A ve RS485 standartları, bu organizasyonun çalışmaları sayesinde ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.2 Protokol katmanları

4.2.2 CCITT (The Consultative Committee in International)

Birleşmiş Milletlerin bünyesinde faaliyet gösteren Uluslararası Haberleşme Örgütü'nün (ITU) denetiminde olan bir komitedir. CCITT'nin bünyesinde veri haberleşme standartlarıyla ilgili çalışma yapan iki farklı grup bulunmaktadır. 'Grup VII', halka açık haberleşme ağları üzerinde standartlar oluşturur; 'Grup VIII', telefon hatları üzerinde veri haberleşmesi üzerine standartlar geliştirir.

4.2.3 ISO ve ANSI

Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO), üye olan her ülkenin başlıca standart enstitülerini bünyesinde toplayan dünya çapında etkin bir federasyondur. Amerika'nın ISO'daki temsilcisi ise American National Standards Institute (ANSI) 'tur. ISO'nun iki hedefi, veri haberleşmesi konusunda standartlar oluşturmak ve yukarıda açıklandığı gibi Açık Sistem Bağlantısı (OSI) olarak adlandırılan, dağıtık sistemlerin haberleşmesi için geliştirilen bir model üzerinde çalışmalar yapmaktır.

4.2.4 IEEE (American Institution of Electrical and Electronic Engineers)

Özel amaçlı ve yerel bilgisayar ağlarına yönelik olarak, bilgisayar üreticilerinin ihtiyaç duyacağı standartları ISO standartlarını temel alarak üreten bir Amerikan kuruluşudur.

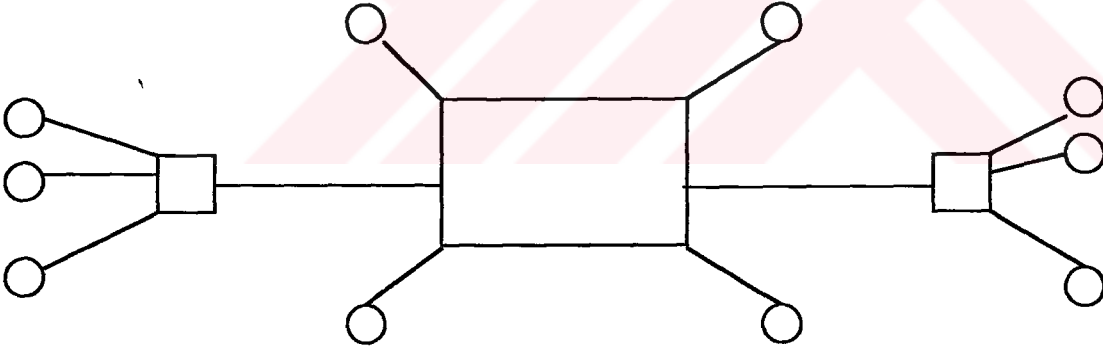
5. YEREL VERİ AĞLARI (LOCAL AREA DATA NETWORKS, LAN)

Yerel Veri Ağları, daha önce de belirtildiği gibi aynı ofis ya da aynı bina içinde yer alan dağıtık yapıdaki bilgisayarların birbirleriyle haberleşmeleri için kurulan ağ yapısıdır. ‘Özel Veri Ağları’ olarak da adlandırılırlar. Public veri ağlarına (WAN) göre, daha kısa mesafelerde kullanıldıkları için LAN’lar daha hızlı veri transfer etme yeteneğine sahiptir.

5.1 Temel Kavramlar

5.1.1 Topoloji

LAN topolojileri, bilgisayarlar arasındaki kısıtlı fiziksel uzaklıklar sebebiyle, WAN (PSTN, PSDN vb.) topolojilerine göre daha basit bir yapıdadır. Belli başlı LAN topolojileri üç gruptur: Yıldız(Star), bus ve halka (ring).

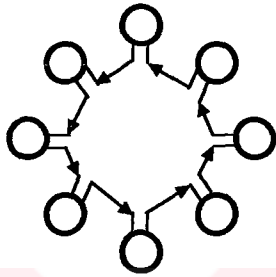


Şekil 5.1a Yıldız topolojisi

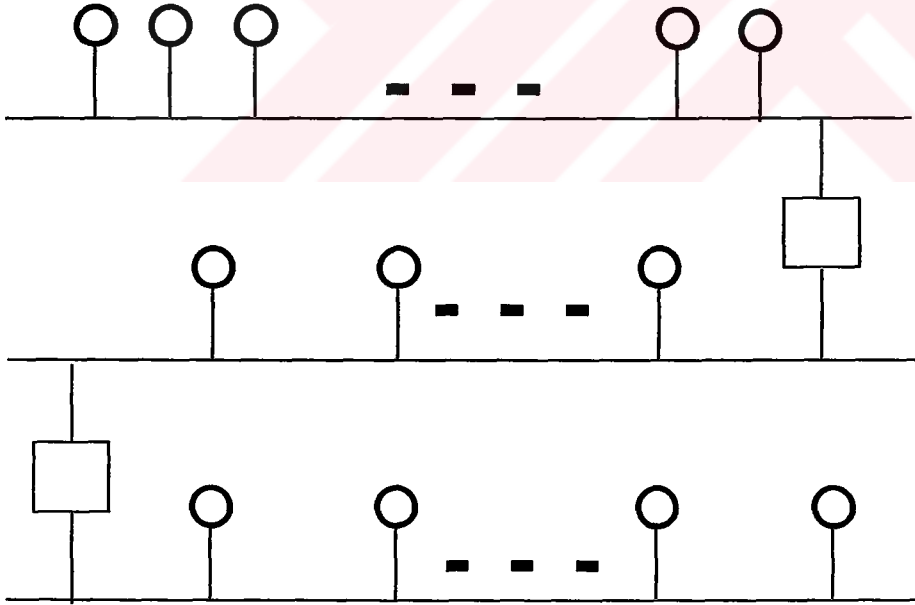
Yıldız (Star) topoloji için en uygun örnek PABX (Private Automatic Branch Exchange) dir. Geleneksel analog PABX’le yapılan bağlantılar, analog PSTN bağlantılarına çok benzer öyle ki ağ üzerindeki her bir yol kısıtlı bant genişliğinde analog ses taşıyacak şekilde düzenlenmiştir. Bu özellik, veri taşımak üzere kullanıldığında modeme ihtiyaç olacaktır. PABX’in daha ileri tiplerinde, dijital anahtarlama teknikleri kullanılmaktadır (PDX, Private Digital Exchanges). Anahtarlama 64 kbps.lık bir path, normalde dijital ses taşıyabilecek

kapasitede olduğu halde, herbir aboneye çıkış vererek hem ses hem de verinin taşınmasına olanak verir.

LAN ortamında daha çok tercih edilen topolojiler ise bus ve halka topolojileridir. Bus topolojide, tek bir ağ kablosu bilgisayarların bulunduğu ortamı dolaşır ve bilgisayarlar bu ağ üzerine fiziksel bağlantı sağlarlar. Ağa bağlanan bilgisayarlar arasında uygun iletim bant genişliğinin kullanılabilmesi için, erişim kontrol devreleri ve algoritmalarından yararlanılır.



Şekil 5.1b Halka topolojisi



Şekil 5.1c Bus topoloji

Halka topolojide, ağ kablosu, bir bilgisayardan çıkıp ötekine girerek sonuçta kapalı bir çevrim oluşturur. Komşu bilgisayarlar arasında birebir bağlantı olan iki yönlü bir yapıdadır.

Uygun erişim algoritmaları yardımıyla ağ üzerindeki her bir elemanın ring'i eşit biçimde paylaşmaları sağlanır. Gerek bus, gerekse halka topolojileri 1-10 Mbps aralığında değişen veri iletim hızları ile, yerel ortamlardaki bilgisayar tabanlı cihazların ara bağlantıları için uygun yapılardır.

5.1.2 İletim araçları

İletim araçları, daha önce de değinildiği gibi burulmuş tel çifti (twisted pair), koaksiyel kablo ve optik fiberdir. Burulmuş tel çifti ve koaksiyel kablonun avantajı, kabloya direk olarak fiziksel bağlantı yapılabilmesidir. Bus topolojiler genellikle bu iki tip kabloyu iletim aracı olarak kullanırlar.

Optik fiber kablolar fiziksel bağlantılar yapmak çok kolay değildir. Ancak, elektromanyetik girişimlerin yoğun olduğu ve yüksek veri iletim hızı gerektiren ortamlarda tercih edilirler. Halka topolojiler için uygundur.

5.1.3 Erişim kontrol yöntemleri

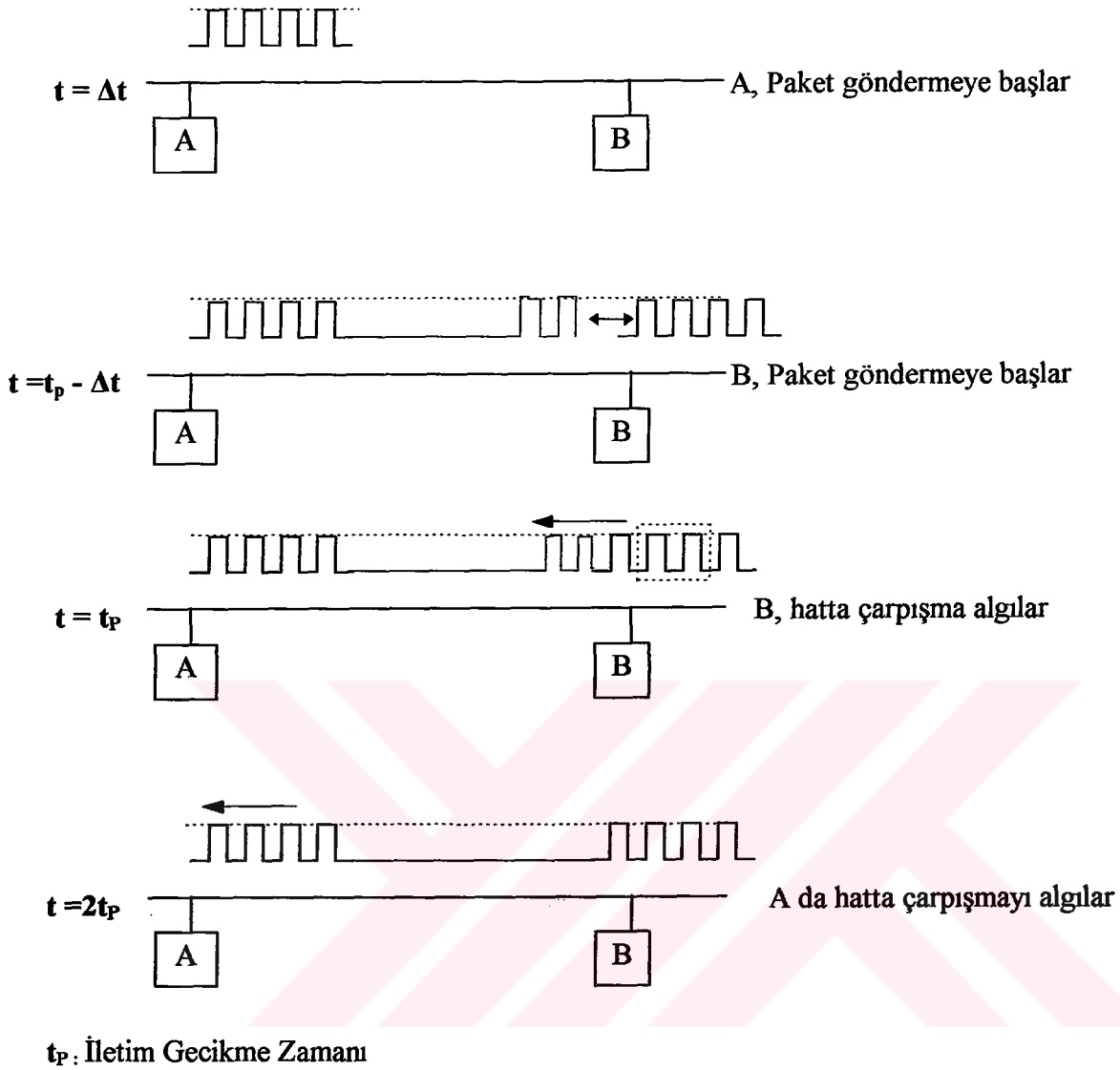
Bir star (yıldız) ağ üzerindeki iki bilgisayar arasında haberleşme yolu kurulduğunda, merkezi kontrol elementi (örneğin PDX), iki cihaz arasında konuşma boyunca sürececek bir iletim yolu rezervasyonu yapar. Oysa bus ve halka ağlarda yalnızca bir tane lojik iletim yolu olduğundan, ağa bağlı her bir elemanın iletim aracına erişmesi için uygun bir disiplin gerekir. Böyle bir disiplin için temel olarak iki teknikten söz edilebilir: Bus topolojiler için CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) ve hem bus hem de halka topolojiler için Kontrol Token. Ayrıca, halka topolojiler için Slotted (boşluklu) Ring adıyla bir yöntem daha vardır. Bu yöntemler, şöyle açıklanabilir:

5.1.3.1 CSMA/CD

Bus network'lerde kullanılan bu yöntemde, tüm DTE'ler aynı kabloya direk bağlı olduklarından herhangi iki DTE arasında bir iletim imkanı mevcuttur. Bu yüzden kablo, Multiple Access (Çoklu Erişim) modundadır. İletilecek veri, hedef adres de başında yer alacak şekilde frame olarak paketlenir ve kablo üzerine yayınlanır. Kabloya bağlı DTE'lerden herbiri adresi kontrol ederek verinin kendisine gelip gelmediğine bakar ve eğer kendi adresini görürse paketin tümünü okumaya devam eder ve tanımlanmış link protokolüne göre bir cevap üretir. Bu cevabın başına kaynak adres yerleştirilerek geri gönderilir.

Bu yöntemde, iki ayrı DTE'nin kablo üzerine aynı anda veri yayınlaması ve verilerin bozulması olasılığı mevcuttur. Bu olasılığı düşürmek için kaynak DTE, paketi koymadan önce hattı dinler ve eğer hat üzerinde bir Taşıma Sinyali (CS, Carrier Signal) yakalarsa hattaki paket iletilinceye kadar bekler ve ardından gönderir. Ancak, iki ayrı DTE'nin aynı anda hattı dinleyip boş olduğunu farkederek yine aynı anda paket göndermeleri durumunda çarpışma (collision) ve bozulma olacaktır. (Şekil 5.2)

Çarpışmayı anlamak için, DTE'lerden biri, hat üzerindeki veri içeriğini monitör ederek bunu paketin hat üzerine iletimi anındaki içerikle karşılaştırır. Eğer iletilen ve monitör edilen içerikler farklı ise bir çarpışmadan bahsedilir (CD, Collision Detect). CSMA/CD'deki çarpışma ve bozulma olasılıkları ağ yüküne bağlıdır. 10 Mbps seviyesinde hat hızlarına ulaşıldığı için ağ yoğunluğu pratikte pek yüksek değildir ayrıca paket iletimleri hattın boş olduğu zamanlarda gerçekleştiği için çarpışma olasılığı oldukça azdır.



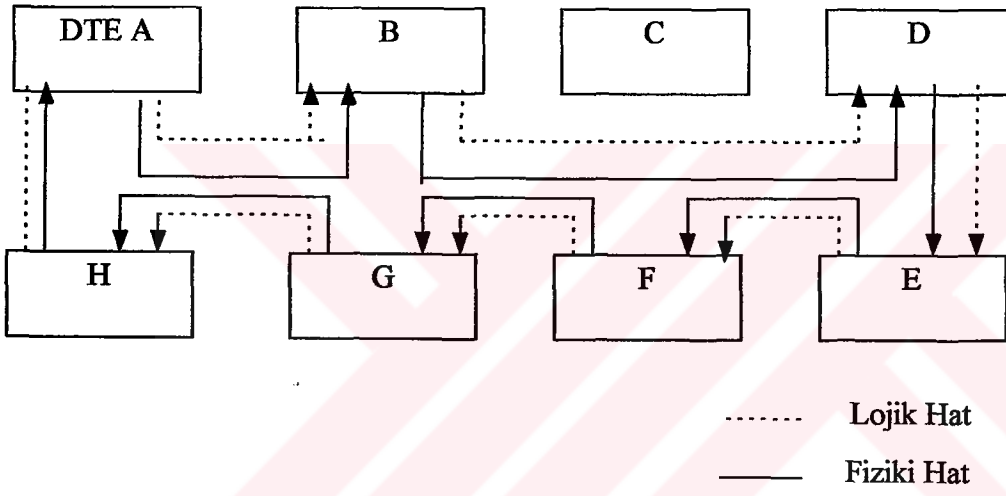
Şekil 5.2 CSMA/CD de çarpışma olayının algılanması

5.1.3.2 Kontrol token

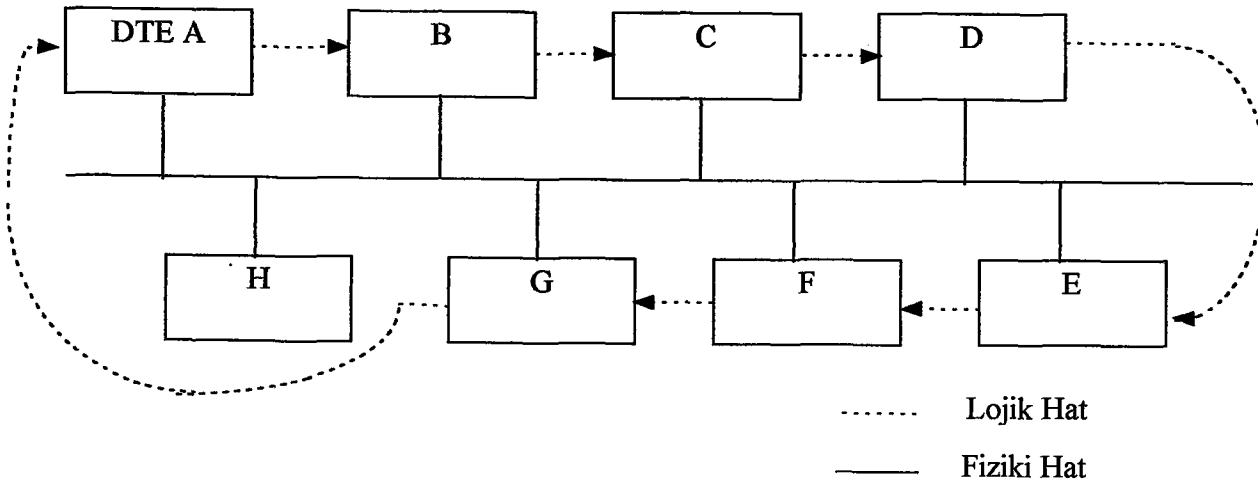
Paylaşımlı bir iletim aracına erişimi kontrol etmek için kullanılan başka bir yöntem, kontrol ya da izin jetonu (control token) yöntemidir. Bu yöntemde bir kontrol token, tanımlanmış ve ağ üzerindeki tüm DTE'ler tarafından bilinen kurallar çerçevesinde, bir DTE'den ötekine aktarılır. Bir DTE'ye hat üzerine paket koyabilmek için token'a sahip olmak zorundadır. paketi hatta koyduğunda, token'ı da başka bir DTE'nin hatta erişimini sağlamak üzere ilgili DTE'ye yollar. Bu sıra, şu şekilde işler:

- Tüm DTE'leri fiziksel bir ortama bağlayan lojik halka kurulur ve kontrol token yaratılır.
- Token, lojik ring üzerinde bir DTE'den ötekine iletilerek frame göndermek için bekleyen DTE tarafından yakalanması sağlanır.
- Token'ı alan DTE, fiziksel ortamı kullanarak paketi gönderir ve token'ı lojik halka boyunca bir sonraki DTE'ye iletir.

Fiziksel ortam, halka topoloji olmak zorunda değildir. Token, bir bus ağı erişim kontrolünü yapmak üzere de kullanılabilir. Bu iki tip ağ üzerinde lojik halkanın kuruluşu Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3a Token ring



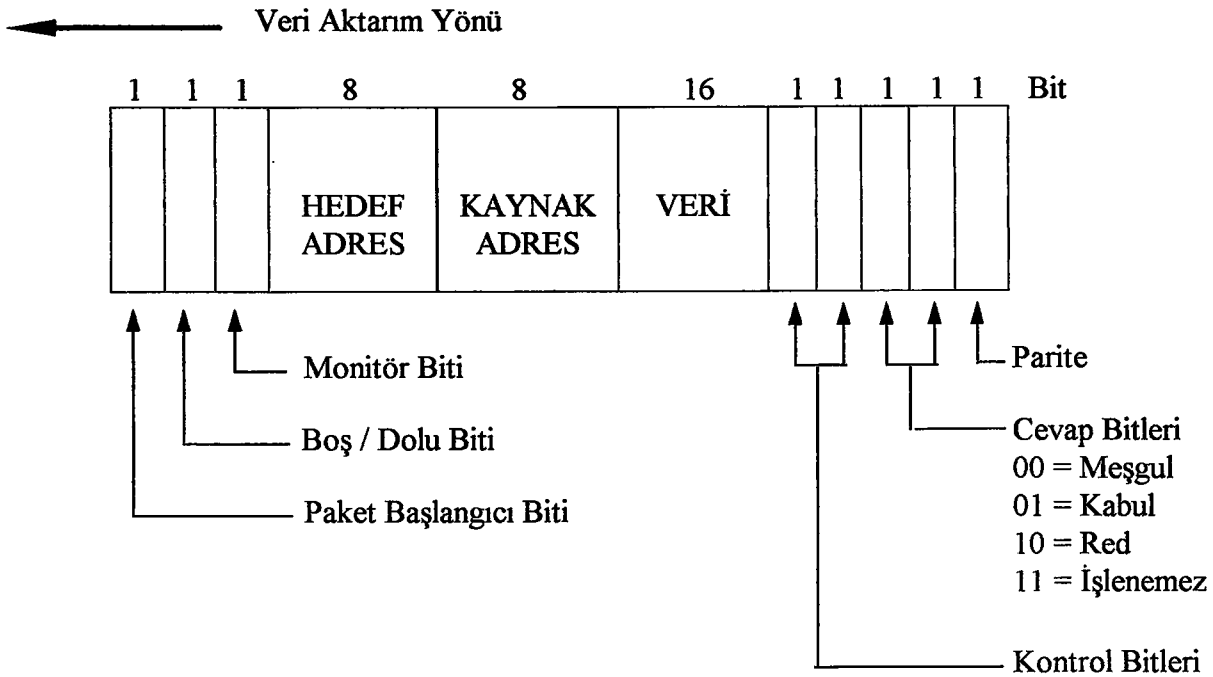
Şekil 5.3b Token bus

Şekil 5.3a'da fiziksel hat ile lojik hat aynı olduğundan, token iletiminin sırası DTE'lerin fiziksel bağlantı sırasıyla aynıdır. Ayrıca DTE C, ne fiziksel ne de lojik olarak ağa bağlı olmadığından by-pass modundadır, alma ve gönderme yapamaz. Öte yandan bus ağlarda lojik halka sırası, DTE'lerin fiziksel bağlantı sırası ile aynı olmak zorunda değildir ve token erişim metodunda da tüm DTE'ler lojik halkaya bağlanmak zorunda değildir. Örneğin Şekil 5.3b'de DTE H, lojik halkanın bir parçası değildir ve yalnızca alma modunda çalışır, gönderme modunda çalışmaz çünkü hiçbir zaman token'a sahip olamaz.

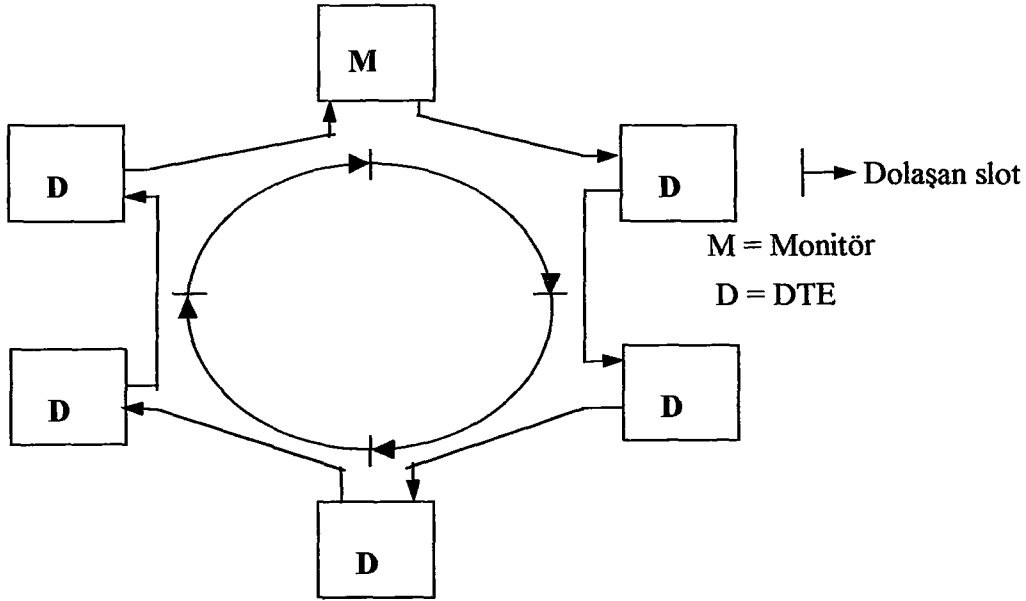
Token erişim metodunun başka bir özelliği de, token'a öncelik verilebilmesi ve böylelikle, yüksek öncelikli paketlerin diğerlerinden önce transfer edilebilmesidir.

5.1.3.3 Boşluklu halka (Slotted Ring)

Boşluklu halkada, öncelikle sabit sayıda binary dijital içeren (genellikle 16-bit) ve monitör adı verilen özel bir düğüm oluşturulur ve bu yapı halka boyunca diğer DTE'lere de aktararak, halka boyunca dolaşan sabit sayıda slot oluşturulur. Herbir slot, sabit uzunlukta paket taşıma yeteneğindedir. Bir paket slotunun formatı Şekil 5.4a'da verilmiştir.



Şekil 5.4a Bir paket slotunun bit tanımlamaları



Şekil 5.4b Boşluklu halka genel topolojisi

Başlangıçta tüm slotlar monitör tarafından boş/dolu (full/empty) biti boş olarak set edilerek ayarlanmıştır. Bir DTE, iletim yapmak istediğinde, paketi koymak üzere boş slot bekler. Boş slot gelince, onu dolu olarak işaretler, daha sonra hedef ve kaynak adreslerle verinin kendisini yerleştirip paket haline getirir ve sondaki cevap bitlerinin hepsini 1 yapar. Daha sonra slot, içindeki paket ile birlikte fiziksel halka boyunca bir DTE'den ötekine dolaşır. Herbir DTE, baştaki adresi kontrol eder ve eğer kendi adresini görürse paketi okuyup sondaki cevap bitlerini gerekli şekilde set eder (okundu ya da meşgul gibi) ve paketi bir sonraki DTE'ye iletir. Bu arada, veriyi ileten DTE, verinin halkayı tamamlayıp geri gelmesini beklemektedir ve bu gerçekleştiğinde slot'u tekrar boş olarak işaretleyip paketin sonundaki cevap bilgilerini değerlendirir. Slotlu halka yönteminin başlıca dezavantajları şunlardır:

1. Temel halka yapısının oluşturulması için, özel bir monitör düğümü gerektirmesi.
2. Herbir slot yalnızca 16-bit taşıyabildiğinden, bir paket iletimi için birden çok slot ihtiyacı duyulması.

Token ring'te, kontrol token'a sahip olan DTE, bir çok byte içeren frame'i bir bütün halinde iletebilir.

6. ORTAK HAT ÜZERİNDE HABERLEŞME

Endüstriyel ortamlarda sürekli artan bilgisayarlar ve özel amaçlı kontrol sistemleri ile ortaya çıkan sistemler arası haberleşme problemi, tasarımcıları kendi amaçlarını gerçekleştirmeye yönelik yeni metodlar geliştirmeye itmektedir. Böyle ortamlarda en önemli unsurlar, veri iletim yolları, sürücüler, alıcılar ve haberleşme protokollarıdır. Bu tip sistemlerde bilgisayarlar ve mikrodnetleyiciler arasındaki mesafe birkaç metreden birkaçyüz metreye kadar değişebilir.

Veri iletim ürünlerine duyulan ihtiyaç endüstrinin gelişmesiyle günden güne artmaktadır. İlkel veri iletim tekniklerinde kullanılan devreler oldukça basit elektronik yapıya sahip devreler olup, genellikle sadece hattın ucundaki bir terminali sürebilecek yetenekteydiler. Herbir sistem özel amaçlı olup, her farklı ihtiyaç için özel bir tasarım gerekmektedir. Zaman içinde farklı ihtiyaçlara cevap verebilecek standart veri iletim sistemleri geliştirildi. Bu standartlar gözden kaçırılmaması gereken birtakım önemli unsurlar içermekteydiler. Bu unsurlar ise uygulamalarda karşılaşılan gereksinimlerden kaynaklanmaktaydı.

Bu bölümde, birçok mikrodnetleyici ve bilgisayarın bağlı olduğu bir ortak hat üzerinde, güvenli olarak bilgi iletiminin sağlanabileceği bir haberleşme protokolunun tasarımı ve özellikleri anlatılacaktır. Bu ortak hattı tüm üniteler çift yönlü olarak kullanabilecek, yani her ünite bir diğerine bilgi yollayabilecektir. Ancak bunu gerçeklerken her birim daha önceden bahsedilmiş olan “kontrol token”ı kullanacaktır.

Sistemin;

- Endüstriyel ortamlarda çalışabilmek,
- Elektriksel çevre gürültülerinden etkilenmemek,
- Aynı hat üzerine birçok üniteyi bağlayabilmek,
- Uzun hatlar kullanabilmek,
- Yüksek hızlarda veri transfer edebilmek,

gibi gereksinimlerini karşılamak üzere, veri yolu RS-485 seri haberleşme standardını kullanılacaktır. Bunun için her bir ünite ortak hat üzerine bir RS-485 sürücü devresi ile bağlanacaktır.

Verileri, bir üniteden uzaktaki diğer bir üniteye hatasız olarak taşımak için gürültüye karşı da önlem alınmalıdır. Büyük miktarlardaki veriyi, uzun hatlarla ve gürültü seviyesi yüksek çalışma ortamlarında transfer etme zorunluluğu varsa, farksal veri iletim hatları kullanmak daha iyi sonuçlar vermektedir. Veri iletim hatlarında, toprak gürültüsü ya da anahtarlanma anındaki geçici rejimler tarafından yüklenen gerilimler alıcı girişinde ortak-mod işaretleri olarak etki yaparlar. Alıcı, farksal giriş yeteneğine sahip olduğunda sadece farksal işaretleri algılayacaktır. Bu özellikten dolayı farksal alıcı ve sürücüler, belli sınırların altında kalmak koşuluyla, ortak-mod gerilim seviyelerinin var olduğu ortamlarda güvenli bir biçimde çalışabilmektedir. Farksal veriyolu sürücüleri, belirli haberleşme standartları için kullanılabildiği gibi genel amaçlı olarak da yararlanılabilirler.

Bütün bu özellikleri sebebiyle farksal veri iletim yolunun, diğer tip veri iletim yollarına karşı üstünlüğü vardır. Ancak dezavantaj gibi görülebilecek tek farkları dengelenmiş veri yolu kullanılması zorunluluğu ve maliyetin biraz yüksekçe olmasıdır.

Diğer veri iletim metodlarında olduğu gibi, farksal veri iletim metodunda kullanılan dengelenmiş veri yollarının da, iletilen verideki hata girişimleri önlemek için, doğru bir empedansla sonlandırılması gerekmektedir. Veriyi, veri yolundan doğru olarak algılayabilmek için, hattın alıcı ucuna, hattın karakteristik empedansına eşit değerde bir empedans bağlanmalıdır. Eğer hatta yansıma varsa veya diğer kaynaklar tarafından rastgele sinyaller, gürültüler karışmışsa, yansımaları, girişimleri ya da osilasyonları önlemek için veri yolunun alıcı ve sürücü uçlarını sonlandırmak gerekir. Birçok sürücü bağlandığında hattın sadece karşılıklı uçları sonlandırılmalıdır. Alıcı veya sürücünün her üniteye sonlandırılmasından özellikle kaçınılması gerekmektedir. Çünkü bu ek sonlandırmalar veri yolunu ters yönde yüklemektedir.

Bütün birimler aynı hat üzerinden birbirlerine bağlantılı olarak çalışmaktadırlar. Veri iletişiminde “Token Bus” metodu kullanılmaktadır. Bu metodla veri iletim hattı üzerinde veri yollama hakkı sadece token’a sahip olan birimde olacağından birden çok verinin aynı anda veriyolu üzerine çıkmasından doğacak karışıklıklar önlenecektir. Ayrıca birimler arasında veri yolu olarak önceki bölümlerde avantajları anlatılmış olan “Bükülmüş tel çifti” (Twisted pair) kullanılacaktır.

Birimler birbirleriyle seri bilgi paketleri yardımıyla haberleşirler. Bu bilgi paketlerinin içinde verinin gideceği adres, çıkış adresi, işlem komutları ve varsa komutların parametreleri bulunmaktadır. Paketini en sonunda ise tüm verilerin birbiriyle “XOR” işleminden geçirilerek elde edilen kontrol karakteri bulunmaktadır. Bu kontrol karakteri hedef adreste de aynı yöntemle hesaplanıp gelen verinin doğruluğu denetlenecektir. Hedef ünite hesaplanan kontrol karakteri, çıkış adresinden yollanan kontrol karakteri ile aynı ise gelen verinin doğruluğundan emin olunabilir. Bunun sonucu olarak hedef adresteki ünite kaynak adresteki üniteye “ACK” karakteri yollayarak veri transferinin başarılı bir şekilde sonuçlandığını bildirir. Eğer hesaplanan kontrol karakteri gelen ile aynı değilse, hedef adresteki ünite kaynak üniteye “NAK” karakteri yollar ki bu, veri transferinde bir problem olduğunu ve tekrar yollanması gerektiğini kaynak üniteye bildirir. Bu esnada veri paketini yollamayı bitirmiş olan kaynak ünite gelen cevabı beklemektedir. Gelen cevap “ACK” ise kaynak ünite veri transferini sonuçlandırmış olur. Eğer hedef üniteden “NAK” gelmiş ise veri paketi baştan itibaren tekrar yollanır.

Aşağıda standart bir bilgi paketinin yapısı görülmektedir :

SYN	SYN	STX	HEDEF ADR.	KAYNAK ADR.	KOMUT	PARAMETRE AD.	P ₁		P _N	KONT. KAR.
-----	-----	-----	------------	-------------	-------	---------------	----------------	------	----------------	------------

SYN: Her bilgi paketinin başında 2 adet bulunan ve yeni bir paketin yollanmaya başladığını bildiren senkronizasyon karakteri.

STX: Her bilgi paketinin başında 1 adet bulunan ve veri paketinin başlangıcını bildiren veri paketi başlangıcı (Start of Text) karakteri.

HEDEF ADR: Veri paketini alacak olan ünitenin adresi. Veri paketini yollayan kaynak ünite verinin hangi üniteye yollandığını bildirmek zorundadır.

KAYNAK ADR: Veri paketini yollayan ünitenin adresi.

KOMUT: Veri paketi içinde yollanmak istenen komutun kodu.

PARAMETRE AD: Varsa, komuta ait parametre adedi.

P₁...P_N: Komuta ait parametreler.

KONT. KAR: Veri paketi içindeki herbir verinin kaynak üniteye birbiriyle “XOR” işleminden geçirilmesi ile elde edilen ve hedef üniteye elde edilen kontrol karakteri ile karşılaştırılacak olan kontrol karakteri.

6.1 Bağımsız Ünite - Ortak Hat Bağlantıları

Bilgisayarlar ortak veri yollama hattına seri haberleşme portları yardımıyla bağlanırlar. Bilgisayarlarda seri haberleşme portları iki tiptir: 9 uçlu ve 25 uçlu. Aşağıdaki tabloda genelde kullanılan bazı sinyallerin her iki tipteki bağlantı noktaları verilmiştir:

Sinyal	İsim	9 Uçlu	25 Uçlu
DCD	Veri Taşıyıcı Algılama (Data Carrier Detect)	1	8
RX	Veri Al (Receive Data)	2	3
TX	Veri Gönder (Transmit Data)	3	2
DTR	Veri Terminali Hazır (Data Terminal Ready)	4	20
GND	Sinyal Referansı (Signal Ground)	5	7
DSR	Veri Seti Hazır (Data Set Ready)	6	6
RTS	Veri Yollama İsteği (Request To Send)	7	4
CTS	Veri Yollamaya Hazır (Clear To Send)	8	5
RI	Telefon Çağrısı Algılama (Ring Indicator)	9	22

Çizelge 6.1 Bilgisayar seri haberleşme portu bağlantıları

Seri haberleşme portları üzerinden veri haberleşmesi yapabilmek için programlama esnasında kullanılan porta ait bazı ayarlamalar yapmak gerekir. Bu ayarlamalar kullanılacak porta ait saklayıcılar yardımıyla yapılır. Bu saklayıcılarda portun veri haberleşme hızı, karakter

uzunluğu, duruş bitleri sayısı, parite kontrol türü, vb... gibi bilgiler saklanır. Aşağıda bu saklayıcılar ve içeriklerine ilişkin tablolar görülmektedir.

ADR: Port Adresidir. Veri bu port adresine gelir ve bu port adresinden gönderilir. Ancak (ADR+3) adresinde bulunan saklayıcının (Line Control Register) 7. bitinin (Veri Transfer Hızı bölücüsü erişim - Divisor Latch Access) izin vermesi durumunda, bu adreste aynı zamanda veri haberleşme hızı da saklanır.

Adres	Veri Transfer Hızı	En çok anlamlı Byte(hex)	En az anlamlı Byte(hex)
ADR	50 bps	09	00
	75 bps	06	00
	110 bps	04	17
	134.5 bps	03	59
	150 bps	03	00
	300 bps	01	80
	600 bps	00	C0
	1200 bps	00	60
	1800 bps	00	40
	2000 bps	00	3A
	2400 bps	00	30
	3600 bps	00	20
	4800 bps	00	18
	7200 bps	00	10
	9600 bps	00	0C
	19200 bps	00	06

Çizelge 6.2 Veri transfer hızı belirlemede kullanılan değerler

(ADR+1) adresindeki saklayıcı Kesme İzin Durumu Saklayıcısıdır. (Interrupt Enable Register)

<u>Bit</u>	<u>Fonksiyon</u>
0	Data alındı kesme izni
1	Data gönderildi kesme izni
2	Hat durumu kesme izni
3	Modem durumu kesme izni
4-7	Daima "0"

Çizelge 6.3 Kesme izin durumu saklayıcısı bit fonksiyonları

(ADR+2) adresinde Kesme Adlandırma Saklayıcısı (Interrupt ID Register) bulunur.

<u>210 Bitleri</u>	<u>Kesme Kaynakları</u>
000	CTS DSR RI DC0
010	Veri Yollama Hattı Boş kesmesi
100	Veri Alınabilir kesmesi
110	Taşma Hatası, Parite Hatası, Veri Paketi Hatası, Veri Kesildi Hatası
xx1	Hiçbir Kesme İzni Yok
3-7	Bitleri daima "0" dır.

Çizelge 6.4 Kesme adlandırma saklayıcısı bit fonksiyonları

(ADR+3) adresindeki saklayıcı Veri Hattı Kontrol Saklayıcısıdır (Line Control Register).

<u>Bit</u>	<u>Fonksiyon</u>
0-1	Karakter Uzunluğu (Word Length) (00 ise 5, 01 ise 6, 10 ise 7 ve 11 ise 8)
2	Duruş biti sayısı (Stop Bit) (0 ise 1 duruş biti, 1 ise 2 duruş biti kullanılır.)
3	Parite izin durumu
4	Çift Parite seçme
5	"Stick" parite
6	Aktarım kesildi
7	Veri Transfer Hızı bölücüsü erişim biti (Divisor Latch Access bit)

Çizelge 6.5 Veri hattı kontrol saklayıcısı bit fonksiyonları

(ADR+4) adresindeki saklayıcı MODEM Kontrol Saklayıcısıdır.

<u>Bit</u>	<u>Fonksiyon</u>
0	DTR
1	RTS
2	Kullanılmıyor
3	8250 Kesmeleri için kullanılır
4	Testler için kullanılır
5-7	Daima "0"

Çizelge 6.6 MODEM kontrol saklayıcısı bit fonksiyonları

(ADR+5) adresinde Hat Durum Saklayıcısı (Line Status Register) bulunur.

<u>Bit</u>	<u>Fonksiyon</u>
0	Veri Hazır (Data Ready)
1	Taşma Hatası (Overrun Error)
2	Parite Hatası (Parity Error)
3	Paketleme Hatası (Framing Error)
4	Kırılma Kesmesi (Break Interrupt)
5	Yollanacak veri tutucu boş (Tx Hold Register empty)
6	Yollanacak veri gönderici boş (Tx Shift Register empty)
7	Daima "0"

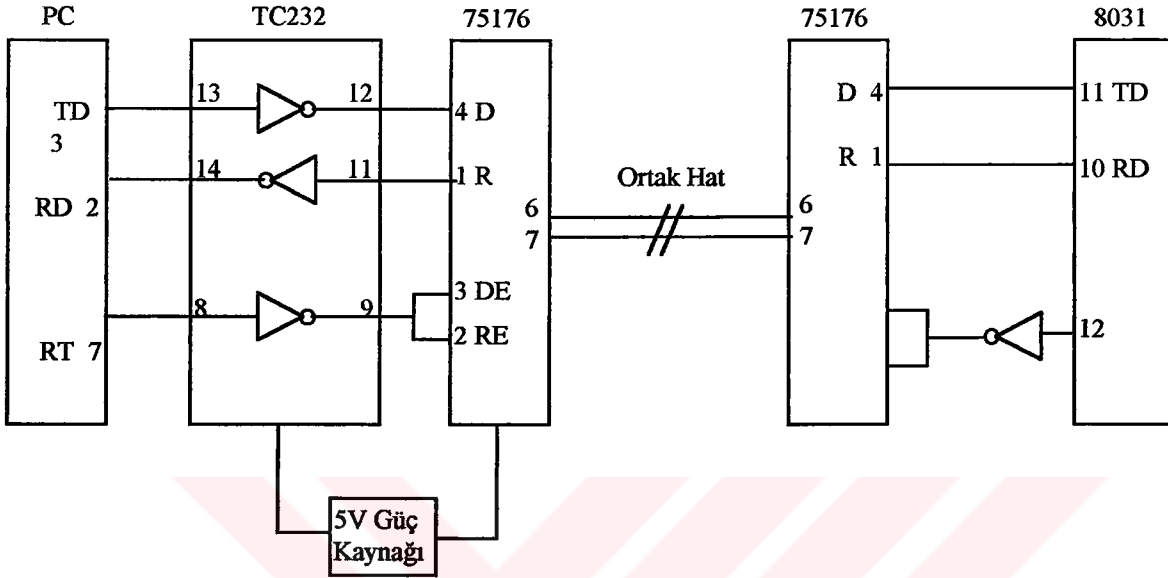
Çizelge 6.7 Hat durum saklayıcısı bit fonksiyonları

(ADR+6) adresindeki saklayıcı MODEM durum saklayıcısıdır. (MODEM Status Register)

<u>Bit</u>	<u>Fonksiyon</u>
0	CTS değişimi
1	DSR Değişimi
2	Yükselen Kenar algılama
3	Veri hattı değişimi sinyali algılama
4	CTS
5	DSR
6	RI
7	Veri Hattı Sinyal Algılama

Çizelge 6.8 MODEM durum saklayıcısı bit fonksiyonları

Bağımsız ünite eğer bir bilgisayar ise, seri haberleşme portundan çıkan RS-232 standardında bilginin TTL seviye diye adlandırılan seviyeye dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için bilgisayar ile RS-485 sürücüsü arasında Şekil 6.1’de görülen seviye dönüştürücünün konulması gerekmektedir.



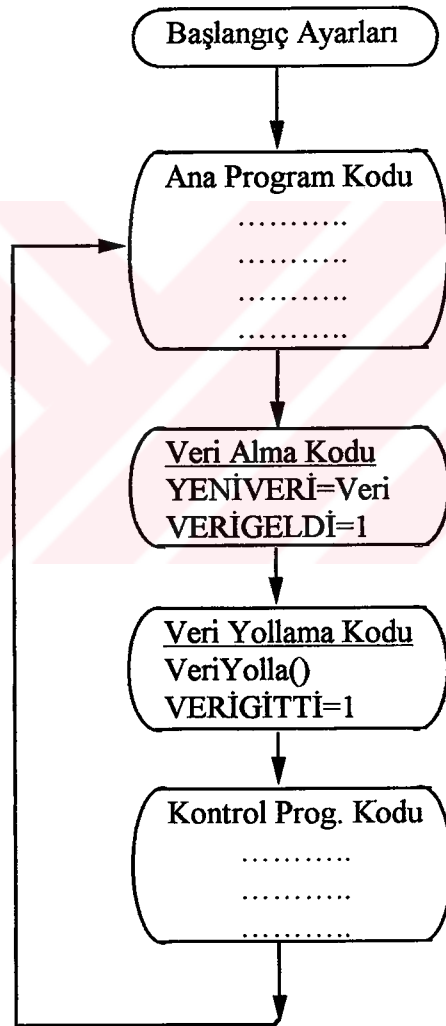
Şekil 6.1 RS-485 Seviye dönüştürücülerin bağlantı şeması

Ancak bundan sonra 75176, RS-485 sürücüsü kullanılmakta ve bilgisayar ünitesi ortak hatta bağlanabilmektedir. Bağımsız ünite eğer bir mikrodenetleyici ise, bu ünitenin çıkışları TTL seviyede olduğundan RS-485 sürücüsü ile arasında herhangi bir seviye dönüştürücüye ihtiyaç yoktur.

6.2 Bağımsız Ünitelerin Haberleşme Yazılımları

Bağımsız ünitelerin herbiri, birçok ünitenin aynı anda bağlı olduğu hatta bilgi alışverişini hatasız olarak gerçekleştirebilmek için, iyi bir yazılımın kontrolü altında çalışmalı ve hat üzerinde veri transferi yaparken aynı zamanda diğer aktivitelerini de kesintisiz sürdürebilmelidir. Bunu yapabilmek için yazılımın arka planda çalışmaya uygun tasarlanmış olması gerekmektedir. Bu haberleşme protokolunu kullanan diğer üniteler, ancak bu şekilde gerçek görevlerini kesintiye uğratmaksızın veri haberleşmesini sağlayabilirler.

Veri transfer hızı ne kadar yüksek olursa olsun, bir veri paketinin tamamının transfer edilmesi esnasında geçen zaman süresince, alıcı ya da gönderici ünitenin tüm zamanını veri transferi ile harcaması, günümüz işlemcilerinin hızları göz önüne alındığında, ünitenin kendi kontrol görevlerini aksatmasına sebep olacaktır. Bunu engellemek için veri paketinin her bir karakterini gönderme ve alma olayları birer basamak kabul edilir. Her bir basamak tamamlandıktan sonra, gönderici ya da alıcı kendi işine geri dönmekte ve bir süre kendi işlerine baktıktan sonra diğer basamağı icra etmektedir. Bu durumda veri transferi ile harcanan zaman, geri planda çalışmakta olan ana programın bir çevrimi içinde çok kısa bir süre tutmaktadır.



Şekil 6.2 Ana program çevrimi

Görülen bu çevrim içinde Veri Alma ve Veri Yollama Kodları herbir çevrimde bir karakter yollar veya alır. Dolayısıyla genel çevrim içinde oransal olarak çok az bir zaman kullanır.

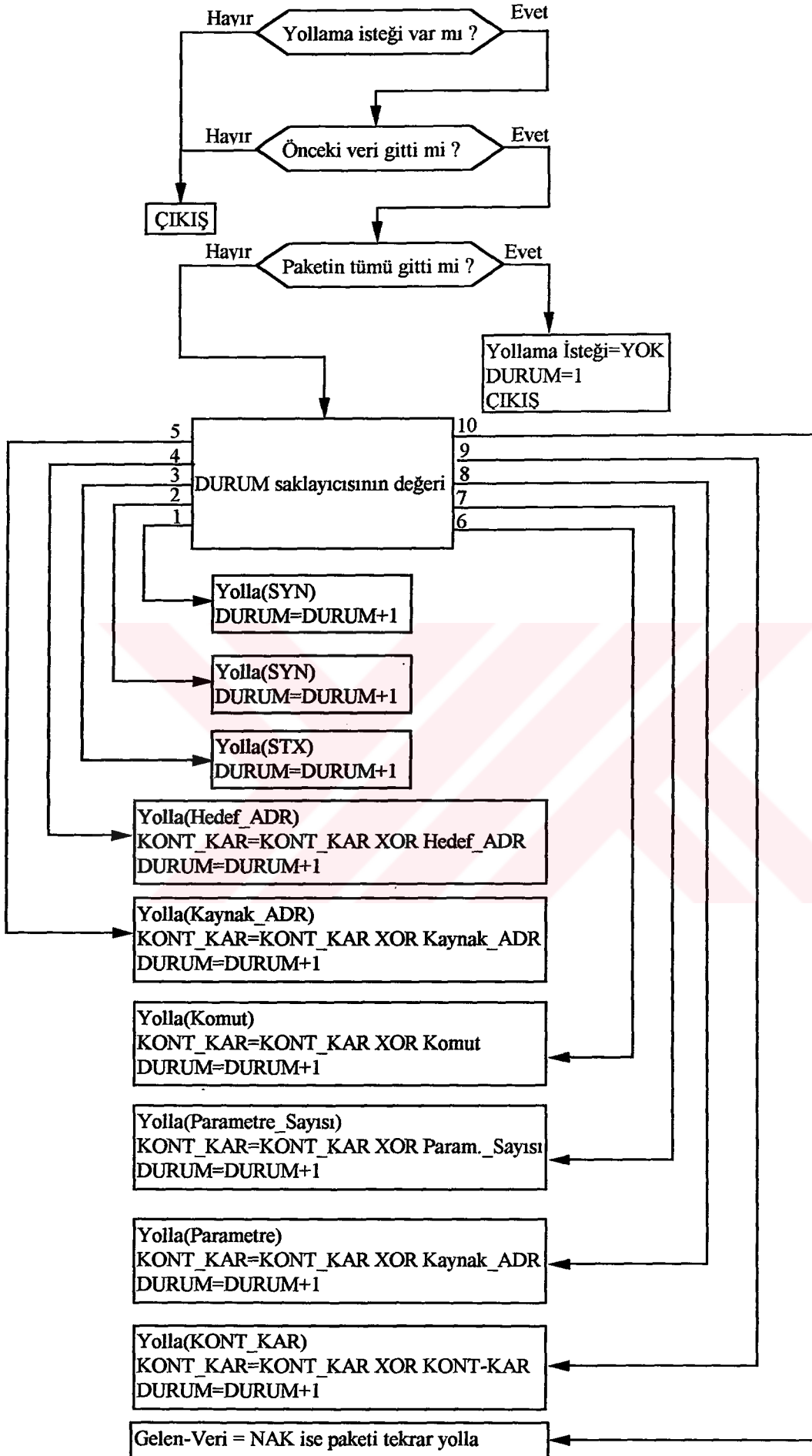
Bilgisayarlar için yazılım tasarlanırken programlama dili olarak, kullanıcı arabirimi ve görsel uygulamalardaki yetenekleri sebebiyle Delphi 3 kullanılmıştır. Veri transfer protokolunu hazırlarken ihtiyaç duyulan arka planda çalışabilme gereksinimi, Delphi programlama mantığı içinde bulunan “Multi-Thread” yapısı kullanılarak karşılanmıştır. Bu yapının özelliği; veri alma ve yollama için “Thread” olarak hazırlanan programların, kullanıcı arabirimini kesintiye uğratmaksızın arka planda çalışabilmesidir. Örneğin “Thread” olarak çalışan programlar veri yollama için çalışırken, sürekli olarak veri yollama isteği olup olmadığını izler.

Veri yollama isteği oluştuğunda önce yollanacak veri paketi hazırlanır. Daha sonra program ilk karakteri yollar ve derhal ana programa dönerek yollanan ilk karakterin gittiğine ilişkin bilginin gelmesini beklemeye başlar. Bu süre içinde ana program kesintisiz çalışmaya devam eder. İlk karakter gönderildikten sonra arka plandaki “Thread” tekrar çalışıp ikinci karakteri yollar ve yine beklemeye geçer. Bu durum, tüm veri paketinin başarıyla yollandığına ilişkin cevap, hedef adresteki üniteden gelinceye kadar devam eder.

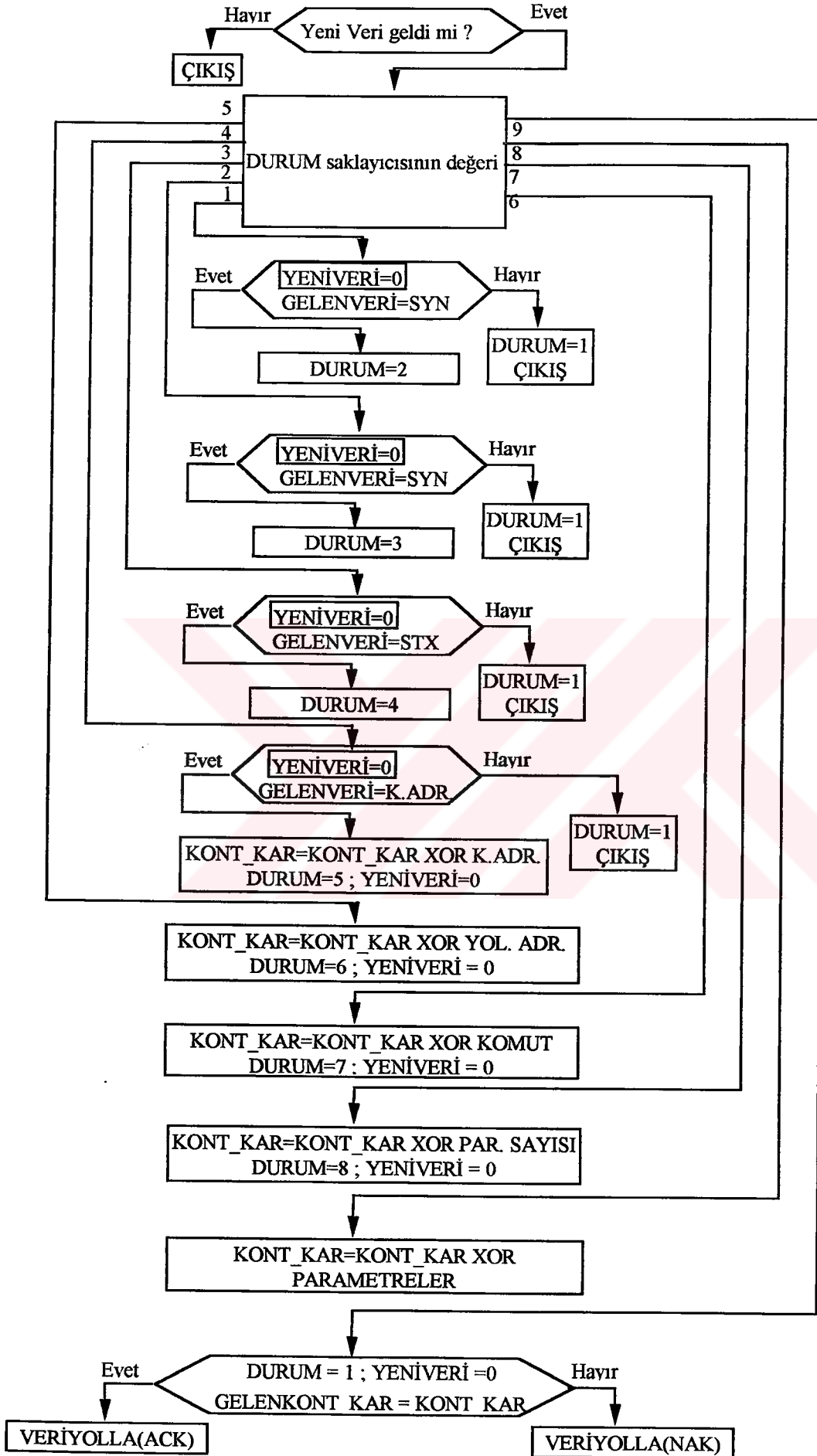
Hat üzerinden herhangi bir veri alındığında ise öncelikle bu karakterin senkronizasyon karakteri olup olmadığına bakılır. Eğer değilse bu karakterin diğer iki ünite arasındaki veri transferine ait bir karakter olduğu düşünülerek hat dinlenmeye devam edilir. Eğer gelen karakter bir senkronizasyon karakteri ise durum kayıtçısının değeri bir yükseltilerek bundan sonra sırayla ikinci bir senkronizasyon karakteri, bir paket başlangıç karakteri ve bir adres karakteri beklenir. Bu karakterlerin herbiri alındıktan sonra durum kayıtçısı her seferinde 1 yükseltilir. Eğer gelen adres, programın çalıştığı üniteye ait değilse, durum kayıtçısının değeri 1’e döndürülür ve gelen paketin bir başka üniteye ait olduğu düşünülerek, hat üzerinden kendi adresine gelecek başka bir paket beklenmeye devam edilir. Gelen adres bilgisi bu üniteye ait ise durum kayıtçısının değeri yükseltilmeye devam edilir ve paket sonuna kadar alınır. Bu arada her bir karakter alındıktan sonra yine bir değişken üzerinde “XOR” işleminden geçirilerek saklanır. Paketin tümü alındıktan sonra bu değişken, paketin

en sonunda gelen ve kaynak adreste de yolanın herbir karakterin aynı “XOR” işleminden geçirilmesiyle elde edilen kontrol karakteri ile karşılaştırılır. Eğer gelen paket içinde herhangi bir hata yoksa bu değişkenlerin değerleri de aynı çıkar ve kaynak üniteye “ACK” karakteri yollanır. Eğer bir hata oluşmuşsa kaynağa “NAK” gönderilir ve paketin yeniden yollanması beklenir. Kaynak ünite de paketi yollamayı bitirdikten sonra bu cevap karakterini beklemektedir. Eğer gelen cevap “NAK” ise paket yeniden yollanır. Eğer “ACK” gelmiş ise paketin hedef üniteye hatasız yollandığı anlaşılmış olur.





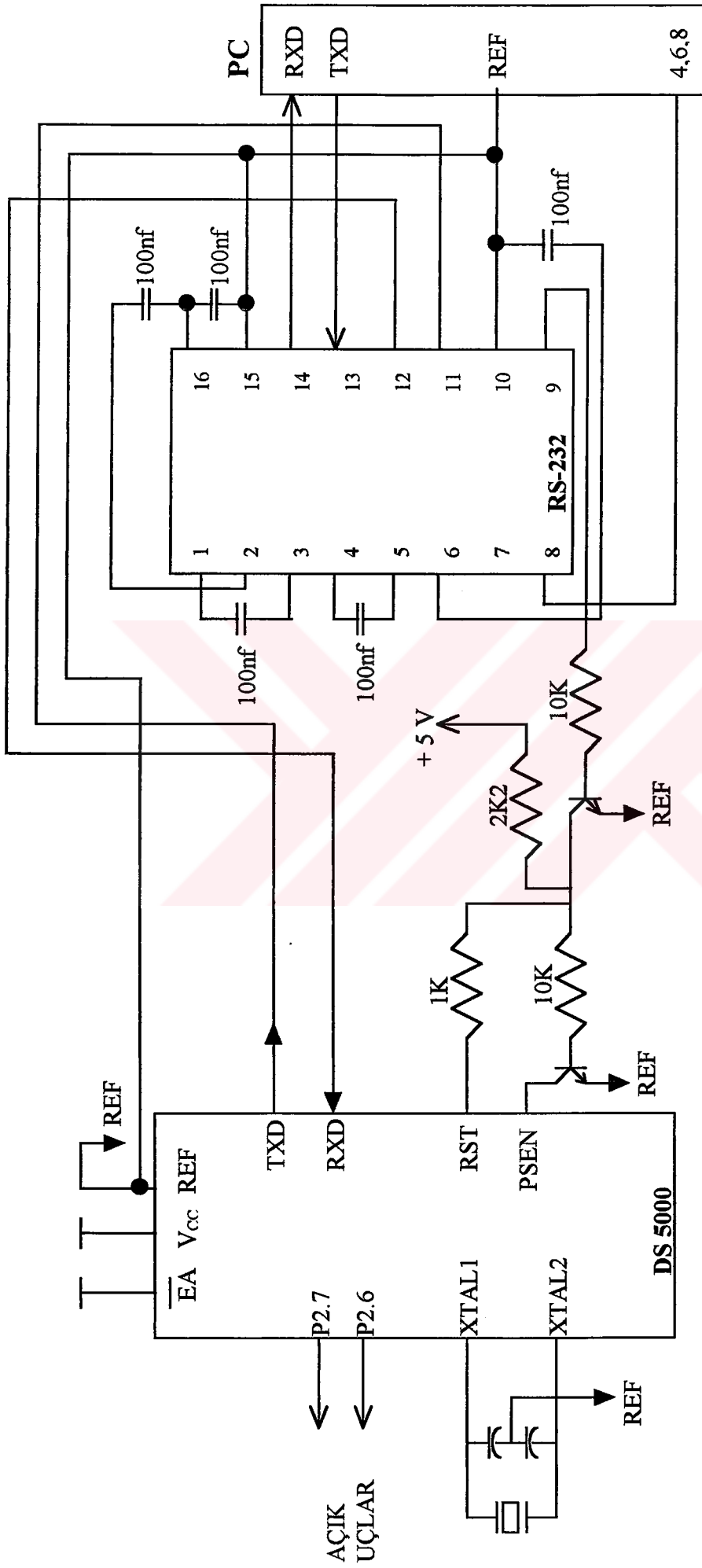
Şekil 6.3 Veri yollama programı



Şekil 6.4 Veri alma programı

Sistem dahilinde kullanılacak mikrodnetleyicilerin içinde bir seri haberleşme kanalının bulunması gerekmektedir. Ayrıca mikrodnetleyicinin programlanması bir bilgisayar kullanarak yapılabilmelidir. Bu tür istekler karşısında sağladığı kolaylıklar göz önüne alınarak DALLAS firmasının DS5000 adlı mikrodnetleyicisi bu uygulamada kullanılmıştır. Bu mikrodnetleyicinin bir bilgisayara nasıl bağlandığına ilişkin şematik diyagram Şekil.6.5'te gösterilmiştir.





Şekil 6.5 DS-5000 - bilgisayar arası bağlantı şeması

7. SONUÇLAR

Bu proje hazırlanırken, endüstriyel ortamlarda ortak bir hatta bağlanmış değişik ünitelerin, kendi görevlerini aksatmadan birbirleri ile haberleşmeleri hedeflenmiştir. Bu ünitelerin asli görevleri kontroldür (veri toplama, kumanda, vb..). Haberleşme ihtiyaçları çok yoğun değildir ama hatasız, güvenli, gürültüden arınmış, uzun mesafelere ulaşabilen ve standart bir haberleşme protokolüne ihtiyaç duyarlar. Bu proje kapsamında tasarlanan sistemin en önemli özelliği, uzak mesafeler arasında ve çok gürültülü bir ortamda, üniteler arasında güvenli bir veri iletiminin gerçekleştirilmiş olmasıdır. Ayrıca sistemin belli standartlara uygunluğu açısından, tasarımında ANSI X3.28-2.5-A4 protokolu temel alınmıştır.

Sistemde tüm birimlerin bağlı olduğu ve aynı anda sadece bir ünitenin veri yolladığı, diğerlerinin dinlemede beklediği yarı-çift yönlü (half-duplex) bir veri yolu kullanılmıştır. Bu veri yolunda ortak hatta bilgi yollarken, RS-485 sürücüsünü gönderme yönünde aktive etmek ve gönderme işini tamamladıktan sonra hemen veri almaya hazır duruma geçirmek gerekmektedir. Ancak bilgisayar yazılımı hazırlanırken Delphi’de, bilgisayarların seri haberleşme portuna erişimde güçlüklerle karşılaşmıştır. Delphi’de, haberleşme portlarına erişim için standart bir eleman bulunmamaktadır. Değişik kaynaklar ve internette yapılan araştırmalarda bu konuda halen büyük bir açığın varlığı saptanmıştır. Birçok yazılımcının bu konudaki dilek ve ihtiyaçlarını internetteki haber gruplarına bildirdikleri görülmüştür. Uzun araştırmalardan sonra bulunan ve oldukça faydalı görünen bir eleman ise sadece RS-232 haberleşmesinde kullanılabilmektedir. RS-485 sürücülerini aktive etmek için, seri portun bazı kayıtçılarının (register) içeriğini değiştirmek gerekmekte ancak Delphi, bir eleman tarafından kullanılmakta olan portun kayıtçılara erişimi engellemektedir. Bu durumda haberleşme portlarından veri alışverişi yapabilmek için Delphi’nin içinden 8086 assembler prosedürleri kullanılmış ve böylelikle assembler rutinler aracılığıyla seri portun RTS bitine ulaşıp veri yollarken RS-485 sürücülerini aktive etmek mümkün olmuştur.

Bu şekilde hem kontrol sistemlerinin hizmetlerini aksatmayan hem de RS-485 sinyal tipini kullanarak uzun hatlar boyunca birbirleriyle haberleşmelerini sağlayan bir protokol geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Albayrak, A.R., (1988), Bilgisayarların Seri Haberleşme Portları Üzerinden Bağlantı Kurularak Veri İletim Ağı ve Endüstriyel Akıllı Çevre Birimi Tasarımı, Denetimi, İstanbul

Çömlekçi, M., (1996), Her Yönüyle Borland Delphi, Alfa Basın Yayın Dağıtım, İstanbul.

DALLAS Soft Microcontroller Databook, (1993), Texas - USA.

Halsall, F., (1988), Data Communications, Computer Networks and OSI, The Bath Press, Wokingham, England.

Hwang, K.,-Briggs, F. A., (1987), Computer Architecture and Parallel Processing, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore

Mano, M.M., (1982), Computer System Architecture, Prentice-Hall, Inc., USA

Millman, J. ve Grabel, A., (1987), Microelectronics, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore

Morse, S.P., (1990), The 8086 - 8088 Primer, An Introduction to Their Architecture, System Design and Programming, Hayden Book Company, New Jersey.

National Interface Databook, (1996), California

Sedgewick, R., (1988), Algorithms, Addison-Wesley Publishing Company, USA

Williams, A.B., (1984), Designer's Handbook of Integrated Circuits, Mc Graw-Hill Book Company, New York.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	11.05.1968	
Doğum Yeri	İzmir	
Lise	1982-1985:	İzmir Özel Türk Lisesi
Lisans	1985-1990:	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1997- :	Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Bil. Müh. Bölümü
Çalıştığı Kurum:	1990-1996:	NETAŞ AR-GE

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ