

## SERİ GİRİŞ / ÇIKIŞ (SIO)

### 1. Genel Tanıtım

Bilgisayarların dış dünya ile haberleşmeleri kullanıcıya veya kullanım ihtiyacına göre seri veya paralel olarak gerçekleştirilebilir. Paralel giriş / çıkışta 8 bit data, 1 bit data hazır, 1 bit data istek, 1 bit GND olmak üzere 11 tel ile iletişim gerçekleştirilir. Bu haberleşme yöntemi hızlıdır. Ancak uzak mesafelerle yapılan haberleşmede maliyet çok fazladır. Seri haberleşmede biri veri, diğeri GND olmak üzere iki tel yeterli olduğundan dolayı seri haberleşmeye geçilmiştir.

Ayrıca haberleşmede gürültüden kurtulma çok önemlidir. Paralel haberleşmede lojik-0 için 0V, lojik-1 için 5V kullanılmaktadır. Burada 1-2V arası belli bir değere karşı düşmemektedir. Ancak gürültü bu değeri aşabilir. Seri haberleşmede ise lojik-1 (-3)-(-25)V, lojik-0 ise (3)-(25)V arasında kabul edildiğinden gürültülere daha dayanıklıdır. Yani  $\pm 25V = 50V$  dalgalanma aralığı vardır.

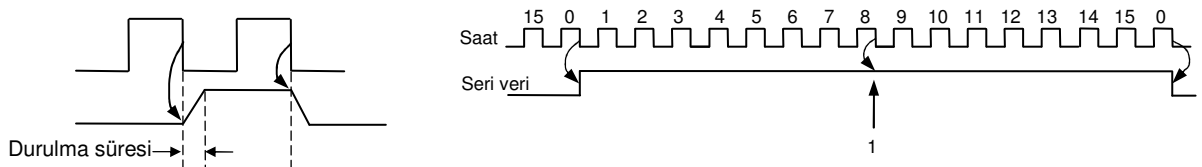
Seri giriş/çıkış arayüzleri bilgisayarla paralel, dış dünya ile seri haberleşen elemanlardır. Bilgisayardan aldıkları paralel veriyi kendi içerisinde seriye çevirip dışarıya verirken, dışarıdan aldığı seri veriyi paralele çevirip bilgisayara verir.

### 2. Seri Haberleşmede Bit Örneklenmesi

Seri haberleşmede gönderilen data bitlerinin uygun anlarda örneklenerek algılanması zorunludur. Çünkü datanın hazır olduğunu gösteren herhangi bir işaret alıcı ile verici arasında gönderilmez. Gönderen saat işareti ile data hattına koyulan data bitinin istenilen seviyeye ulaşması için belirli bir durulma süresinin geçmesi gerekmektedir. Alıcı cihaz bu biti data hattını bu durulma süresi geçtikten sonra örnekleyerek almalıdır. Örneklemenin data bit süresinin ortasında yapılması en uygundur ve bu amaçla alıcı tarafta bit ortasının bulunmasını sağlayan bir donanım kurulur. Orta noktanın bulunmasında kullanılacak saat işaretinin frekansı aşağıdaki bağıntı ile verilebilir:

$$\text{Saat işaretinin frekansı} = \text{Seri data hızı} \times K_s$$

$K_s$  katsayısı bitin ortasının bulunması için 1, 16 veya 64 seçilebilir. Buna göre data kelimesinin örnekleme zamanlaması aşağıdaki gibi verilebilir.



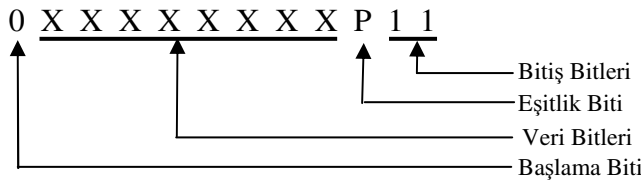
Sekil-1 Data bitlerinin örnekleme zamanlaması

x16 veya x64 saat işaretleri kullanıldığı zaman, alan saat gönderenden bir-iki darbe faz kaymış olabilir. Bu durumda problem oluşmaz; sadece alma örnekleme noktası merkezden biraz öteye kayar.

### 3. Seri Giriş / Çıkış Protokolü

#### 3.1. Asenkron Seri Haberleşme

Senkron ve asenkron olmak üzere iki seri haberleşme yöntemi vardır. Asenkron haberleşmede bir seri veri bit dizisinin başında ve sonunda datanın gönderilmeye başlandığını ve bittiğini belirten başlama ve bitiş bitleri mevcuttur. Buna göre, veri 0 başlama biti ile başlar ve 1, 1.5 veya 2 adet lojik-1 sonlandırma bitleri ile sonlanır. Bit dizisinde bu çerçevelenme bitlerinin kullanılması bilgi akış hızını belirli oranda düşürmesine rağmen senkronizasyonu sağlamakta ve donanım gereksinimi belirli oranda azaltmaktadır. Veri yapısı içinde yer alan ve bilgi akışında güvenilirliği artıran eşitlik biti de bilgi akış hızını düşüren diğer bir etkendir. Buna göre 8-bitlik bir bilgi, başlama biti, eşitlik (parity) biti ve sonlandırma bitleri ile Şekil-2'deki gibi çerçevelenerek gönderilebilir.



Şekil-2 Asenkron seri veri biriminin biçimi

Bilgilerin içerebileceği bit sayısı 5-8 arasında değişirken, eşitlik biti yalnız bir tanedir.

**Açıklama Kutusu:** Eğer örnekleme bit süresinin ortasında yapılırsa; izin verilecek maksimum hata, bit süresinin yarısı kadar sağa veya sola 9. bitin kaymasına izin verir. Eğer tüm bitler eşit olarak kaydırılırsa, bir bitteki hata miktarı bit süresi/(2\*9) olur. Bu gösteriyor ki, alma ve gönderme hızları %5.6 oranında eşleşmeyebilir.

#### 3.2. Senkron Haberleşme

Senkron haberleşme yönteminin gerçekleşmesi daha pahalı olmasına rağmen asenkron haberleşmeye göre daha hızlıdır. Başlama ve bitiş bitleri gerektirmeyen bu haberleşmede senkronizasyon, senkron karakter aracılığı ile gerçekleştirilir. İlk önce verici, senkronizasyon karakterini gönderir. Sync karakterini bulabilmek için seri G/Ç arayüz cihazının özel avlanma veya araştırma moduna sahip olması gerekir. Senkron haberleşmede, bir karakter 5-8 data biti ve bir de eşitlik bitinden oluşacak şekilde kurulan data kelimeleri ile gerçekleştirilmektedir.

Bitiş biti kullanılmadığından, senkronizasyonu korumak için genellikle bir saat işareti senkron veriye eşlik eder. Senkron seri veri, telefon hattından gönderileceği zaman, saat işareti için ayrı

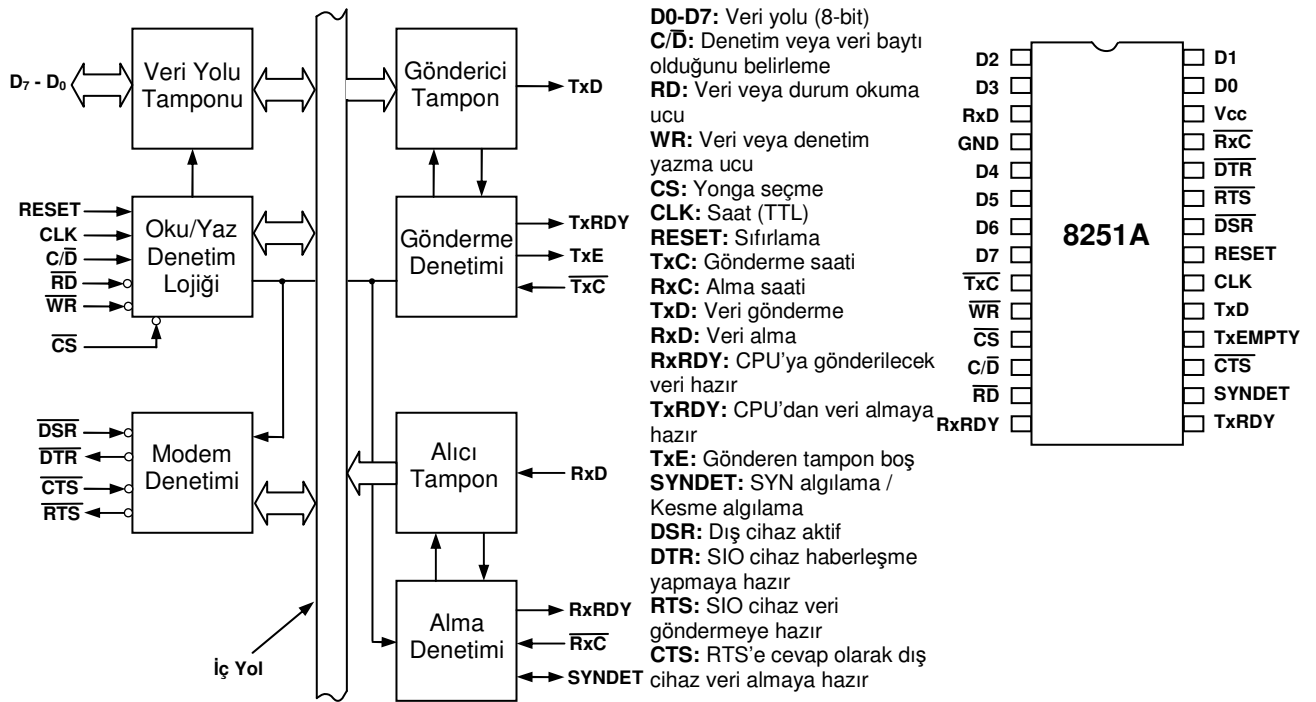
bir kanal sağlamak mümkün değildir. Bu durumda veri ve saati tek bir kanala kodlayacak özel bir senkron modem kullanılır.

**Açıklama Kutusu:** Senkron veri dizisinin SYNC karakteri ile asenkron veri dizisinin çerçeveleme bitleri arasında bir benzerlik vardır. SYNC karakteri bir blok senkron veri karakterini çerçeveler. Başlama ve bitiş bitleri ise bir asenkron veri dizisinde her veri karakterini çerçeveler.

Asenkron seri haberleşme ile arasındaki diğer fark, saat frekansının baud hızıyla aynı olmasıdır, yani seri x 1 frekanslı saat işareti kullanılır.

#### 4. Seri Giriş Çıkış Haberleşme (SIO) Cihazı

Düşük hızlarda bilgi iletişimi seri haberleşme yöntemiyle belirli kurallara uygun olarak özel SIO arayüz cihazlarıyla gerçekleştirilebilir. Bunlardan basit ve kullanıma yatkın olanlarından bazıları, Motorola 8850 asenkron veya 8852 senkron ve Intel 8251A senkron/asenkron cihazlarıdır. Diğer taraftan benzer entegreler kullanılarak bilgisayarların birbirleriyle seri haberleşmesi RS-232C yapısına uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Seri haberleşme protokolünün daha kolay anlaşılabilmesini sağlamak için bu deneyde Intel 8251A entegresinin genel yapısı ve çalışması incelenecektir.



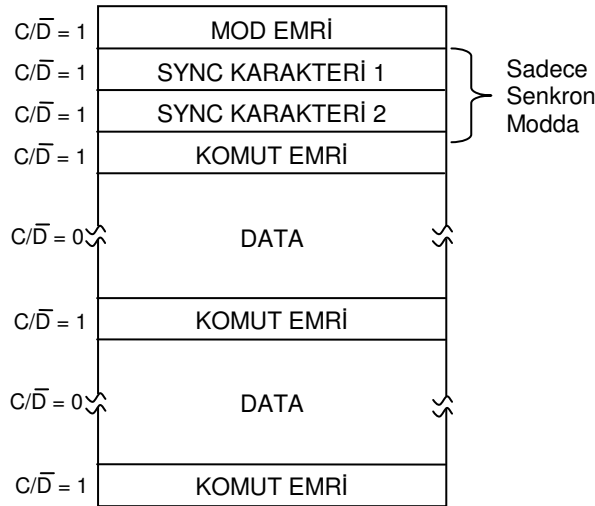
Şekil-3 8251A'nın genel yapısı

Asenkron çalışmada bu cihaz 19200 baud hızına kadar bilgi alma ve gönderme yeteneğine sahiptir. Bu cihaz kesme gönderebilir ve algılayabilir; ve ayrıca eşitlik, çerçeveleme ve işgal hatalarını algılayabilir ve farklı baud hızlarında veri transferi yapabilir.

Senkron çalışma modunda 8251A cihazı gönderilecek veri olmadığı zaman bir veya iki SYNC karakterini otomatik olarak araya sokabilmekte; ve bu yüzden bayt yönlendirmeli (oriented) senkron haberleşme sistemi için çok yararlı duruma gelebilmektedir. Ayrıca bu modda 64000 baud hızına kadar veri transfer edilebilir. Eğer senkronizasyon kaybolursa bu cihaz avlanma (hunt) moduna otomatik olarak girer ve senkronizasyonu tekrar sağlamak için bir sonraki SYNC karakteri veya karakter çiftini araştırır.

8251A'nın tam fonksiyonel tanımlanması sistem yazılımı tarafından programlanır. 8251A'nın istenen haberleşme biçimini desteklemesi için başlatılmasını amacıyla kontrol kelimesi kümesi CPU tarafından yollanmalıdır. Bu kontrol kelimeleri şunları programlayacaktır: Baud hızı, karakter uzunluğu, stop bitlerinin sayısı ve eşitlik biçimi. Senkron modda ayrıca dahili veya harici karakter senkronizasyonunu seçmek için de seçenekler bulunur.

**Açıklama Kutusu:** TxRDY çıkışı, 8251A'nın CPU'dan veri almaya hazır olduğunu CPU'ya bildirmek için yüksek seviyeye getirilir. Bu çıkış (TxRDY), CPU 8251A'ya bir karakter yazdığı anda otomatik olarak reset edilir. Diğer taraftan 8251A, seri verileri MODEM veya I/O aygıtı ile dış dünyadan alır. 8251A'nın tam bir veriye sahip olduğunu CPU'ya bildirmek için RxRDY çıkışı yükseğe çekilir. CPU'nun veri okuması durumunda RxRDY otomatik olarak reset edilir.



**Şekil-4** Tipik veri bloğu

#### 4.1 8251A'yı Programlama

Veri gönderimine veya alımına başlamadan önce 8251A, CPU tarafından kontrol kelimeleri kümesi ile yüklenmelidir. Bu kontrol işaretleri 8251A'nın bütün fonksiyonel tanımlamasını belirler ve bu iş bir reset işleminin hemen ardından yapılır. Bu kontrol kelimeleri mod ve komut emri olmak üzere ikiye ayrılır:

**Mod Emri:** Bu emir, 8251A'nın genel işlem karakteristiğini belirtir. Mod emri CPU tarafından 8251A'ya yazıldıktan sonra SYNC karakterleri veya komut emirleri yazılabilir.

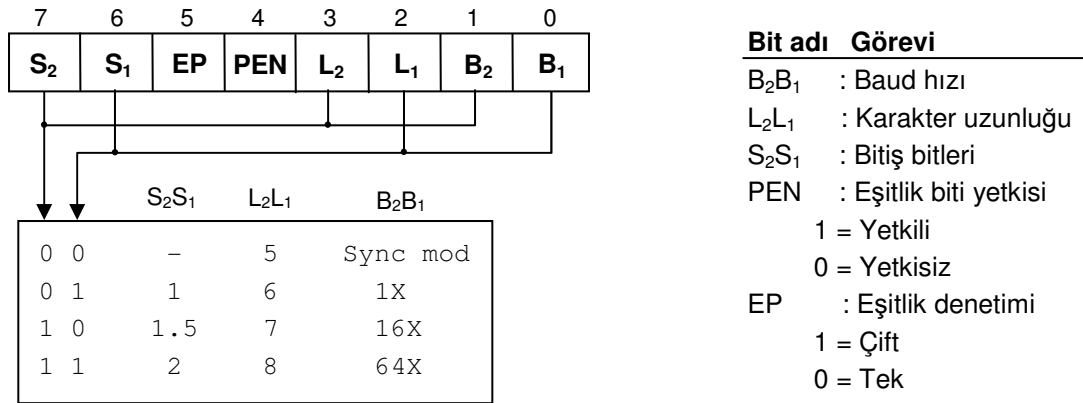
**Komut Emri:** Bu emir 8251A'nın asıl işlemini kontrol etmek için kullanılan bir kelimeyi belirtir.

Mod ve komut emirlerinin her ikisi de uygun cihaz işlemi için belirlenmiş sıraya uymak zorundadır (Şekil-4'e bakınız). Mod emri, 8251A'yı veri haberleşmesinde kullanmak için reset işleminden (harici veya dahili) hemen sonra yazılmalıdır.

Mod emrinden sonra 8251A'ya yazılan bütün kontrol kelimeleri komut emrini yükleyecektir. Komut emirleri 8251A'ya herhangi bir zamanda yazılabilir. Mod emri biçimine dönmek için komut emir kelimesindeki master reset biti başlatılamaya ayarlanabilir ve böylece 8251A'yı mod emir formatına koyacak dahili reset işlemi otomatik olarak başlar. Komut emirleri Mod emrini veya Sync karakterlerini izlemelidir.

## 4.2 8251A Cihazın Başlatımı

Mod emir kelimesi gelecek komutlara ve veri transferine 8251A cihazının nasıl cevap vereceğini belirler. Asenkron çalışma için bu kelimenin biçimi Şekil-5'te gösterilmiştir. B1 ve B2 bitleri saat frekansını belirler. L1 ve L2 bitleri ise transfer edilecek verideki bit sayısını gösterir; 5, 6, 7, 8 bitlik veriler kullanılabilir. PEN biti, eşitlik üretme ve algılama devresini yetkilendirir. Eğer PEN aktif ise, EP biti çift veya tek eşitliği seçer. S1 ve S2 bitleri, 8251A cihazının kullanacağı durdurma bitlerinin sayısını belirler.



**Şekil-5** Mod emir kelimesinin biçimi

16x baud hızı çarpanında, eşitlik yetkilendirilmemiş, 8-bit karakter uzunluğunda, ve 1 bitiş bitinde çalışmak üzere 8251A cihazı programlayan emir dizisi aşağıda verilmiştir:

```
BAŞLA:    LD A,01001110B    ; 8251A'yı başlat
          OUT (0EH),A ;
          LD A,00110111B    ; Alıcı ve göndericiyi
          OUT (0EH),A    ; yetkilendir
```

Bu programlama sırasının izlenmesi şarttır, çünkü mod kaydedici ve komut kaydedicinin adresleri aynıdır. Bu cihaz mod emir kelimesi ile başlatılınca, donanım veya yazılımla resetleninceye kadar, başka bir mod emir kelimesi kabul etmeyecektir. Bu örnekteki ikinci OUT emiri komut kaydediciyi programlar.

### 4.3 Komut ve Durum Kaydedicileri

Komut emiri 8251A cihazının çalışmasını denetlemek için kullanılır ve asenkron ve senkron çalışma için aynı biçim kullanılır. Komut emiri, 8251A cihazının çalışması esnasında veri bloğunun herhangi bir anında bu cihaza yazılabilir. Mod emirinden sonra ya sync karakter ya da komut emiri gelmelidir. Komut emiri biçimi Şekil-6'da gösterilmiştir. Bilgi göndermek ve almak için, TxEN ve RxEN bitlerinin ikisi aktif yapılmalıdır, yani birleşmelidir. Bu cihazın kullanımına bağlı olarak diğer bitler aktif veya pasif yapılır.

7	6	5	4	3	2	1	0
EH	IR	RTS	ER	SBRK	RxE	DTR	TxEN

#### Bit adı Görevi

- EH : Avlanma moduna gir (1=sync karakterlerini araştır).
- IR : İç reset (1=8251A cihazını başlatılma moduna sokar).
- RTS : Modeme gönderme isteği (1= $\overline{\text{RTS}}$  çıkışını sıfırlar).
- ER : Eşitlik, işgal ve çerçeveleme hatalarını sıfırlar.
- SBRK : Kesme karakteri gönderme (1=TxD çıkışını alçak yapar, 0=Normal çalışma).
- RxE : Alıcıyı yetkilendirir (1=Yetkili, 0=Yetkisiz).
- DTR : Veri terminali hazır ( $\overline{\text{DTR}}$  çıkışını sıfırlar).
- TxEN : Göndericiyi yetkilendirir (1=Yetkili, 0=Yetkisiz).

Şekil-6 8251A komut kelimesinin biçimi

8251A cihazının durum ve komut kaydedicilerinin adresleri aynıdır. Bu kaydedicilerin biri yalnız yazıldığından ve diğeri yalnız okunduğundan ortak adres kullanmak herhangi bir sorun oluşturmaz. Durum kaydedici, 8251A cihazının çalışmasının herhangi bir anında okunabilir. Okuma esnasında durum güncelleştirilmesi yasaklanmıştır. Durum kaydedicinin bazı bitleri 8251A cihazının çıkış bacakları ile aynı görevi yapar. Durum kelimesinin biçimi Şekil-7'de gösterilmiştir.

FE çerçeveleme hatası, bitiş biti kaybolduğu veya yanlış sayıda bitiş bitine rastlandığı zaman belirlenir. Bu hata normalde yanlış baud hızında veri alınıyorsa veya alıcı ve gönderici frekansları toleransın dışında ise meydana gelir. Bu bitin birleşmesi 8251A cihazının çalışmasını durdurmaz. Komut kelimesinin ER biti ile sıfırlanır.

7	6	5	4	3	2	1	0
DSR	SYNDET	FE	OE	PE	TxE	RxRDY	TxRDY

#### Bit adı Görevi

DSR	: Veri seti hazır. $\overline{\text{DSR}}$ girişinin değerini alır.
SYNDET	: SYNC karakter algılaması (senkron çalışma).
FE	: Çerçeveleme hatası.
OE	: İşgal hatası.
PE	: Eşitlik hatası.
TxE	: Gönderici boş.
RxRDY	: Alıcı hazır.
TxRDY	: Gönderici hazır.

#### Şekil-7 Durum kelimesinin biçimi

OE işgal hatası, son gelen bilginin tüm bitleri alındığı halde, iç veri kaydedicide mevcut bir önceki veri CPU tarafından alınmamış ise meydana gelir. Normal çalışmada bu hata oluşmamalıdır. Eğer oluşuyorsa, büyük olasılıkla yazılımda bir hata vardır.

PE eşitlik hatası, alınan veri yanlış eşitlik içerdiği zaman meydana gelir. Bu hatanın gösterilmesi veya hatalı verinin yeniden gönderilmesi programcının sorumluluğuna bırakılmıştır.

SYNDET, TxE ve RxRDY bitleri aynı adlı G/Ç bacakları ile aynı anlama sahiptir. TxRDY durum biti, TxRDY çıkış bacağından farklı bir anlam taşır. TxRDY durum biti CTS veya TxEN'e bağımlı değil iken TxRDY çıkışı bu çıkışlara bağımlıdır. Yani TxRDY durum biti = DB tampon boş, TxRDY çıkış bacağı = DB tampon boş ve CTS=0, TxEN=1 olduğunu gösterir.

## 5. Veri Transfer Programı

8251A cihaz üzerinden seri veri transferi yapacak program aşağıdaki şekilde basitçe yazılabilir.

```
GÖN: IN A, (0EH) ; Durumu oku
      RRCA      ; Gönderici hazır mı?
      JP NC, GÖN ; Hazır değilse başa dön
      LD A, (HL) ; Veriyi akümülatöre koy
      OUT (0CH), A ; Veriyi 8251A'ya gönder
      RET      ; Geri dön
```

#### Şekil-8 Asenkron veri gönderme altprogramı

Bu altprogramda gönderici transmisyona için yeni bir bayt almaya hazır olduğunu gösterinceye kadar TxRDY biti test edilir. Bu işte TxRDY bitini kullanılmaz; çünkü bu bit veriye ilişkin tüm bitlerin tamamen gönderildiğini gösterir. TxRDY bitini ise gönderilmekte olan bir baytın olduğunu ve iç saklama kaydedicinin bir sonraki bayt almaya hazır olduğunu gösterir. 8251A cihazına mikroişlemcinin gönderdiği birinci bayt seri olarak dış cihaza gönderilirken ikinci bayt da gönderici için hazır tutulur. Bu durum birinci ve ikinci gönderilen bilgi parçaları için 8251A cihazını yoklamak suretiyle gerekli süreyi azaltarak sistemin verimliliğini artırır. Bu altprogram HL kaydedici çifti ile adreslenen karakteri dışarıya gönderir.

```
ALIM: IN A, (0EH) ; Durumu al
      AND 02H ; RxRDY bitini ayır
      JP NZ, ALIM ; Hazır değilse atla
      IN A, (0EH) ; Durumu al
      AND 38H ; Hataları denetle
      JP NZ, HATA ; Hata varsa HATA'ya git
      IN A, (0CH) ; Veriyi al
      LD (HL), A ; ve sakla
      RET ;
```

**Şekil-9** Asenkron veri alma altprogramı

Şekil-9'da verilen ALIM altprogramı, 8251A cihazına alınmış hazır verinin olup olmadığını belirlemek için RxRDY bitini test eder. RxRDY bitini sıfır ise veri alınmamıştır. Bu durum altprogramın ALIM'a geri dönmesine neden olur. Eğer RxRDY bitini birleşmiş ise veri mevcut demektir, ve o zaman bu altprogram hata denetimine başlar. Hata varsa HATA adlı bir hata çözümleme altprogramına dallanır. Çoğu durumda HATA altprogramı hatalı baytın yeniden transferini ister. Eğer hata yoksa, veri 8251A cihazından okunur ve HL kaydedici ile adreslenen yere yazılır.

## 6. Senkron Çalışma

Senkron çalışmada kullanılan mod emir kelimesinin biçimi Şekil-10'da gösterilmiştir. En anlamsız iki bit, senkron çalışmayı belirtmek için lojik-0 olmalıdır. Bu mod emir kelimesi 8251A cihazına gönderildikten sonra mutlaka bir veya iki SYNC karakteri bu kelimeyi izlemelidir. Diğer bir deyişle, bu başlatma işlemi asenkron başlatma işleminden 1-2 bayt daha uzundur. Senkron çalışmada hem gönderici hem de alan için saat girişlerinin çarpanları yoktur; çarpan daima 1x'dir.



7	6	5	4	3	2	1	0
SCS	ESD	EP	PEN	L2	L1	0	0

**Bit adı Görevi**

- SCS : Tek veya çift SYNC karakter, (0=Çift, 1=Tek).  
ESD : SYNDET bacağının giriş/çıkış olduğu (0=Çıkış, 1=Giriş).  
EP : Eşitlik denetimi (0=Tek, 1=Çift).  
PEN : Eşitlik yetkilendirme.  
L2,L1 : Karakterdeki bit sayısı.

**Şekil-10 Senkron Mod Emir Kelimesi**

8251A cihazı bir blok bilgiyi gönderdikten sonra otomatik olarak sync karakterlerini gönderir; bu sync karakterlerini transmisyondan önce göndermek kullanıcıya kalmıştır. Sync karakterler arasında gönderilen baytların sayısı seçilen protokole bağlıdır.

Senkronizasyonu başarmak için, herhangi bir bilgi alınmadan önce 8251A cihazına bir avlanma komutu gönderilir. Senkronizasyon başarılıktan sonra, veri normal yolla alınabilir. Senkron başlatma diyalogu aşağıda gösterilmiştir.

```
BAŞLA: LD A,00011100B ; Mod emrini yaz
        OUT (0EH),A ;
        LD A,SYNC1 ; SYNC1 karakterini yaz
        OUT (0EH),A ;
        LD A,SYNC2 ; SYNC2 karakterini yaz
        OUT (0EH),A ;
        LD A,00010101B ; Gönderici ve
        OUT (0EH),A ; alıcıyı yetkilendir.
```

**Şekil-11 8251A cihazı senkron başlatma altprogramı**

Senkron veri alımına ilişkin bir altprogram, sync karakterleri araştırmak için 8251A cihazının avlanma moduna girmesini emreder. Sync karakterler algılandıktan sonra, ALIM altprogramında olduğu gibi, bir altprogram ile veri alınabilir (Şekil-12).

```

ALIM:      LD A,10010101B      ; Avlanma moduna gir
           OUT (0EH),A
ALIM1:     IN A,(0EH)          ;
           AND 40H             ; SYNDET'i ayır
           JP Z,ALIM1          ; Senkronizasyon yoksa atla
ALIM2:     IN A,(0EH)          ; Durumu oku
           AND 02H             ; RxRDY'yi ayır
           JP Z,ALIM2          ; Hazır değilse atla
           IN A,(0EH)          ; Hatayı denetle
           AND 38H
           JP NZ,HATA          ; HATA altprogramına git
           IN A,(0CH)          ; Veriyi al
           LD (HL),A           ; ve sakla
           INC HL
           CP EOT              ; Transmisyonun sonu olup
           JP NZ,ALIM1 ; olmadığını denetle
           RET

```

**Şekil-12** Senkron veri alma altprogramı.

## DENEYE HAZIRLIK

**1-** Tüm mikroişlemciler özel bir donanım ( USART gibi) gerektirmeden seri veri üretecek yetenektir. Bu amaçla, asenkron seri veriyi elde etmek için, nasıl bir program akışı izlenebilir? Araştırınız.

**2-** Günümüzde seri haberleşmede yaygın olarak kullanılan RS232 standartlarının ortaya atılma amacı ve özellikleri hakkında kısa bir araştırma yapınız.

## DENEYİN YAPILIŞI

**1-** Asenkron veri alma ve gönderme programlarını Z80 işlemcide koşarak deney setini PC bilgisayarlarla haberleştiriniz ve bu haberleşmeyi osiloskopta gözleyiniz.

**2-** Senkron haberleşme protokolünü inceleyerek senkron veri alma kodunun nasıl çalıştığını anlatınız. Senkron veri gönderme programının da nasıl yazılabileceğini düşününüz.