

# Bilgisayar İŞLETİM SİSTEMLERİ



Bilgisayar **İŞLETİM  
SİSTEMLERİ**

Prof.Dr. Ali SAATÇİ  
Hacettepe Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Genişletilmiş İkinci Baskı  
Ankara, 2002



## **DEFNE ve YUNUS'a**

### **Yazar Hakkında**

Dr. Ali SAATÇİ, 1950 yılında Ankara'da doğdu. Orta öğrenimini Galatasaray Lisesinde tamamladı. Fransız Hükümetinin verdiği bursla Fransa'ya gitti. *Institut National des Sciences Appliquées de Lyon* adlı okuldan Elektrik Yüksek Mühendisliği diploması aldı. Aynı okulda, bilgisayarlı süreç denetimi konusunda doktora çalışmalarını tamamlayarak 1980 yılında yurda döndü. 1981 yılından başlayarak Hacettepe Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde çalışmaya başladı. Bilgisayar Yapısı, Sistem Programlama, İşletim Sistemleri, Veri İletişimi, Bilgisayar Ağları, Ağ Güvenliği, Mikroişleyiciler konularında dersler verdi. Bilgisayar Donanımı anabilim dalında 1983'te Doçent, 1989 yılında da Profesör ünvanlarını aldı. 1986-1991 yılları arasında, Hacettepe Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde Bölüm Başkanlığı yaptı. Dr. Ali SAATÇİ, halen aynı bölümde öğretim üyeliği ve Bilgisayar Donanımı Anabilim Dalı Başkanlığı görevlerini sürdürmektedir.



<b>GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. İşletim Sisteminin Genel Tanımı ve Konumu.....	2
1.2. Bilgisayar Yapısının Gösteriminde Kullanılan Model.....	4
1.3. İşin Tanımı .....	8
1.4. Tek İş Düzeni, Çok İş Düzeni Tanımları .....	9
1.5. Görev ve Çok Görevli İşlem .....	12
1.6. Toplu İşlem ve Etkileşimli İşlem .....	13
1.7. Gerçek Zamanlı İşlem .....	15
1.8. İşletim Sistemini Oluşturan Kesimler .....	16
1.8.1. Ana İşlem Biriminin Yönetimi .....	18
1.8.2. Zamanuyumlama İşlevleri .....	19
1.8.3. Giriş/Çıkış Sistemi.....	20
1.8.4. Ana Belleğin Yönetimi .....	20
1.8.5. Kütük Yönetimi .....	21
1.8.6 Sistem Komut Yorumlayıcısı.....	22
1.9. Sistem Çağrıları.....	24
1.10.Çok Kullanıcılı Bilgisayar Sistemi Kavramının Evrimi .....	28

<b>GİRİŞ / ÇIKIŞ SİSTEMİ</b>	<b>31</b>
2.1. Giriş / Çıkış Birimleri .....	33
2.1.1. Arabirim-Sürücü arası Bağlantı .....	34
2.1.2. Giriş / Çıkış Arabirimleri .....	38
2.2. Seçmeli Giriş / Çıkış Programlama .....	44
2.3. Kesilme Düzeneği .....	54
2.3.1. Kesilme Yordam Adresinin Ana Bellekten Alınması .....	58
2.3.2. Kesilme Yordam Adresinin Arabirimce Sağlanması .....	59
2.3.3. Kesilme Türleri .....	65
2.3.4. 80X86 Türü İşleyicilerin Kesilme Düzeneği .....	67
2.4. Kesilmeli Giriş / Çıkış Programlama .....	70
2.4.1. Zincirleme Bağlantı Yönteminin Kullanımı .....	72
2.4.2. Kesilme Önceliği Denetleme Biriminin Kullanımı .....	79
2.4.3. Disket Birimi Kesilmeli G/C Programlama Örneği .....	83
2.5. Doğrudan Bellek Erişim Düzeneği .....	88
2.5.1. Doğrudan Bellek Erişim Denetleme Birimi .....	88
2.5.2. DBE Denetleme Düzeneği Kullanım Örneği .....	94
2.6. Giriş / Çıkış Kanalları - Giriş / Çıkış İşleyicileri .....	97
<b>GÖREV YÖNETİMİ</b>	<b>101</b>
3.1. Görevin Tanımı .....	102
3.2. Görevlerin İşletim Süresince Bulunduğu Durumlar .....	105
3.3. Görevlerle İlgili Sistem Çağrıları .....	109
3.4. Görev Yönetimi .....	113
İş Yönetimi .....	114
Orta Dönemli Planlama .....	116
3.5. Yönetim Algoritmaları .....	117
3.5.1. İlk Gelen Önce Algoritması ( <i>First Come First Served</i> ) .....	120
3.5.2. En Kısa İşletim Süresi Kalan Önce ( <i>Shortest Remaining Time First</i> ) .....	120
3.5.3. Öncelik Tabanlı Algoritma ( <i>Priority based</i> ) .....	121
3.5.4. Zaman Dilimli Algoritma ( <i>Time Sliced - Round Robin</i> ) .....	122
3.5.5. Çok Kuyruklu Algoritma ( <i>Multi-level Queues</i> ) .....	123
3.6. İşletim Dizileri ( <i>Threads</i> ) .....	125

<b>BİRLİKTE ÇALIŞAN GÖREVLER</b>	<b>127</b>
4.1. Koşut İşlem ve Görevler arası Etkileşim .....	128
4.2. Görevler arası Zamanuyumlama .....	132
4.2.1. Özel Donanım Desteği Gerektirmeyen Yöntemler.....	132
4.2.2. Donanım Desteği Gerektiren Alt Düzey Araçlar.....	137
4.2.3. Üst Düzey Zamanuyumlama Araçları .....	149
4.3. Görevler arası Kilitlenme.....	158
4.3.1. Kilitlenmenin Tanımı.....	158
4.3.2. Kilitlenmelerden Korunma .....	160
4.3.3. Kilitlenmelerden Sakınma .....	162
4.3.4. Kilitlenmelerin Yakalanması ve Ortadan Kaldırılması .....	163
<b>ANA BELLEK YÖNETİMİ</b>	<b>165</b>
5.1. Tek ve Bitişken Bellek Yönetimi.....	168
5.2. Değişmez Bölümlü Bellek Yönetimi .....	170
5.3. Değişken Bölümlü Bellek Yönetimi .....	173
Ana Belleğin Parçalanması Sorunu.....	175
Bitirşirme.....	176
5.4. Yerideğişir Bölümlü Bellek Yönetimi .....	178
Diske Taşıma ( <i>Swapping</i> ) .....	180
5.5. Sayfalı Bellek Yönetimi.....	182
Görevlerin Adres Evreninin Kesişmesi, Sayfa Paylaşımı.....	187
5.6. Kesimli Bellek Yönetimi .....	189
5.7. Sayfalı Görüntü Bellek Yönetimi .....	196
Sayfa Çıkarma Algoritmaları .....	200
Görevlere Sayfa Atama Politikaları .....	202
5.8. Kesimli Görüntü Bellek Yönetimi .....	205
5.9. Kesimli - Sayfalı Görüntü Bellek Yönetimi .....	207
<b>KÜTÜK YÖNETİMİ</b>	<b>213</b>
6.1. Kavramsal Kütük İşlemleri .....	216
6.1.1. Sistem Komutlarıyla Gerçekleştirilen Kavramsal İşlemler .....	216
6.1.2. Sistem Çağrılarıyla Gerçekleştirilen Kavramsal İşlemler .....	220
6.1.3. Kütüklerle ilgili kimi Örnek MS-DOS Sistem Çağrıları.....	223
6.2. Diskin Fiziksel Yapısı .....	228

## x İŞLETİM SİSTEMLERİ

6.3.	Kütük Yönetim Sisteminin Ele Alınışı .....	231
6.3.1.	Kılavuz Kütüklerin Ele Alınışı .....	231
6.3.2.	Kütüklere Diskte Yer Atama Yöntemleri .....	239
6.4.	Kütük Yönetim Sisteminin Başarımı ve Güvenilirliği.....	246
6.4.1.	Disk Ön Bellek Alanlarının Kullanımı .....	246
6.4.2.	Kütük Yönetim Sisteminin Güvenilirliği.....	248

## **GÜVENLİK ve KORUMA** **251**

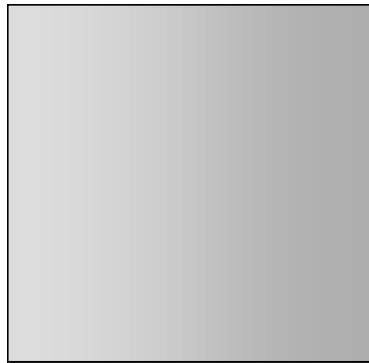
7.1.	Bilgisayar Sistemine Girişlerin Denetlenmesi .....	253
7.1.1.	Parolaya Dayalı Denetim .....	253
7.1.2.	Kimlik Kartına Dayalı Denetim.....	254
7.1.3.	Fiziksel Özelliklere Dayalı Denetim .....	254
7.2.	Erişim Denetimi .....	255
7.2.1.	Erişimde Koruma Halkaları.....	257
7.2.2.	Erişim Listeleri .....	258
7.2.3.	Görevlerin Yetkilerine Dayalı Erişim Denetimi .....	260
7.3.	Şifreleme .....	261
7.4.	Bilgisayar Virüsleri .....	263

## **AYGIT SÜRÜCÜLERİ** **267**

8.1.	Aygıt Türleri .....	268
8.2.	Aygıt Sürücü Yordamları.....	271
8.3.	Aygıt Sürücü Yordamlarının İşletimi .....	271
8.4.	Kesilme Yordam(lar)ı .....	273
8.5.	Aygıt Sürücü Özel Kütüğünün Yaratılması .....	273
8.6.	Damga Tabanlı Aygit Sürücüler .....	274
8.6.1.	Adlandırma .....	274
8.6.2.	init() İşlevi ve Aygitın Kaydedilmesi .....	274
8.6.3.	Çalışma Alanı .....	275
8.6.4.	struct file_operations yapısında tanımlı İşlevler .....	276
8.6.5.	Aygıt Sürücünün Çekirdek Katmana Eklenmesi .....	279
8.6.6.	Damga Tabanlı Aygit Sürücü Örneği .....	280
8.6.7.	Damga Tabanlı Aygit Sürücü Örneğiyle ilgili Ek Açıklamalar .....	293
8.7.	Öbek Tabanlı Aygit Sürücüler .....	298

<b>DAĞITILMIŞ İŞLEM</b>	<b>301</b>
9.1. İşletim Sistemleri İletişim Alt Kesimi .....	303
9.1.1. <i>TCP/IP Yazılımı</i> .....	304
9.1.2. <i>TCP ya da UDP</i> .....	307
9.2. <i>Socket</i> Sistem Çağrı Düzeneği .....	308
9.2.1. İstemci-Sunucu Yaklaşımı .....	309
9.2.2. Sunucu Program için <i>Socket</i> Sistem Çağrıları .....	309
9.2.3. İstemci Program için <i>Socket</i> Sistem Çağrıları .....	312
9.2.4. Sunucu ve İstemci Program Örnekleri .....	313
9.2.5. Alan Adı Sistemi ( <i>DNS-Domain Name System</i> ) .....	316
9.2.6. Örnek Sunucu ve İstemci Programlarla İlgili Açıklamalar .....	318
9.2.7. İstemci Programlar için Koşut Hizmet Yapısı .....	320
9.2.8. İstemci/Sunucu Programlarda <i>Connectionless</i> Modun Kullanımı .....	322
9.3. Dağıtılmış Kütük Yönetim Sistemi ( <i>NFS</i> ) .....	326
9.3.1. Ağ Düzeyi Kütük Paylaşımı .....	326
9.3.2. Farklı Kütük Yönetim Sistemlerinin Bütünleşmesi .....	330
<b>KAYNAKÇA</b>	<b>333</b>
<b>SÖZLÜK</b>	<b>335</b>
<b>İNGİLİZCE TÜRKÇE DİZİN</b>	<b>351</b>
<b>DİZİN</b>	<b>357</b>





İşletim Sistemleri konusu, bilgisayar bilimleri ve mühendisliği dallarının önemli bir konusunu oluşturur. Bilgisayar mühendisliği eğitimi, Yurdumuzda Hacettepe ve Ortadoğu Teknik Üniversiteleri tarafından, 1977 yılında başlatılmıştır. Bugün, hemen tüm büyük üniversitelerimize yaygınlaşmıştır. Üniversitelerimizde yirmibeş yıldır bilgisayar bilimleri eğitimi yapılmaktadır olmasına karşın, bu dalın önemli konularında, birkaç istisna dışında, Türkçe kitap yayımlanmamıştır. Bunun temel nedeni, haklı ya da haksız, büyük üniversitelerimde, yaygın bir biçimde İngilizce eğitim tercihinin yapılmış olmasıdır. Eğitim dilinin İngilizce olması Türkçe kitaba olan gereksinimi azaltmış ve kitap yazabilecek kişileri caydırılmıştır. Ancak günümüzde bir yandan bilgisayar mühendisliğinde, diğer yandan da bilgisayar bilimlerinin temel konularıyla ilgili; başta elektrik, makina, endüstri, inşaat gibi mühendislik; fizik, matematik, istatistik gibi temel bilimler dallarında Türkçe eğitim yaygınlaşmıştır. Bu durum, Türkçe kitap gereksinimini artırmıştır. Bilgisayar İşletim Sistemleri adlı bu kitap, bu bağlamda kaleme alınmıştır.

Kitap, Hacettepe Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde, İşletim Sistemleri I ve İşletim Sistemleri II adlı dersler kapsamında, son yıllarda işlenen konuları içermektedir. Bu nedenle, öncelikle bilgisayar mühendisliği öğrencilerine yöneliktir. Ancak işletim sistemleri konusunda temel bilgiler edinmek isteyen diğer fen ve mühendislik öğrencilerinin de bu kitaptan, en üst düzeyde yararlanabilmeleri amaçlanmıştır. Bu bağlamda, kitabı oluşturan bölümler, birbirlerinden elverdiğince bağımsız bir biçimde kaleme alınmış, temel tanımlar, değişik bölümler içinde yinelerek her bölümden ayrı ayrı yararlanma yolu açık tutulmaya çalışılmıştır. Bu kitaptan yararlanmak isteyen kişilerin, programlama ve bilgisayar yapısı konularında temel bilgilere sahip olmaları gerekmektedir.

Kitabın Giriş adlı ilk bölümde işletim sistemlerine ilişkin temel tanımlara, bilgisayar yapısının yalın bir modeline, işletim sistemini oluşturan değişik işlevsel kesimlerin kısa tanımlarına ve sistem çağrı kavramına derli toplu ve özlü bir biçimde yer verilmiştir. Kitabın ikinci bölümünü Giriş/Çıkış Sistemi adını taşımaktadır. Bu bölümde giriş/çıkış

## xiv İŞLETİM SİSTEMLERİ

birimlerinin programlanmasında yararlanılan temel yaklaşımlar ve değişik yöntemler açıklanmıştır. Bilgisayar donanımına ilişkin ayrıntılara ilgi duymayan, alt düzey programlama kavramlarına yabancı okuyucuların bu bölümü tümüyle atlamalarında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Kitabın Üçüncü ve Dördüncü Bölümleri Görev Yönetimi ve Birlikte Çalışan Görevler konularına ayrılmıştır. İşletim sistemlerinde görev yönetimi, iş yönetimi ve orta dönemli planlama ile görevler arası zamanuyumlama bu bölümlerde açıklanmıştır. Beşinci Bölüm tümüyle Ana Bellek Yönetimi adlı konuya ayrılmıştır. Sayfalama, kesimleme kavramları ile görüntü (sanal) bellek düzenine, bu bölümde yer verilmektedir. Altıncı Bölüm Kütük Yönetimi adını taşımaktadır. Ana bellek dışında saklanan verilerin bir yandan yalın mantıksal modeller çerçevesinde kullanılabilirnesine diğer yandan da giriş/çıkış birimlerinin verimli kullanımına olanak veren düzenlemeler bu bölümde açıklanmaktadır. Yedinci bölüm işletim sistemlerinde Güvenlik ve Koruma konusuna ayrılmıştır. Verilerin bütünlüğünün, gizliliğinin ve kullanılabilirliğinin sağlanmasıda kullanılan yaklaşım ve yöntemler bu bölümde yer almaktadır. Sekizinci Bölüm Aygit Sürücüler konusuna ayrılmıştır. Aygit sürücü, bir bilgisayar sisteminde belirli bir giriş/çıkış arabirim donanımını süren yazılıma verilen addır. Sisteme yeni bir arabirim katıldığında, bununla ilgili, çekirdek katman düzeyi sürücü yazılımın işletim sistemine nasıl eklendiği, *UNIX* bağlamında, bu bölümde açıklanmaktadır. Dokuzuncu Bölümde Dağıtımlı İşlem konu edilmektedir. Günümüzde bilgisayarlar bir ağ içinde yer almaktı ve gerektiğinde kaynaklarını, istemci-sunucu yaklaşımı ile paylaşabilmektedir. Bu paylaşımın kuralları ve altyapısı, bu bağlamda, *TCP/IP* olarak anılan işletim sistemi ağ katmanı ve *socket* düzeneği bu son bölümde anlatılmaktadır.

Bu kitapta kullanılan bilişim terimleri, büyük oranda, Dr. Aydın KÖKSAL'ın, Türk Dil Kurumu'nda, 1981 yılında yayımlanan "Bilişim Terimleri Sözlüğü"ne uygun olarak seçilmiştir. Bu sözlükte yer alan bilişim terimleri, bilgisayar bilimlerine ilişkin temel kuramsal bir konuda, tutarlı bir Türkçe ile kitabı yazabilmeye olanak vermiştir. Türkçe bilişim terimlerinin geliştirilmesine katkı veren ve bu alanda özen ve titizlik gösteren herkese minnettarım. Bu terimlerin yaşam çevriminde standartlaşarak yaygınlaşmasına katkı vereceğini umduğum bu kitabın yazılmásında yardımcılarını esirgemeyen, başta Dr. Harun ARTUNER'e, tüm değerli meslektaşlarına ve yazım hatalarının ayıklanmasında yardımcı olan tüm öğrencilere teşekkürlerini bir borç bilirim.

Ali SAATÇİ  
Ankara, (İkinci Baskı: Ekim 2002)

# 1. BÖLÜM

i s l e t i m   s i s t e m l e r i

## GİRİŞ

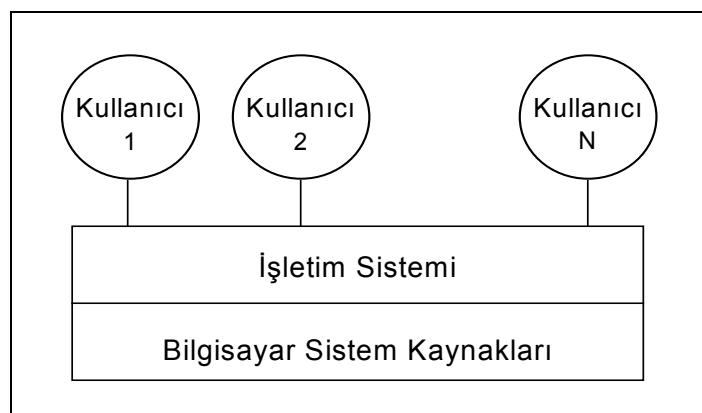
İşletim Sistemleri konusu, bilgisayar bilimleri içinde önemli ve kapsamlı bir konuyu oluşturur. Bu kapsamlı konu, doğal olarak, kendine özgü çeşitli özel tanım ve kavramları içerir. İşletim sistemleri konusunun gelişmesine koşut olarak ortaya çıkan bu özel tanım ve kavramların, başta, derli toplu ve özlü bir biçimde ele alınmasında yarar vardır. Bu amaçla, izleyen kesimde önce, işletim sisteminin genel tanımı ile kullanıcı yönünden konumuna deñinmiştir. Konumu gereği kullanıcı ve bilgisayar donanımı arasında ve donanıma en yakın bir yazılım katmanı olarak yer alan işletim sisteminin incelenmesi, çoğu kez bilgisayar donanımıyla ilgili kimi yapıların ve özel ayrıntıların bilinmesini gerektirir. Bu nedenle, konunun hemen başında, donanımla ilgili bilgilere başvurulması gerektiğinde yararlanılacak, bilgisayar yapısına ilişkin standart bir modele yer vermenin doğru olacağı düşünülmüştür. İşletim sisteminin genel tanımının yapıldığı kesimden sonra bu model açıklanmıştır. Bundan sonra, özlü olarak, program kavramının genişletilmiş bir biçimde olan iş kavramı ve bu kavrama ilişkin tek iş ve çok iş adlı işletim düzenleri tanımlanmıştır. İş kavramının ardı sıra, bu kez, program kavramına işletim boyutunu katan görev kavramı ve bununla bağıntılı çok görevli işlem konusu edilmiş; çok görevli işlem tanımına ek olarak toplu, etkileşimli ve gerçek zamanlı işlem türleri açıklanmıştır. Görev yönetimi, ana belleğin yönetimi, kütük yönetimi gibi, bir işletim sistemini oluşturan önemli alt kesimlere kısaca deñinmiştir. Bunun sonrasında

## 2 İŞLETİM SİSTEMLERİ

sistem çağrısı kavramı açıklanmış ve örneklenmiştir. Son olarak, kurum bilgisayar alt yapılarının ve çok kullanıcılı bilgisayar sistemlerinin evrimi konu edilmiştir.

### 1.1. İşletim Sisteminin Genel Tanımı ve Konumu

Bilindiği gibi bilgisayar sistemleri donanım ve yazılım olarak adlandırılan iki temel birleşenden oluşur. Gözle görülür, elle tutulur yarı iletken yongalar, bunları taşıyan kartlar, görüntü ekranları gibi elektronik kökenli birimler ile disk, disket, manyetik şerit sürücüler, tuş takımı ve yazıcılar gibi elektromekanik nitelikli öğeler bilgisayar donanımı olarak adlandırılırlar. Donanım öğelerinin anlamlı birlikteliğiyle ortaya çıkan bilgisayar sisteminin hizmet üretebilmesi programlanarak işe koşulmasıyla sağlanır. Bilgisayar donanımlarını, hizmet üretme yönünde denetleyen programlar, daha genel bir bağlamda yazılım diye adlandırılırlar.



Çizim 1.1. İşletim Sisteminin Konumu

Sorunların çözümünde bilgisayardan yararlanabilmek için, çözümlere ilişkin algoritmaları, bilgisayar sistemi üzerinde programlamak gerekir. Bu yolla oluşturulan bilgisayar programları, eldeki verileri, algoritmanın belirlediği yolla işleyerek sonuç üretirler. Verilerin işlem öncesi bilgisayar sistemine girilmesi, elde edilen sonuçların da kullanıcıya döndürülmesi, görüntülenmesi gerekir. Bu bağlamda programlar, sorunun çözümüne özgü ve verilerin giriş/çıkış işlemlerine özgü olmak üzere iki kesimden oluşuyormuş gibi düşünülebilir. Sorunun çözümüne özgü kesimde, örneğin, çözümün gerektirdiği kimi hesaplamalar, arama, sıralama gibi işlemler yerine getirilirken giriş/çıkış işlemleri kesiminde; verilerin, klavye, disk gibi birimlerden, fiziksel olarak okunması, yazıcılardan döküm alınması gibi işlemler gerçekleştirilir. Ortalama alma amacıyla geliştirilen bir programda, ortalamaya giren değerlerin toplanması, toplamın öğe sayısına bölünmesi işlemleri sorunun çözümüne özgü işlemlerdir. Ortalamaya giren değerlerin klavyeden okunması, elde edilen sonuçların ekran, yazıcı gibi birimlerden görüntülenmesi ise giriş/çıkış işlemlerini oluşturur. Verilerin diskten okunması, ekranda görüntülenmesi, yazıcıdan dökülmesi gibi giriş/çıkış işlemleri, üst düzey programlama dilleriyle, birkaç komutla yerine getirilen işlemler olarak algılanır. Ancak derleme sonucunda elde edilen amaç programlar içinde, bu işlemlere ilişkin kesimler de önemli bir yer tutar.

Programlar içinde sorunların çözümüne ilişkin kesimler sorundan soruna farklılıklar gösterir. Giriş/çıkış işlemleriyle ilgili kesimler ise, donanımın fiziksel özelliklerine bağlı ve bir bilgisayar sistemi için hep aynıdır. Örneğin, silindir, kafa ve sektör numaraları bilinen bir disk öbeğinin sürücüden okunması, tüm uygulama programlarında, hep aynı biçimde yerine getirilmesi gereken bir işlemidir. Bu durumda programların, giriş/çıkış işlemlerine özgü kesimlerinin, aynı donanım üzerinde işletilen tüm programlar tarafından ortaklaşa kullanılabileceği söylenir. Ortaklaşa kullanılabilen bu kesimleri hazır yordamlar biçiminde, bilgisayar donanımlarıyla birlikte sağlamak, kullanıcıları bunların gerçekleştirm yükümlülüğünden kurtarır. Donanıma özgü karmaşık ayrıntıların bilinme zorunluluğu da, böylece ortadan kalkar. Bilgisayar sisteminin kullanımı, bu sistemden hizmet alan kullanıcılar daha yalın bir görünüm ve hazır işlevler çerçevesinde sunulabilir. Bu yolla program geliştirme süreçleri kısaltılarak kullanım kolaylığı sağlanır.

İşletim sistemleri, donanım birleşenlerinin sürülmeye dönük yordamları hazır işlevler olarak içerirler. Bu yolla kullanıcılar, bilgisayar sistemine dönük yalın bir görünüm ve kolay bir kullanım ortamı sunmayı amaçlarlar. Kullanım kolaylığı işletim sistemlerinin temel amaçlarından birini oluşturur. Salt bu amaç gözetilerek bir tanım vermek gerekirse: “İşletim sistemi, bilgisayar donanımı ile kullanıcı programları arasında yer alarak kullanıcıların bilgisayar sisteminden kolayca yararlanabilmelerini sağlayan hizmet yazılımı” olarak tanımlanır.

Ana işlem birimi, ana bellek, giriş/çıkış birimleri gibi, bir bilgisayar sistemini oluşturan donanım birleşenleri, kullanıcı programlarının işletilmesinde yararlanılan kaynaklar olarak da düşünülebilir. Bu bağlamda işletim sistemi, kaynak sözcüğünü de içerecek biçimde: “Kullanıcıların, bilgisayar sistem kaynaklarından kolayca yararlanabilmelerine olanak sağlayan hizmet yazılımı” olarak da tanımlanabilir.

Kullanıcılar bir bilgisayar sisteminden hizmet alırken donanımsal kaynakların yanı sıra yazılım nitelikli kaynaklardan da yararlanırlar. Örneğin üst düzeyli bir dil kullanarak program geliştiren bir kullanıcı, bunu yazabilmek için bir metin düzenleyiciye, programını makina dili programına dönüştürebilmek için bir derleyiciye, kimi hazır kitaplık yordamlarını kendi programına katabilmek için bir bağlayıcıya gereksinim duyar. Metin düzenleyici, derleyici, bağlayıcı gibi araçlar da sistem kaynakları arasında sayılırlar. İşletim sisteminin, donanımsal kaynakların yanı sıra yazılım nitelikli kaynakların kullanımına da olanak vermesi gereklidir. Bu nedenle, yukarıdaki tanımda yer alan kaynak sözcüğünü, hem donanım hem de yazılım nitelikli kaynakları kapsar biçimde algılamak daha doğru olur (Çizim 1.1).

Kullanıcıların bilgisayar sistem kaynaklarından kolayca yararlanmalarını sağlama işlevi, işletim sisteminin yerine getirmekle yükümlü olduğu tek işlev değildir. Bu işlev, işletim sisteminin salt kullanıcılarla dönük sorumluluğunu belirler. İşletim sisteminin bunun yanı sıra, sistem kaynaklarının verimli kullanımını sağlamak gibi, işletme dönük çok önemli bir diğer işlevi daha vardır. Kullanıcılar, sistemden, kolay kullanım olanaklarının yanı sıra hızlı bir işletim de beklerler. Sisteme sundukları programlarının hemen işletilerek sonlandırılmasını, bu amaçla gereksinim duydukları tüm kaynakların

## 4 İŞLETİM SİSTEMLERİ

kendilerine hemen sağlanmasını isterler. Ancak bilgisayar sistemlerinde kaynaklar kullanıcıların tüm istemlerini anında karşılayabilecek sayı ve sığada olamaz. Zira bu kaynaklar genelde pahalı kaynaklardır. Kaynakların kısıtlılığı, bunların kullanıcılar ya da programlar arasında bölüşülmeleri zorunluluğunu doğurur. İşletim sistemi, kısıtlı kaynakları programlar arasında, hem bu kaynakların verimli kullanımını, hem de hızlı bir işletimi gözeterek paylaşmak zorundadır. Verimli kaynak kullanımı, kaynakların olabildiğince çok kullanıcı arasında bölüştürülerek boşta kaldıkları sürelerin en düşük düzeyde tutulmasını gerektirir. Bu yolla, birim zaman içinde, aynı sayıda kaynakla daha çok hizmet üretme olanakları yaratılır. Ancak programlar yönünden tek tek bakıldığından bu yaklaşımın, kaynak bekleme nedeniyle işletim hızlarını düşürdüğü görülür. Kaynak kullanım verimliliği ve program sonlandırma hızı gibi, genelde çelişebilen iki ayrı parametrenin, aynı anda eniyilenmesi, işletim sisteminin diğer temel ve zor işlevini oluşturur.

Bu durumda: “İşletim sistemi, bilgisayar sistemini oluşturan donanım ve yazılım nitelikli kaynakları, kullanıcılar (programlar) arasında kolay, hızlı ve nitelikli bir işletim hizmetine olanak verecek biçimde paylaştırırken bu kaynakların kullanım verimliliğini en üst düzeyde tutmayı amaçlayan bir yazılım sistemi” olarak düşünülebilir.

İşletim sisteminin, kolay ve hızlı kullanım, kaynak verimliliği gibi kıtasların dışında, bilgisayar ortamında saklanan bilgilerin, gerek bozulmalara, gerekse izinsiz erişimlere karşı korunmasının sağlanması gibi koruma ve güvenlikle ilgili başka işlevleri de vardır. Bu işlevler de tanım içine katıldığında: “İşletim sistemi, bilgisayar sistemini oluşturan donanım ve yazılım nitelikli kaynakları kullanıcılar (programlar) arasında kolay, hızlı ve güvenli bir işletim hizmetine olanak verecek biçimde paylaştırırken bu kaynakların kullanım verimliliğini en üst düzeyde tutmayı amaçlayan bir yazılım sistemi” olarak tanımlanabilecektir.

### 1.2. Bilgisayar Yapısının Gösteriminde Kullanılan Model

Daha önce de belirtildiği gibi, işletim sistemi, kullanıcı (ya da uygulama programı) ile bilgisayar sistem kaynakları arasında yer alan bir yazılım katmanıdır. Bu yazılımın incelenmesi, bu bağlamda denetimleri gerçekleştirilen donanım birleşenlerine ilişkin kimi özellik ve ayrıntıların bilinmesini gerektirir. Bu özellik ve ayrıntılar inceleneceği zaman, gereksiz ayrıntılardan soyutlanmış ancak fiziksel gerçekliği yeteri kadar yansitan bir yapısal model kullanmak, bu model üzerinde yer alan birleşenlerin yalnız ve açık tanımlarını vermek sözel anlatımı kolaylaştmak ve bu anlatıma açıklık kazandırmak açısından yararlı olacaktır. Bu çerçevede, bilgisayar sistemi dendiğinde:

- Ana işlem birimi (AİB),
- Ana bellek ve
- Giriş/çıkış birimleri

olarak adlandırılan üç temel birleşenden oluşan bir bütün anlaşılacaktır. Bu bütün içerisinde tek bir ana işlem birimi bulunduğu, başka bir deyişle incelenen bilgisayar sisteminin tek işleyicili olduğu varsayılacaktır. İleride bu varsayımin, tek işleyicili

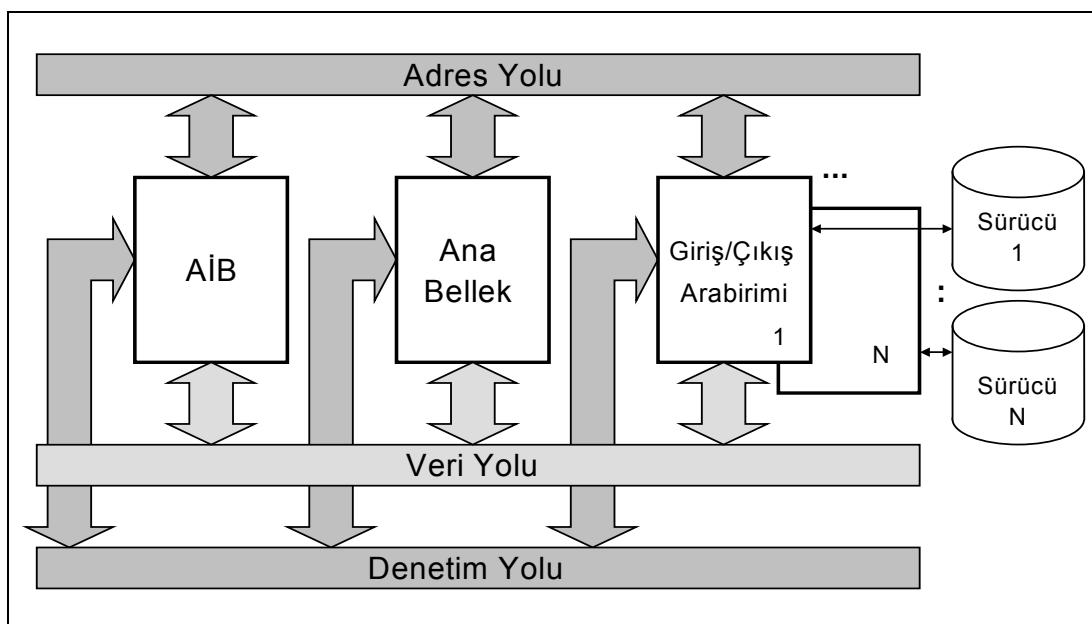
sistemlere dayalı ilkeleri çok işleyicili sistemlere uyarlamada önemli bir sınırlama getirmediği görülecektir. Ana işlem biriminin kendisi de:

- Yazmaç/Sayaç Takımı (kısaca yazmaç takımı),
- Aritmetik-Mantık Birimi (AMB) ve
- Denetim Birimi (DB)

olarak, üç alt birleşenden oluşan bir birim olarak modellenecektir. Ana bellek, sözcüklerden oluşan doğrusal bir dizi biçiminde düşünülecektir. Giriş/çıkış birimi,

- Giriş/çıkış sürücüsü (ya da aygıtı) ile
- Giriş/çıkış arabirimleri

ikilisinin oluşturduğu bütünü adı olarak kullanılacaktır. Ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimleri, bilgisayar sistem donanımını oluşturmak üzere bir yol yapısı çerçevesinde bütünleşeceklerdir. Bu bağlamda, giriş/çıkış arabirimleri, giriş/çıkış sürücülerinin ana işlem birimi ve ana bellek ikilisi ile bütünleşmesini sağlayan uyarlayıcı birimler olarak düşünülebilecektir (Çizim 1.2).



Çizim 1.2. Bilgisayar Yapısı Modeli

Yol, ortak işlevleri uyarınca gruplanmış im ileti hatlarına verilen addır. Bu bağlamda:

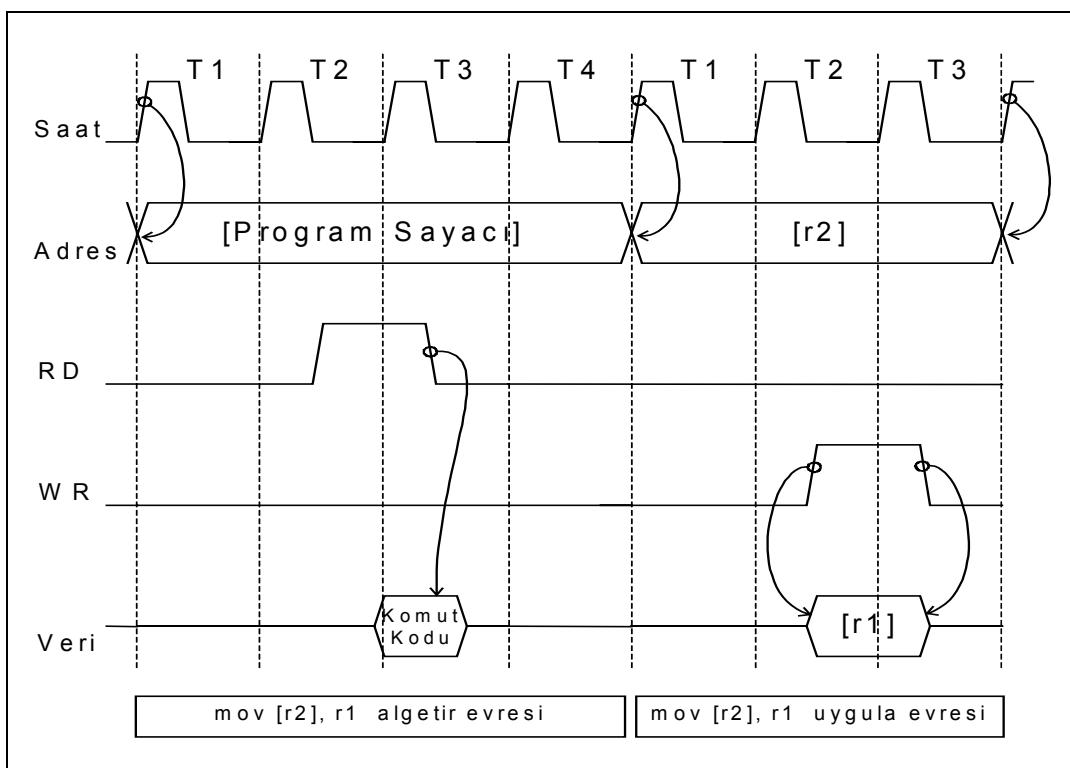
- Adres,
- Veri ve
- Denetim

yolları sözkonusu edilecektir. Adres yolu, ana işlem biriminin, okuma ya da yazma amacıyla erişmek istediği, ana bellek sözcüğü ya da giriş/çıkış arabirimini yazmacını belirlememe (adreslemede) kullandığı genelde tek yönlü hatlara; veri yolu, kimliği adres yolu üzerinde bulunan bellek sözcüğü ya da arabirim yazmaç içeriklerinin buralardan ana işlem birimi yazmaçlarına ya da ana işlem birimi yazmaçlarından buralara iletiliği

## 6 İŞLETİM SİSTEMLERİ

çift yönlü hat grubuna verilen addır. Denetim yolu ise, ana işlem birimi ile ana bellek ve giriş/çıkış arabirimleri arasındaki veri aktarımlarının zamauyumlanmasına yarayan imlerin iletildiği hat grubudur. Adres ve veri yolu üzerinden iletilen adres ve veri imleri bir bütün olarak anlamlıdır. Zira, adres ve veri yolunu oluşturan her hat, aynı anda, aynı adres ya da veri sözcüğünün değişik bit değerlerini taşır. Denetim yolunu oluşturan hatlar ise, saat, okuma - yazma, kesilme ve doğrudan bellek erişim istem, istem alındı imleri gibi, zaman içerisinde birbirlerinden bağımsız olarak gelişen imleri taşırlar.

*Von Neumann* ilkesine göre çalışan bir bilgisayar sisteminde, ana bellekte saklanan komutlar yorumlanarak ya ana bellekte ya da giriş/çıkış arabirim yazmaçlarında tutulan veriler üzerinde, temel aritmetiksel ve mantıksal işlemler gerçekleştirilir. Bunun için işlemin türünü belirleyen komutlara ve işlemin uygulanacağı verilere erişim gereklidir. Ana işlem biriminin temel etkinliğini oluşturan ana belleğe ya da giriş/çıkış arabirim yazmaçlarına erişimin mantığı, zaman çizeneği diye adlandırılan bir çizim yoluyla gösterilir. Zaman çizenekleri, bilgisayar donanımlarınca yürütülen alt düzey işlemleri açıklamada güçlü bir gösterim aracını oluştururlar.



Çizim 1.3. Örnek Zaman Çizeneği

Zaman çizenekleri, ana işlem biriminin gerek bellek sözcüklerine, gerekse arabirim yazmaçlarına erişimi sırasında etkili olan, adres, veri ve denetim nitelikli imlerin zaman eksenindeki çizimlerinden oluşur. Bu çizimlerde imlerin zamana göre değişen mantıksal düzeyleri gösterilir. Zaman çizenekleri üzerinde, tüm imlerin, mutlaka ayrı ayrı gösterimlerine yer verilmeyez. Adres ve verileri simgeleyen imler gibi birbirleriyle

bağımlı imler demetlenerek gösterilir. Bu durumda, çizim üzerinde, bu imlere ilişkin salt ortak düzey değişimlerine yer verilir. Zaman çizeneklerinde kullanılan zaman birimi, ana işlem birimi saat imi periyodudur ( $T_i$ ). Bu nedenle, genellikle zaman çizeneklerinin en üst kesiminde saat imini simgeleyen bir kare im çizimine yer verilir. Zira bilgisayar sistemlerinde işlem akışı ve bu akışının gereği olarak ortaya çıkan im düzey değişimleri, bir saat imine uyumlu (zamanuyumlu) olarak gelişir.

Bu açıklamaları örneklemek üzere, Çizim 1.3' te, `mov [r2], r1` simgesiyle gösterilen,  $r1$  adlı yazmaç içeriğini  $r2$  adlı yazmacın gösterdiği adres'e aktaran (yazan) örnek bir komutun, varsayımsal bir işleyici için zaman çizeneğinin verilmiştir. Bu zaman çizeneğinin ilk kesimi komut kodunun bellekten okunması (komut algetir evresi) sırasında, ikinci kesimi ise  $r1$  yazmaç içeriğinin  $r2$  yazmaç içeriğiyle adreslenen bellek sözcüğünne yazılması (komut uygula evresi) sırasında, adres, veri ve ilgili (RD: *read/oku*; WR: *Write/yaz*) denetim imlerinin değişimlerini gösteren çizimlerden oluşmuştur. Yukarıda belirtildiği üzere adres ve veri imleri, bunların bulunabileceği her iki olası düzeyi simgeleyen iki koşut doğru ile, demetli biçimde ve sadece değişimler gösterilerek çizilmiştir. Tek başına anlamlı olan RD ve WR gibi denetim imleri ise ayrı birer çizimle gösterilmiştir. İmlerim değişim anlarının diğer imler ve saat imi ile olan zaman uyumu eğri oklarla vurgulanmıştır. Ana bellek ve giriş/çıkış arabirimleri, ana işlem birimi ile iletişimlerinde, veri yolunu ortak kullanmak durumundadırlar. Bu birimler, veri yolunu salt ana işlem birimi buna izin verdiği sürece (bu birimleri seçtiği sürece) kullanabilirler. Bu süreler dışında, veri yolu ile bağlantılarını kopuk tutmak zorundadırlar. Bu nedenle, veri yolu üzerinde imler, salt aktarıldıkları süre boyunca ve kopuk kopuk gösterilirler. Aktarım anlarının dışında veri yolunun boş (yüksek empedans konumunda ya da birimlerden kopuk) tutulduğunu belirtmek için yarımdüzenli, düz bir çizgi kullanılır.

`mov [r2], r1` komutunun işletiminin ilk evresi olan algetir evresinde ana işlem birimi, adres yolu üzerine, işletilecek komutun adresini içeren program sayaç içeriğini koyar. Adres hatları üzerinde adres bilgisi varlığını sürdürürken, ikinci saat periyodunda, saat iminin düşen kenarıyla zamanuyumlu olarak RD denetim imini yükseltir. Bir saat periyodu süresince bekledikten sonra, RD iminin düşen kenarıyla zamanuyumlu olarak, veri yolu üzerinde bulunan veri değerini komut yazmacı içine aktarır. Bu işlem, ana işlem biriminin bellekten okuma yapma işlemidir. Algetir evresinin dördüncü periyodunda, komut yazmacı içinde yer alan komut kodunun çözümü (yorumlaması) yapılır. Komut uygulaması, algetir evresini izleyen üç periyod içinde gerçekleşir. Bellekten okuma işleminde olduğu gibi, ana işlem birimi, adres yolu üzerine, bu kez  $r2$  yazmacının içeriğini koyar. Adres hatları üzerinde bu adres bilgisi varlığını sürdürürken, bu evreye ilişkin ikinci saat periyodunda, saat iminin düşen kenarıyla zamanuyumlu olarak, bir yandan WR denetim imini yükseltirken diğer yandan, veri yolu üstüne  $r1$  yazmaç içeriğini yükler. Bir saat periyodu boyunca bu durumda bekledikten sonra, WR imini düşürüp veri hatlarıyla olan bağlantısını koparır. Bir periyodluk bu süre içinde, ana işlem birimi, adreslenen bellek biriminin, veri yolu üzerinde hazır tutulan değeri ( $r1$  içeriğini), ilgili ( $r2$  ile adreslenen) sözcük içine aktardığını varsayar. Bu işlem de, ana işlem biriminin belleğe yazma yapma işlemidir. Zaman çizeneğinin amacı, sözlü olarak

## 8 İŞLETİM SİSTEMLERİ

verilen bu uzun açıklamaları, görsel yolla, daha yalın, kısa ve standart bir biçimde aktarabilmektir.

### 1.3. İşin Tanımı

Kullanıcılar bilgisayar sistemlerinden ilgili programlarını çalıştırarak yararlanırlar. Bir programın çalıştırılması, işletim sisteminin, ileride göreceğimiz kabuk katmanında yorumlanan, *run*, *execute* gibi kimi sistem komutları<sup>1</sup> aracılığıyla ya da sadece bu programın (derlenmiş biçiminin) saklandığı kütük adı verilerek sağlanır<sup>2</sup>. Kullanıcılar, kimi zaman ya değişik programları arka arkaya ya da aynı programı değişik veri takımlarıyla, belirli bir mantıksal sırada işletmek gereksinimini de duyabilirler. Örneğin *A* programını çalıştırmak, bu programın oluşturduğu *K1* kütüğünü *B* programı ile işlemek ve *K2* kütüğünü elde etmek istenebilir. Bu örnekte sıralanan işlemler bir işi oluşturur. Bu durumda iş, kullanıcıların sistemden bir bütün olarak ele alınmasını istedikleri işlem takımına verilen ad olarak tanımlanır. İş, program kavramını genişleterek içeren bir kavramdır. Bu bağlamda, tek bir program da, yine iş olarak adlandırılabilir.

Hemen hemen tüm işletim sistemleri, kullanıcılarına iş tanımlama olanakları sunarlar. Kişisel bilgisayarlara yönelik *MS-DOS* işletim sisteminde iş tanımlama, bu amaç için öngörülmüş kütükler kullanılarak yapılır. Kullanıcılar bir bütün olarak işletilmesini istedikleri komut ya da program adlarını, türü *.BAT* olan özel bir kütüğün içine, istedikleri işletim sırasında yazarlar. Tanımlanan iş, bu özel kütüğün adı verilerek çalıştırılır.

```
cd /usr/$altklv
sort < $kutuk1 > yenikut
cmp -s yenikut eskikut
    if test $? -eq 1
    then
        program < yenikut
    fi
```

Çizim 1.4. UNIX'te İş Tanım Kütüğü Örneği

*UNIX* işletim sisteminde de, *MS-DOS* kapsamında açıklanana benzer bir yolla iş tanımı yapılır. Kullanıcılar, gene bir bütün olarak işletilmesini istedikleri komut ya da program adlarını, metin türü bir kütüğün içine, istedikleri işletim sırasında yazarlar. İşletilir (X)

<sup>1</sup> İşletim sistemi komutları ya da kısaca sistem komutları, kullanıcıların program geliştirmek, işletmek, kütükleriyle ilgili kopyalama, listeleme, adlandırma, silme gibi kimi temel işlemleri yerine getirmek için kullandıkları özel hazır programlardır. Bu komutlar işletim sistemi tarafından yorumlanıp çalıştırılan komutlardır. Bu nedenle, işletim sisteminde işletim sistemine, gerek adlandırma gereksiz kullanım mantığı yönünden ayırm gösterirler. İleride sistem komutu kavramına yeniden dönülecektir.

<sup>2</sup> *WINDOWS*, *X-WINDOWS* gibi kullanıcı grafik arayüzü sunan işletim sistemlerinde, programlar, ekranda bir ikon ile simgelenir. Bu durumda bir program, ekrandaki ilgili ikon tıklanarak da işletilir. Bir programın komut satırından adının girilmesi ile ikonunun tıklanması arasında, sonuç açısından herhangi bir ayırm sözkonusu değildir.

özelliği kazandırılan bu kütügün adı verilerek tanımlanan iş çalıştırılır. Gerek *MS-DOS* gerek *UNIX* işletim sistemlerinde, bir kütük içinde sıralanan komutları, giriş kütüğü adı, seçenek numarası gibi işletim aşamasında sağlanacak parametrelerle donatmak ya da bu komutları, işlem akışı sırasında ortaya çıkan koşullara bağlı olarak gerçekleştirmek de olanaklıdır. Bu gerekçeye dayalı olarak, kimi zaman, bir programlama dili yetkinliğinde olabilen iş tanım ya da iş denetim dillerinden de söz edilir. Çizim 1.4 'te verilen iş tanımı içindeki, *if*, *fi* gibi komutlar *UNIX* iş tanım/denetim dili (*Shell Programlama*) komutlarıdır.

*UNIX* işletim sistemi ortamında, *usr/\$altklv* adlı alt kılavuz altındaki \$ kutuk adlı kütügün sıralanması, sıralı kütügün *yenikut* içinde oluşturulması, *yenikut*'ün *eskikut*'le karşılaşılması, bu kütükler aynı değilse *yenikut* ile program'ın çalıştırılmasını gerçekleştiren işle ilgili kütük içeriği Çizim 1.4 'te verilmiştir. *UNIX* kuralları gereği \$ işaretile başlayan değişken adları, işe, işletimin başlama aşamasında sunulacak parametreleri göstermektedir. Bu bağlamda, Çizim 1.4 'tekiörnekte, sıralanacak kütük adı ile bu kütügün bulunduğu altkılavuz adı, işletim aşamasında işe aktarılacak parametreler biçiminde yazılmıştır. Sözkonusu iş çalıştırılırken iş adımlarını içeren kütük adının yanında, ilgili alt kılavuz adı ile sıralanacak kütük adı girilecektir. Çizim 1.4 'te verilen *cmp* komutu, -s anahtarı ile çalıştırılarak karşılaştırma sonucunun değeri, bir alt satırda ? ile belirtilen durum değişkeni içinde oluşturulmaktadır.

## 1.4. Tek İş Düzeni, Çok İş Düzeni Tanımları

Tek iş ve çok iş düzenleri bilgisayar sistemleri üzerinde yürütülen işletim düzenleridir. Bir bilgisayar sisteminde, aynı anda tek bir iş işletime alınabiliyor ise kurulan işletim düzenine tek iş düzeni denir. Bu düzen içinde tüm sistem kaynakları, aynı anda tek bir iş, dolayısıyla tek bir kullanıcı tarafından tüketilir. Tek iş düzeni, genel amaçlı bilgisayar sistemlerinin kısıtlı kaynaklara sahip olduğu ilk yıllarda kullanılmış, sonradan bilgisayar donanımlarının ucuzlaşmasına koşut olarak tüm kaynakların tek bir kullanıcıya adandığı kişisel bilgisayarlarda da geçerli olmuş bir işletim düzenidir.

Cok iş düzeni, tek iş düzeninin yetersizliklerini aşmak üzere ortaya çıkan bir düzendir. Bir bilgisayar sisteminde, birden çok iş, aynı anda işletme alınabiliyor ise kurulan işletim düzenine çok iş düzeni denir. Birden çok işin aynı anda işletme alınabilmesi, bir işin işletimi sonlanmadan diğer işlerin de işletimlerinin başlatılması demektir. Birden çok işin aynı anda işletme alınabilmesi, sistem kaynaklarının bu işler arasında, eşzamanlı olarak paylaştırılmasını gerektirir. Tek iş düzenleninden çok iş düzenine, sistem kaynaklarını işler arasında paylaştırarak, bir yandan bu kaynakların kullanım verimliliğini, diğer yandan, birim zaman süresi içinde daha çok iş sonlandırip işletim hızlarını artırmak amacıyla geçirilir.

Bir bilgisayar sistemini oluşturan ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimleri, işlem hızları yönünden ele alındıklarında farklılıklar gösterirler. Bu birimler üzerinde işlem hızlarından söz edebilmek için, öncelikle bu birimlere özgü temel işlemlerin tanımını vermek gereklidir. Bilgisayar sistemini oluşturan donanım birleşenlerinin temel işlemleri dendiğinde bu birimlerin bir seferde gerçekleştirilebildikleri, alt adımlara

## 10 İŞLETİM SİSTEMLERİ

bölünmeden (atomik olarak) ele alınan işlemler anlaşılır. Bu bağlamda, ana işlem birimi üzerinde yürütülen temel işlem komut işletimi, ana bellek üzerinde yürütülen temel işlem sözcüğe erişim, giriş/çıkış birimi üzerinde yürütülen temel işlem ise ilgili sürücü düzeyinde saklanan (fiziksel bir disk öbeği gibi) bir birimlik bilgiye erişim işlemidir. Ana işlem birimi ve ana bellek üzerinde yürütülen temel işlemler, hızları açısından büyük ayırm göstermezler<sup>3</sup>. Zira Çizim 1.3'te yer alan zaman çizeneğinden de görüleceği gibi, komut işletimi birkaç bellek erişiminden oluşmaktadır. Giriş/çıkış birimleri üzerinde yürütülen temel işlem hızları ise, ana işlem birimi ve ana bellek üzerinde yürütülen temel işlem hızlarına göre çok düşüktür. Bir disk sürücüsünden bir öbeklik bilginin okunması için gerekli ortalama süreyi, bir makina komutunun ortalama işletim süresiyle karşılaştırmak, bu ayrimı örneklemek için yeterlidir.

3600 rpm (döngü / dakika) hızında dönen, 12ms'lik (*average seek time*) ortalama yatay erişim süresine sahip, her izinde 512 baylıklı 63 sektör bulunan bir disk sürücüde, iki sektörden oluşan bir öbeğe<sup>4</sup> ortalama erişim süresi:

$$t_o = t_y + t_d + t_a \text{ olarak hesaplanır.}$$

Burada  $t_y$  ortalama yatay erişim süresini,  
 $t_d$  ortalama döngüsel gecikme süresini,  
 $t_a$  ise bir öbeklik bilginin sürücü-arabirim arası aktarım süresidir<sup>5</sup>.

Bu durumda:

$$\begin{aligned} t_y &= 12 \text{ ms;} \\ t_d &= (1/60)(1/2) = 8,3 \text{ ms;} \\ t_a &= (1/60)(2/63) = 0,06 \text{ ms olduğundan} \end{aligned}$$

$t_o$  yaklaşık 20 ms olarak bulunur.

500 MHz'lik saat imi ile çalışan ve makina komutlarını 1 saat periyodu<sup>6</sup> içinde işletebilen bir ana işlem birimi için komut işletim süresinin,  $(1 / 500) \times 10^{-6}$  saniye, ya da 2 nanosaniye (ns) olduğu hesaplanır.

---

<sup>3</sup> Ana işlem birimi ile ana bellek arasında da hız ayımı söz konusudur. Ana bellekte bir sözcüğe erişim için gerekli sürede, ana işlem birimi, onlarca/yüzlerce komut işletebilir. Bu nedenle, günümüz ana işlem birimlerinde, *pipe line* teknigi ile, belleğe erişim işlemi (örneğin al getir evresi), ana işlem birimi içi, özel bir işlevsel birim aracılığıyla, komut uygula evresiyle koşut yürütülür.

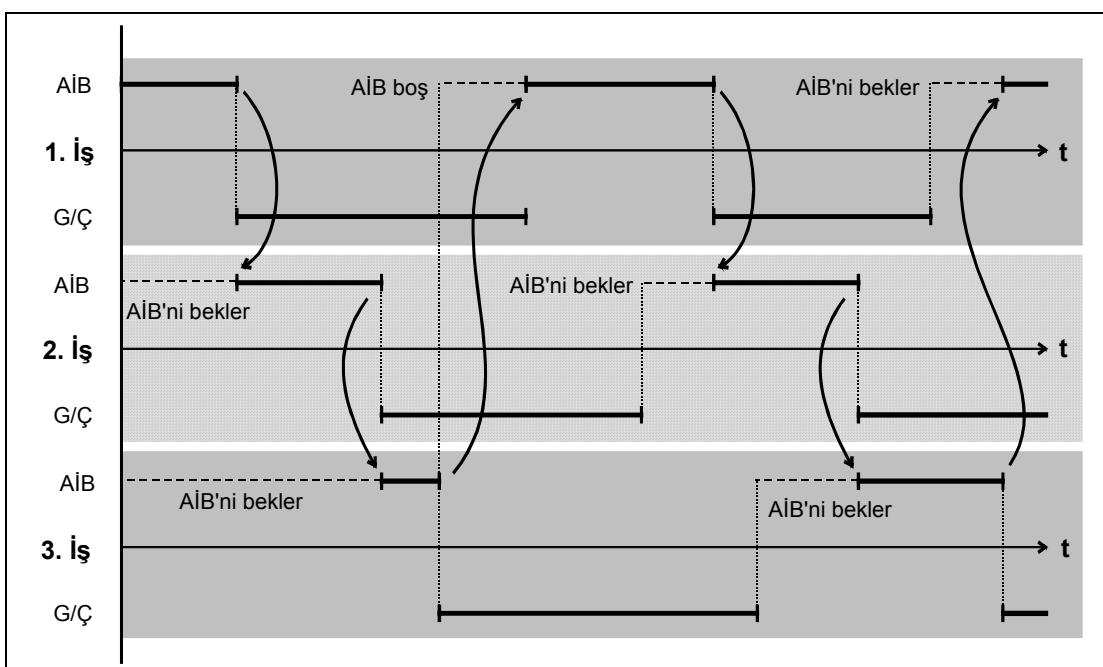
<sup>4</sup> Bilindiği gibi bir disk sürücü bir ya da birkaç dönen plakadan oluşur. Plakalar üzerinde bilgi içiye izler biçiminde kaydedilir. İzler belirli sayıda sektör'e bölünür. Giriş/çıkış biriminden bir seferde okunup yazılabilen veri birimi kısaca öbek olarak adlandırılmıştır.

<sup>5</sup> Sürücüsünden okunan bilginin arabirimde aktarılmasından sonra arabirimden de ana belleğe aktarılması gereklidir. Giriş/Çıkış Sistemi adlı bölümde açıklanacağı gibi, bu aktarımların süreleri erişim süreleri toplamına katılmayacak kadar küçüktür.

<sup>6</sup> Ana işlem biriminin çalışma ilkesi düşünüldüğünde (Çizim 1.3), bir saat periyodunda bir makina komutunun işletilmesi fiziksel olarak mümkün değildir. Ancak, yukarıda anılan *pipe line* teknigi ile, komut işletiminin alt evreleri, ana işlem birimi içi, özel işlevsel birimler aracılığıyla, koşut işletilerek bu gerçekleştirilebilir. Bu durumda *scalar* nitelikli ana işlem birimlerinden söz edilir.

Disk ile ana işlem birimine ilişkin temel işlem süreleri karşılaştırıldığında (2ns / 20ms) gibi, bire on milyonluk bir oran elde edilir. Başka bir deyişle, bir öbeğin disk sürücüden okunma süresinde ana işlem birimi 10 milyon makina komutluk bir programın işletimini tamamlayabilmektedir. Günümüzde işleyicilerin 2-3 GHz'lik saat imleri ile çalıştığı, disk sürücülerin erişim sürelerinin ise, yukarıdaki örnekte verilenin en çok yarısına düşüğü düşünüldüğünde, hız ayrimının, daha da derinleştiği söylenebilecektir.

Giriş/çıkış sistemi incelenirken görüleceği üzere, bir öbek bilginin disk sürücüden okunabilmesi için, bu sürücünün bağlı olduğu arabirim düzeyinde yer alan ve genellikle komut yazmacı olarak anılan yazmaç içine, okuma işlemini belirten bir kod değerini yazmak, bunun sonrasında arabirimin, okuma işlemini tamamlayarak ana işlem birimini, bir biçimde uyarmasını beklemek gerekecektir. Bu durumda, tek iş döneminin uygulandığı bir sistemde, ana işlem birimi, program işletimini sürdürübilmek için ilgili öbeğin ana belleğe aktarılmasını beklemekten başka birsey yapamayacaktır. Başka bir deyişle, ana işlem birimi, milyonlarca komut işletebildiği bir süre boyunca bekler (boş) durumda tutulacaktır.



Çizim 1.5. Üç Değişik İşin Birlikte İşletimi

Bilgisayar sistemi donanım birleşenleri arasında en önemli kaynağı oluşturan ana işlem biriminin daha verimli kullanılabilmesi, bu birimin bekler durumda kaldığı süreleri kısaltmakla olanaklıdır. Bu sürelerin kısaltılması aynı anda birden çok işin işletme almak yoluyla gerçekleştirilir. Anımsanacağı gibi, aynı anda birden çok işin işletme alınması, bir işin işletme sonlanmadan diğer işlerin de işletimlerinin başlatılması demektir. İşletimi sürdürülen bir işin giriş/çıkış işlemi başlatması durumunda, ana işlem biriminin

## 12 İŞLETİM SİSTEMLERİ

boş kalmasını önlemek üzere yeni bir iş işletime alınarak çok iş düzeni kurulur. Çizim 1.5'te, bu yolla, 3 değişik işin birlikte işletimi örneklenmiştir.

Herhangi bir anda, işletimi birlikte sürdürulen iş sayısı, sistemin o anki çok iş düzeyini belirler. Bu düzey, bilgisayar sisteminin, kaynak kullanım ve verilen işletim hizmetinin niteliği yönlerinden ölçülen başarımını önemli ölçüde etkiler. Bu düzeyin belirlenmesi Görev Yönetimi adlı konu başlığı altında açıklanan ve İş Yönetici olarak anılan işletim sistemi kesiminin temel işlevini oluşturur. Bu yönetim kesimi, aynı anda işletime alınan iş sayısını belirlemenin ötesinde işletime alınacak işlerin ana işlem birimi ve giriş/çıkış birimlerine yönelik istemleri açısından da dengeli biçimde harmanlanmalarını sağlar. Ana işlem birimi kullanımı ağırlıklı işlerle (örneğin yoğun ana işlem birimi kullanımını gerektiren görüntü işleme türü işlerle), giriş/çıkış birimleri kullanımı ağırlıklı işlerin (örneğin kütükler üzerinde günleme yapan işlerin) birlikte ele alınmaları, aynı anda hep aynı tür kaynaklara talep yaratarak kaynak darboğazına ve sistem başarımının düşmesine neden olabilecektir. Başka bir deyişle, işlerin, ana işlem birimine gereksinim duyduğu anların çakışması, ana işlem birimini daha uzun süreler beklemelerine; giriş/çıkış sürücülerine erişim gereksinimi duyduğu anların çakışmasının artması ise ana işlem biriminin daha uzun süreler boşta kalmasına neden olacaktır.

Bunu örneklemek üzere, Çizim 1.5'in ilk kesiminde, işlerin, ana işlem birimi kullanım sürelerinin kısa sürdüğü varsayılmış, bu durumda ana işlem biriminin, işlerin giriş/çıkış işlemlerinin tamamlanmasını beklemek üzere boşta kaldığı; çizimin ikinci kesiminde ise, bunun tersine, işlerin, ana işlem birimini uzunca süreler ellişinde tuttukları varsayılarak işlerin giriş/çıkış işlemleri sonlandıktan sonra ana işlem biriminin boşalmasını bekledikleri durum örneklenmiştir.

### 1.5. Görev ve Çok Görevli İşlem

Görev herhangi bir programın işletimine verilen addır. Program durgun komut dizisini tanımlarken görev bu komut dizisini işletim boyutıyla ele alan bir kavramdır. Yukarıda sözü edilen çok iş döneminin uygulandığı bilgisayar sistemlerinde, aynı anda birden çok işin ele alınabilmesi, sistem kaynaklarının değişik işler ya da programlar arasında paylaştırılmasını gerektirir. Ana işlem biriminin de, önemli bir kaynak olarak programlar arasında paylaştırılması, işletilmekte olan bir programın kesilerek diğer bir programın işletme alınmasını gerektirir. İşletimi kesilen programın işletimine, ilerde kalınan yerden devam edilebilmesi ve işletim bütünlüğünün korunabilmesi için işletimin kesildiği konuma ilişkin durum bilgilerinin saklanması gereklidir. Bu amaçla, işletilen her program için, bu bilgilerin saklandığı bir veri yapısı öngörülür. İlgili programın işletiminin her kesilişinde program sayacı, yiğit sayacı gibi programın kullandığı ana işlem birimi yazmaç içerikleri, programın saklandığı kütük kimliği, programca açılmış kütüklerin bulunduğu altkılavuz kimlikleri gibi bilgiler bu veri yapılarına saklanır. Bir program işletme alınacağı zaman ise ana işlem birimi yazmaç içerikleri ve diğer işletimle ilgili değişkenler bu bilgilerle günlenerek işletimin kalınan yerden sürdürülmesi ve işletim bütünlüğünün korunması sağlanır.

Böylece, programlar komut satırları olarak değil de, işletim bilgilerinin tutulduğu, görev iskeleti, denetim öbeği gibi adlarla anılan veri yapılarıyla ele alınmış olurlar. Sistem yönünden bakıldığından birlikte işletilen komut dizileri (programlar) yerine değişik görev iskeletleri yada denetim öbekleri arasında anahtarlanan bir ana işlem birimi söz konusu olur. Programın, işletim aşamasında, iskelet adlı veri yapısı ile ele alınan biçimine görev adı verilir. Görev, özellikle, ana işlem biriminin yönetimi açısından önemli ve temel bir kavramdır. Bu kavrama, Görev Yönetimi adlı konu başlığı altında, ayrıntılı olarak yeniden dönecektir.

Çok görevli işlem, herhangi bir kullanıcının aynı anda birden çok görev tanımlayarak işletebilmesine olanak veren bir işlem türüdür. Çok iş düzeni için verilen tanımın çağrılaştıracağı üzere çok görevli işlem birden çok görevin aynı anda çalışmasına olanak veren işlem türü olarak düşünülmelidir. Bir bilgisayar sisteminde aynı anda birden çok görevin, işletim sisteminin denetiminde çalıştırılması, bu sistemde çok görevli işlemin yapıldığını söylemeye yetmez. Bu, çok iş döneminin kurulmasında işletim sisteminin başvurduğu bir yoldur ve kullanıcılar yönünden saydamdır. Zira çok görevli işlemin yapılmadığı sistemlerde de, kimi özel sistem görevleri ile sistem tarafından tanımlanmış kullanıcı görevleri birlikte çalışmak zorundadır. Bu nedenle, bir sistemde kullanıcılar, aynı anda, bizzat, birden çok görev tanımlayıp işletimlerini birlikte başlatabiliyorlarsa, ancak o zaman bu sistemde çok görevli işlemin yapıldığı söylenebilir. Çok görevli işlem, işletim sisteminin kullanıcılarla sunduğu bir olanak, bir işlem türü olarak algılanmalıdır. Bu bağlamda, *MS-DOS* işletim sistemi<sup>7</sup> kapsamında aynı anda birden çok görev çalışıyor olabilmesine rağmen kullanıcılar, aynı anda birden çok programı birlikte çalıştırma (çok görevli işlem) olanağı sunulmamaktadır. Başka bir anlatımla, *MS-DOS*'ta bir program ya da bir sistem komutunun işletimi sonlanmadan, ekranda imleci yeniden bularak yeni bir program ya da komut işletimi başlatma olanağı bulunmamaktadır. *UNIX* ve uyumlu işletim sistemleri ise çok görevli işleme olanak veren sistemlerdir. Örneğin bu işletim sistemlerinde birden çok görev tanımlayıp *background* adı altında, bunları birlikte çalıştırma olanağı bulunmaktadır. *MS-DOS*'tan türeyen *Windows* işletim sistemi de, çok görevli işleme olanak sunan bir işletim sistemidir.

## 1.6. Toplu İşlem ve Etkileşimli İşlem

Toplu işlem ve etkileşimli işlem, çok iş döneminin kurulduğu bilgisayar sistemlerinde, aynı anda işletime alınan işlerin ele alınmış biçimine verilen adlardır. Toplu işlemde (işletimde) işler sisteme, biriktirilerek, dönem dönem sunulurlar. Sisteme sunulan işler, sunuş anından başlayarak sonlanıncaya kadar kullanıcının her türlü müdahalesına kapalı biçimde işletilir. İşi oluşturan adımlar bir bütün olarak ele alınıp topluca işletilirler. Kullanıcılar adımlar arasında işletim akışını izleme ve denetleme (durdurma) olanaklarına sahip değildirler.

<sup>7</sup> *MS-DOS* işletim sistemi, günümüzde en yaygın kullanılan *Windows* işletim sisteminin atasıdır. *Windows* ortamında *Command Prompt* seçeneği ile kullanımı örneklenebilir.

## 14 İŞLETİM SİSTEMLERİ

Toplu işlem bilgisayar sistemlerinin yaygın biçimde kullanılmaya yeni yeni başladığı (altmışlı) yillardan kalan bir işletim türüdür. Bu yıllarda kullanıcılar delikli kart destelerinden oluşan programlarını, sistem işletmenine sunarlar ve bunların kart okuyucu üzerinden okutularak işletilmesini isterlerdi. Sunulan bu kart desteleri biriktirilerek dönem dönem okutulup sisteme sırayla sunulurdu. Program kart desteleri, çoğu kez, sistem işletmenine sunulmak üzere bilgi işlem merkezinde, bu amaçla öngörülmüş kutulara bırakılıp kutular doldukça okutulup sisteme sunulduğundan bu işlem türüne İngilizce'de *batch processing* deyimi kullanılmıştır. Günümüz bilgisayar sistemlerinde toplu işlem dendiginde, işlerin sisteme, bu amaçla öngörülmüş işletim sistemi bekleme kuyrukları üzerinden sunulduğu işlem türü anlaşılmaktadır.

Kullanıcıların iş adımlarını adım adım işletebildiği, adımlar arasında işletim akışını izleyebildiği ve işletim akışına müdahale edebildiği işlem türü etkileşimli işlem olarak bilinir. Etkileşimli işlemde kullanıcılar sistemle terminaller aracılığıyla etkileşim kurarlar. Etkileşimli işlem, kullanıcılar sistemden yalnız başına yararlanıyorlarla izleniminin verildiği bir işlem türü olarak da tanımlanabilir. Bu işlem türünde ana işlem birimi, kısa zaman dilimleri içinde (örneğin her 10 ms'de bir) kullanıcılarla sırayla dönerek atanır. Bu zaman dilimlerinin bir ya da birkaçında, terminalleri başında oturan kullanıcıların, terminallerinden girdikleri işletim komutları çalıştırılabilenin kullanıcılar, komutlarına anında yanıt alırlar. Böylece sistem tümüyle kendileri için çalışıyorum isenimi edinirler. Bu izlenim doğal olarak bilgisayar işlem hızının insaninkine göre çok yüksek olmasından kaynaklanır. Etkileşimli işlemde, işleri oluşturan adımlar, kullanıcının sunuş sırasında işletildiğinden işletim akışının izlenmesi sağlanır. Ayrıca işletim, toplu işlemin tersine kullanıcının denetiminde istenen herhangi bir anda, terminallerdeki özel denetim tuşları kullanılarak kesilebilir. Etkileşimli işlem, ana işlem biriminin kullanıcılar arasında kısa sürelerle paylaştırılıyor olması nedeniyle zaman paylaşımı işlem olarak da adlandırılır.

Cocuklu bilgisayar sistemlerinde toplu işlem ve etkileşimli işlem birlikte kullanılan işlem türlerini oluştururlar. Genelde kullanıcılar program geliştirme, metin düzenleme, program derleme ve sınama, veri tabanı sorgulama gibi kısa süreli işlerini etkileşimli ortamda gerçekleştirirken daha karmaşık, birden çok sayıda alt adımdan oluşan ve uzun süren işlerinin işletimi için toplu işleme başvururlar. Toplu işlem, alt adım akış sırası değişmeyen, bu nedenle adımlar arası işletim akış denetimine gerek duyulmayan işler için, kullanıcıyı terminali başında, iş adımlarını izleme ve ardarda girmenin getireceği bekleme zahmetinden de kurtarır.

İşletim sistemi, genelde, etkileşimli işlem ortamında sunulan (kısa sürede sonlanacağı varsayılan) işleri toplu işlem ortamında sunulan işlere göre daha öncelikli olarak ele alır. Sisteme toplu ya da etkileşimli işlem ortamlarında sunulan işler görevlere dönüştürülür. Etkileşimli işlem ortamında sunulan işler doğrudan görevlere dönüştürülüp ana işlem birimine anahtarlanmak üzere, hazır görevler kuyruğu diye adlandırılan görev bekleme kuyruğuna bağlanırlar. Toplu işlem ortamında sunulan işler ise, görevlere dönüştürülmeden önce toplu işlem kuyrukları üzerinde bekletilirler. İş yönetimi olarak anılan işletim sistemi kesimi, kuyruk başında bekleyen işleri, dönem dönem görevlere dönüştürerek hazır görevler kuyruğuna ekler. Toplu işlem ortamında sunulan işler,

etkileşimli işlem ortamında sunulan işlerden arda kalan sürelerde sistem kaynaklarını dolu tutmak ve bu yolla kaynak kullanım verimliliğini artırmak amacıyla işletme alınırlar. Bu nedenle kimi zaman işletim sistemi, dengesiz ve aşırı kaynak talep eden işleri toplu işlem kuyruklarından sunulmaya da zorlayabilir. Bu noktaya, Görev Yönetimi adlı konu altında da değinilecektir.

## 1.7. Gerçek Zamanlı İşlem

Yukarıda açıklandığı gibi, etkileşimli işlem, bilgisayar sisteminden terminaller aracılığıyla hizmet alan kullanıcıların işletikleri komutlara, sistemden yalnız yararlanıyorçasına hızlı yanıtlar alabildikleri bir işlem türüdür. Etkileşimli işlem ortamında çalışan herkesin tanık olabileceği gibi, sistemin çok yüklü olduğu (örneğin sistemden yararlanan kullanıcı sayısının aşırı arttığı) durumlarda terminallerden girilen komutlara alınan yanıtlar, tek başına kullanım izlenimini silecek biçimde gecikebilmektedir. Etkileşimli işlemde, sistemin yanıt süresine bir üst sınır konabilmesi durumunda yapılan işlem türüne gerçek zamanlı işlem denir. Burada söz konusu üst sınır, doğal olarak saniyeler / milisaniyeler düzeneinde düşünülmelidir. Gerçek zamanlı işlem, terminaller aracılığıyla hizmet alınan çok kullanıcı bilgisayar sistemlerinden çok, yanıt süresinin üretilen hizmetin nitelik ve güvenliği yönünden çok kritik olduğu, endüstriyel süreç denetimi gibi özel uygulamaların yapıldığı bilgisayar sistemlerinde kullanılan bir işlem türüdür. Bu tür bilgisayar sistemlerinde, terminallerden girilen (sunulan) hizmet komutları yerine ısı, basınç, debi algılayıcıları gibi elektronik ölçüm birimlerinden sisteme dolaysız ulaşan ölçüm ve uyarılar sözkonusudur. Bu ölçüm ve uyarıların gerektirdiği (vanaların açılıp kapanması, alarmların kurulması gibi) güdümler sistemin yanıtlarını oluşturmaktadır. Yanıt süresi dendiğinde bu tür denetim nitelikli eylemlerin yerine getiriliş hızı anlaşılmalıdır. Buradan, sistem yanıt hızının, niçin bir üst sınırla garanti altına alınan kritik bir değer olduğu daha kolayca anlaşılacaktır.

Gerçek zamanlı işlem, genelde, çok görevli işlemle birlikte anılan bir işlem türüdür. Zira çok görevli işlem, gerçek zamanlı işlemin gerçekleştirilmesinde başvurulması gereken bir yöntemdir. Gerçek zamanlı uygulamalarda, işlemler çoğu kez, sisteme dış ortamdan gelen uyarılarla ele alınırlar. Bu uyarıların her biri için bir ya da birkaç görev tanımlanır. Bu görevler, ilgili oldukları uyarıların yanıt sürelerine dayalı öncelik sırasında ana işlem birimine anahtarlanırlar. Uyarılarla ilgili görevlerin kolayca tanımlanabilmesi ve tanımlanan bu görevlerin önceliklerine göre ana işlem birimini paylaşmaları çok görevli işlem ortamını gerektirir. Bu nedenle gerçek zamanlı işlem, genellikle çok görevli işlemle birlikte anılır ve gerçekleştirilir.

Gerçek zamanlı nitelemesi çoğu kez çevrim içi deyimi ile aynı anlamaya gelecek biçimde kullanılır. Çevrim içi, bilişim uygulamalarında verilerin sisteme sunulmuş biçimini tanımlayan bir terimdir. Eğer işlenecek veriler bilgisayar sistemine dolaysız ve aracısız bir biçimde aktarılıyor ise yapılan uygulamanın çevrim içi bir uygulama olduğu söylenir. Örneğin bankacılık uygulamalarında müşteriler tarafından gerçekleştirilen para çekme, para gönderme gibi değişik bankacılık işlemlerine ilişkin veriler, telefon hatları aracılığıyla, doğrudan uygulamanın yürütüldüğü bilgisayar sistemine ulaşıyorsa (dolayısıyla hemen işleme konabiliyorsa) yapılan uygulamanın çevrim içi bir uygulama

## 16 İŞLETİM SİSTEMLERİ

olduğu söylenir. Öğrencilerin, derslere ya da sınavlara özel (optik) formları doldurarak kayıt oldukları bir uygulamada ise, bilgilerin, doldurulan formların toplanması ve optik okuma işlemleri sonrasında bilgisayar sistemine dolaylı olarak aktarılması nedeniyle çevrim içi bir uygulamadan söz edilemez.

Endüstriyel süreç denetimi gibi gerçek zamanlı uygulamalarda da, uygulamanın gerektirdiği veriler sisteme, örneğin elektronik algılayıcılar tarafından dolaysız olarak aktarılır. Zira bu uygulamalarda zaman çok önemlidir. Verilerin sisteme dolaylı bir biçimde aktarılması hoşgörülemez. Bu nedenle endüstriyel süreç denetimi ile örneklenen gerçek zamanlı uygulamalar her zaman çevrim içi uygulamalardır. Ancak bir uygulamanın gerçek zamanlı uygulama olması, verilerin sisteme aktarış biçiminden kaynaklanan bir özellik değildir. Bir uygulamayı gerçek zamanlı kılan, daha önceden de belirtildiği gibi, yerine getirilen işlem yanıt hızıdır. Gerçek zamanlı uygulamalar, aynı zamanda çevrim içi uygulamalar olabilirken her çevrim içi uygulama, mutlaka gerçek zamanlı bir uygulama olmak zorunda değildir. Bu nedene dayalı olarak, gerçek zamanlı ve çevrim içi terimlerinin ayrı anlamlar içeren terimler olarak düşünülmesi ve bu kavramlar arasında ayırım gözetilmesi gerekmektedir.

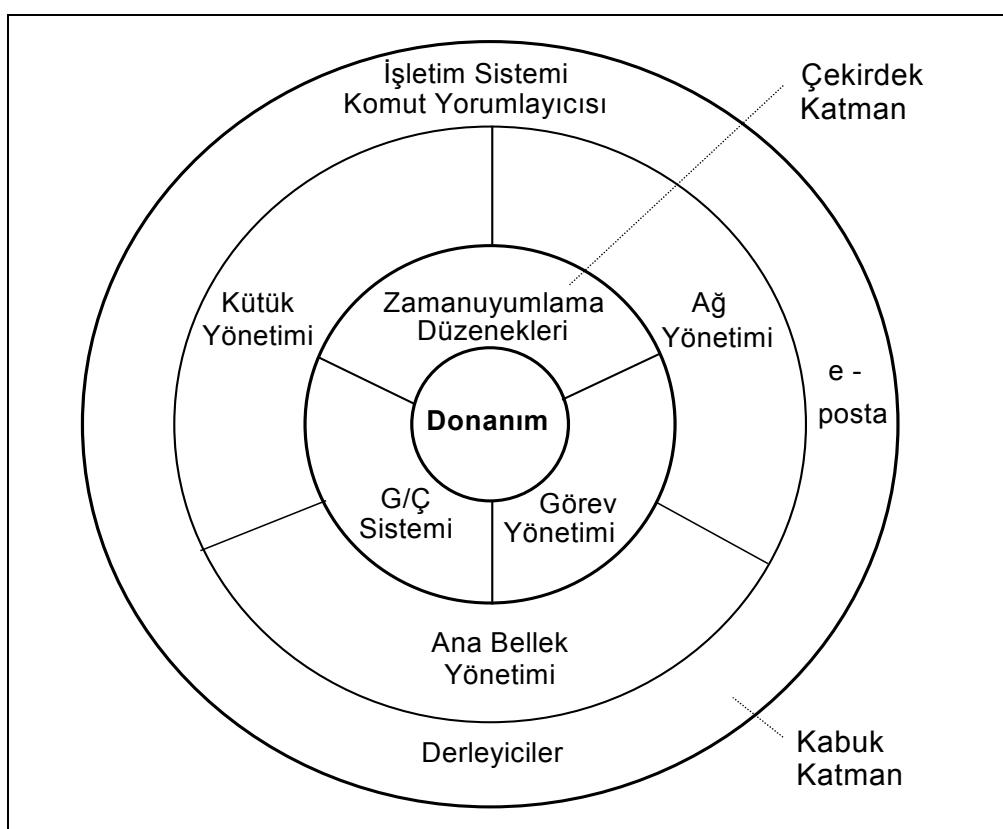
### 1.8. İşletim Sistemini Oluşturan Kesimler

İşletim sistemi, bilgisayar sistemini oluşturan donanım ve yazılım nitelikli kaynakları kullanıcılar arasında kolay, hızlı ve güvenli bir işletim hizmetine olanak verecek biçimde paylaştırın, bunu yaparken, bu kaynakların kullanım verimliliğini en üst düzeyde tutmayı amaçlayan bir yazılım sistemidir. Bu bağlamda, işletim sisteminin, sistem kaynakları olarak ana işlem biriminin, ana belleğin ve giriş/çıkış birimlerinin, kullanıcılar arasında verimli paylaşımını sağlayan işlevleri, ana işlem biriminin yönetimi, ana belleğin yönetimi, kütük yönetimi gibi adlarla anılan değişik kesimler içinde toplanır. İşletim sisteminin yerine getirdiği işlevler, çoğu kez yönetim işlevleri olarak tanımlanır. Yönetim sözcüğü Türkçe'de, daha çok insanlar için kullanılan bir sözcük olmakla birlikte burada, anlamı, kaynakları belirlenen amaca en yüksek verimi elde edecek biçimde yönlendirme biçiminde genişletilerek kullanılmıştır.

İşletim sisteminin, kolay kullanım ilkesi gereği, özellikle sistem giriş / çıkış birimlerinin kolayca algılanabilir, yalın mantıksal modeller çerçevesinde düşünülerek kullanılabilmelerine olanak vermesi de gereklidir. Örneğin disk, miknatıslı şerit gibi ikincil belleklerde saklanan verilerin, kullanıcılarına, bayt, tutanak dizileri gibi görünümler altında sunulması, bunlar üzerinde yapılacak okuma yazma gibi işlemlerin de bu yalın modele uyumlu işlemler olarak öngörülmeli gerekir. Giriş/çıkış birimleriyle ilgili bu temel işlev, işletim sistemlerinde kütük yönetimi olarak anılan kesimce sağlanır. Bunun gibi, kullanıcıların çalışıkları bilgisayar sisteminin bağlı olduğu diğer bilgisayar sistemlerinin kaynaklarına, örneğin o sistemlerde saklanan kütüklere, ayrıntılardan arındırılmış yapılar çerçevesinde erişebilmelerini sağlayacak bir yönetimi kesimini sağlar.

İşletim sistemleri, yukarıda da belirtildiği gibi, bilgisayar sistemlerinin kolayca kullanılabilmelerine olanak sağlamak üzere, sistem birleşenlerini, kullanıcıların kolayca algılayabilecekleri yalın mantıksal yapılar olarak sunmaya çalışırlar. Örneğin

kullanıcılarla kütüklerini, kendi uygulamalarıyla uyumlu uzunluk ve sayıda tutanaktan oluşan bir tutanaklar dizisi olarak düşünme ve ilgili işlemleri bu yapıya uyumlu olarak yürütübilme olanağı verilir. Kullanıcının düşüncesinde gerçekliği olan bu yapılar mantıksal yapılar olarak adlandırılır. Disk ortamında saklanan kütüklerin, fiziksel olarak, değişik disk yüzeylerinin, değişik izlerine dağılmış değişik sektörler üzerinde saklandığı bilinir. Kolay kullanım yönünden, donanımın fiziksel ayrıntısının kullanıcılardan tümlüle gizli tutulması gereklidir. Bu amaçla işletim sistemi, kullanıcıya sunulan yalın kullanım modeli ile gerçekleştirime özgü fiziksel yapı arasında geçiş sağlanmak zorundadır. Kütük kullanımı kapsamında bu geçiş, ilerde ayrıntılarıyla incelenenek olan kütük yönetim kesimince ele alınır (Çizim 1.6).



Çizim 1.6. İşletim Sistemi Kesimleri ve Yer Aldıkları Katmanlar

Kütük kullanımının yanı sıra, ana belleğin kullanımı yönünden de benzer geçişlerin gerçekleştirilmesi gereklidir. Zira kullanıcılar için ana bellek, mantıksal olarak, bir sözcükler dizisidir. Kullanıcılar programlarının, ana bellekte bitişken olarak yüklenip çalıştırıldığını düşünürler. Ancak gerek bellek alanlarının verimli kullanımı gereklidir. Bu nedenle, bellekten daha büyük bellek sığaları yaratma gibi amaçlarla programlar, işletim sistemi tarafından sayfa ve kesimlere bölünebilir. Bu sayfa ve kesimler ana bellekte bitişken olmayan konumlara yüklenebilir. Programları üzerinde, inisiatifi dışında yapılan bu bölümlemeler kullanıcıdan gizlenmek zorundadır. Bu gizleme, sayfa ve kesimlere bölünmüş fiziksel program yapıları ile bitişken mantıksal program yapıları arasında geçiş kurularak işletim sistemi tarafından sağlanır. Bu bağlamda, mantıksal

## 18 İŞLETİM SİSTEMLERİ

kullanım modelleri ile fiziksel gerçekleştirim modelleri arasındaki otomatik geçiş işlevi, işletim sisteminin önemli bir işlevini oluşturur.

Mantıksal yapılardan fiziksel yapılara geçiş, genellikle tek bir adımda gerçekleşmez. Değişik soyutlama düzeylerinde, birkaç adımda ele alınır. Alt soyutlama düzeylerinde donanımın fiziksel ayrıntısını taşıyan veriler üzerinde işlem yapılır. Soyutlama düzeyi yükseldikçe fiziksel gerçekliği daha az yansitan veri yapılarına dayalı işlemler söz konusu olmaya başlar. Fiziksel ayrıntılara dayalı alt soyutlama düzeyi işlemler, donanıma yakın işlemler olarak da bilinir. Donanıma yakın işlemler, ilgili donanımların fiziksel ayrıntılarını bilmeyi gerektirir. Bu bağlamda, örneğin bir öbeğin disk sürücüden okunabilmesi için sürücünün bağlı olduğu arabirimin programlanması gereklidir. Arabirimleri programlayabilmek için, çalışma ilkeleri, içerdikleri yazmaçların işlevleri, fiziksel adresleri gibi özel ayrıntıları yakından bilmek gereklidir. Bunun tersine, örneğin, üst düzey programlar içinde yer alan sıradan tutanak okuma işlemleri ise üst soyutlama düzeyi işlemleri oluşturur. Üst soyutlama düzeyi işlemler, mantıksal tutanaklar gibi kullanıcının düşüncesinde gerçekliği olan mantıksal veri yapıları üzerinde işlem yapmaya olanak verirler. Üst soyutlama düzeyi işlemler donanıma uzak işlemler olarak da bilinir.

İşletim sistemini oluşturan değişik işlevsel kesimler, kullanıcıdan donanıma inen eksende, ilgili oldukları veri soyutlama düzeyine koşut olarak değişik düzeylerde düşünülebilirler. Bu düzeylerden en alta olanı çekirdek, en üstte olanı ise kabuk olarak anılır. Kabuk düzey kullanıcıya en yakın, dolayısıyla en üst soyutlama düzeyini, çekirdek düzey ise donanıma en yakın, dolayısıyla en alt soyutlama düzeyini ifade eder. Düzeyler katman olarak da anılır. Çizim 1.6'da, genel amaçlı bir işletim sisteminde bulunan işlevsel kesimler, yer alındıkları katmanlarla verilmiştir. Bunlardan giriş/çıkış sistemi, görev yönetimi ve görevler arası zaman uyumlama düzenekleri kesimi çekirdek katman içinde, ana bellek yönetimi, kütük yönetimi ve ağ yönetimi kesimleri, kabuk ile çekirdek arasında kalan ara katmanda gösterilmiştir. İşletim sisteminin kullanıcı ile dolaysız etkileşim kurduğu komut yorumlama kesimi ise, doğal olarak kullanıcıya en yakın katman olan kabuk katmanında yer almıştır.

### 1.8.1. Ana İşlem Biriminin Yönetimi

Ana işlem birimi bir bilgisayar sisteminin en önemli kaynağını oluşturur. Bu önemli kaynağın kullanıcılar arasında paylaşılması ana işlem biriminin yönetimi kapsamında ele alınır. Ana işlem birimi, kullanıcı programlarının birlikte işletilmesiyle paylaşılır. Bir program tümüyle sonlanmadan bir diğerinin de işletime alınması, bu programların birlikte işletilmesi olarak bilinir. Programlar, birlikte işletimin gereği olarak zaman zaman kesilerek ana işlem birimini diğer programlara bırakmak durumunda kalırlar. Bu biçimde kesilen bir programın, işletimini sonradan sorunsuz sürdürmesi için kesildiği andaki işletim ortamının saklanması gereklidir. Bu amaçla işletime alınan tüm programlar için iskelet adı verilen özel veri yapıları tutulur. Bir program işletime alınacağı zaman, işletim ortamını belirleyen ana işlem birimi yazmaçları bu programın iskeletindeki bilgilerle günlenir. Program işletimi, bu biçimde görev olarak adlandırılır. Ana işlem birimi yönetimi, bu nedenle görev yönetimi olarak da anılır.

Görev yönetimi, ana işlem birimi donanım yapısına doğrudan bağımlı alt düzey işlemlerin ele alındığı bir yönetim kesimidir. Görev iskeleti, görev denetim öbeği gibi, görev yönetiminin kullandığı temel veri yapılarında, yazmaç, program sayacı, yiğit göstergesi içerikleri gibi ana işlem birimine özel bilgiler tutulur. Görevler ana işlem birimine görev yönetici olarak adlandırılan özel bir sistem görevinin denetiminde anahtarlanırlar. Görev yönetici, kesilme olarak adlandırılan kimi özel donanım uyarıları ile ana işlem birimine anahtarlanır. Hangi görevin kendisinden sonra ana işlem birimini kullanacağına karar verir. Ana işlem birimi yazmaçlarını, seçilen görevin iskeletindeki bilgilerle günleyerek anahtarlamayı gerçekleştirir. Gerek özel donanım uyarılarının ele alınması gerekse anahtarlama işlemleri donanımın ayrıntısına bağımlı işlemlerdir. Görev yönetimi, bu nedenle donanıma yakın işlemlerin ele alındığı çekirdek katman içinde düşünülür.

Görevler, işletimlerinin başından sonuna deðin ya ana işlem birimi üzerinde çalışır durumda, ya bu birimi kullanmaya hazır durumda ya da başlattıkları bir giriş/çıkış işleminin (örneðin diskten bir öbeğin okunması işleminin) tamamlanmasını bekler durumda bulunurlar. Görevler çalışmadıkları sürece, hazır, bekler gibi adlarla anılan kuyruklara bağlı olarak tutulurlar. Görevler ana işlem birimine hazır görevler kuyruğu üzerinden anahtarlanırlar. Çalışmakta olan bir görevin işletimi herhangi bir nedenle kesildiðinde hazır görevler kuyruðundan hangi görevin ana işlem birimini kullanacağına görev yönetici karar verir. Bunun yanı sıra sisteme sunulan görevlerin iskeletlerinin çatılması, önceliklerinin belirlenmesi, işletimi sonlanan görevlerin varlıklarının sonlandırılması gibi işlemler de görev yönetimi kapsamında gerçekleştirilir. Ana işlem biriminin yönetimi, Görev Yönetimi adlı bölümde, ayrıntılı olarak inceleneciktir.

### **1.8.2. Zamanuyumlama İşlevleri**

Bir bilgisayar sisteminde tüketilen kaynak sayısı, sistemde aynı anda işletime alınan görev sayısından her zaman çok daha küçüktür. Görevler, örneðin yazılıclar gibi kimi kaynakları bu nedenle paylaşmak zorunda kalırlar. Bu zorunluluðun yanı sıra, görevler, koþut olarak günlenen bir kütük örneðinde olduğu gibi, uygulamanın geregi olarak da kaynakları ortak kullanmak durumunda kalabilirler. Görevlerin, kaynakları, gerekli önlemler alınmadan rasgele paylaşması işletim bütünlüğünün bozulmasına yol açabilir. Örneðin, bir görev, bir yazılıcısı üzerinden döküm yaparken, işletimi kesilerek diğer bir görevin işletime alınması ve aynı yazılıcısından döküm almaya kalkması, dökümlerin karışmasına yol açar. Bunun gibi, aynı kütük üzerinde koþut günleme yapan görevlerden birinin, bir tutanakla ilgili günleme işlemlerini tümüyle tamamlamadan işletiminin kesilmesi ve diğer bir görevin işletime alınarak aynı tutanak üzerinde günleme yapmaya kalkması, hatalı günlemeye, dolayısıyla veri bütünlüğünün bozulmasına yol açabilir. Bu nedenle bu tür günleme işlemlerinin bölünmez biçimde gerçekleşmesi gerekir. Başka bir deyiþle, bir tutanak üzerinde yürütülen işlemler tümüyle sonlanmadan bu tutanaðın erişimi diğer görevlere kapalı tutulur.

Kaynak paylaşımında işlem bölünmezliği, görev yapılarına zamanuyumlama işlecleri olarak adlandırılan özel programlama araçlarıyla katılır. Kimi zaman, ana işlem biriminin makina komutları gibi ele alınan bu işleçlerle ilgili düzeneklere, doğal olarak

## 20 İŞLETİM SİSTEMLERİ

donanım ayrıntısına en alt düzeyde açık olan çekirdek katman içinde yer verilir. İşletim sisteminin görevler arası zamanuyumlama işlevlerine Birlikte Çalışan Görevler adlı bölümde ayrıntılı olarak degefincilecektir.

### 1.8.3. Giriş/Çıkış Sistemi

Giriş/çıkış birimleri, verilerin hem bilgisayar sistemi ile dış ortam arasında iki yönlü aktarımını sağlayan, hem de bunların bilgisayar ortamında saklanmasına yarayan birimlerdir. Bilindiği gibi giriş/çıkış birimleri giriş/çıkış sürücülerile giriş/çıkış arabirimlerinden oluşur. Giriş/çıkış sürücülerile, klavye, ekran, yazıcı, modem gibi, verilerin sistem ile dış ortam arasında çift yönlü aktarıldığı ya da disk, mıknatıslı şerit gibi sistem içinde saklandığı öğelerdir. Verilerin, sürücüler üzerinde okuma yazma işlemleri, giriş/çıkış arabirimleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda, bir disk öbeğinin sürücü üzerinden okunması için, disk arabirimini düzeyinde yer alan kimi denetim yazmaçları kullanılarak okuma yazma kafasının ilgili ize taşınması, öbeğin sürücüsünden arabirim yastığına, buradan da ana bellege aktarılması gerçekleştirilir. Benzeri işlemler, giriş/çıkış sistemi olarak adlandırılan kesim tarafından ele alınır.

Yukarıda tek bir sürücü için örneklenen işlemler, çok kullanıcılı bir bilgisayar sisteminde, aynı anda birden çok sürücü üzerinde gerçekleştirilmek zorundadır. Bunun için çoğu kez, sürücü-arabirim arası aktarım işlemleri bir kez başlatıldıktan sonra, arabirimlerin, aktarım sonunda ana işlem birimini uyarması öngörlür. Bu yolla ana işlem biriminin birden çok arabirimini eşanlı olarak denetleyebilmesi sağlanır. Arabirimlerin ana işlem birimine yolladıkları işlem sonu uyarıları, kesilme uyarıları olarak adlandırılır. Değişik giriş/çıkış arabirimlerinden aynı anda ve zamanuyumsuz olarak gelen bu uyarıların, hiçbir veri kaybına yol açmadan ve bu birimlerin öncelik sırası gözetilerek ele alınması kesilmelerin yönetimi olarak bilinir. Kesilmelerin yönetimi giriş/çıkış sistemi kapsamında düşünülür.

Verilerin giriş/çıkış birimleri ile ana bellek arasında aktarılması, her zaman, kesilme düzeneğine dayalı olarak yapılamaz. Özellikle disk gibi hızlı giriş/çıkış birimlerinden veriler, doğrudan bellek erişimi olarak adlandırılan bir başka yöntemle aktarılırlar. Bu yöntemde, ana bellek ile giriş/çıkış birimleri arasında veri aktarımı, doğrudan bellek erişim denetleme birimi olarak adlandırılan yardımcı bir işleyici aracılığıyla gerçekleştirilir. Doğrudan bellek erişim işlemleri de giriş/çıkış sistemi kapsamında ele alınır. Giriş/çıkış sistemi kesimi, giriş/çıkış arabirimleri, ana işlem birimi, doğrudan bellek erişim denetleme birimi gibi birimlerin en alt düzeyde programlandığı, donanım ayrıntısına bağımlı işlemlerin ele alındığı bir kesim olarak çekirdek katmanda yer alır. Bu kesim Giriş/Çıkış Sistemi adlı bölümde ayrıntılı olarak incelenecektir.

### 1.8.4. Ana Belleğin Yönetimi

Cok iş düzeninin kurulduğu bilgisayar sistemlerinde, birden çok program ana işlem birimini paylaşarak birlikte işletilir. Bir programın işletme alınabilmesi, öncelikle bu programın ana belleğe yüklenmesini gerektirir. Programların birlikte işletimi ana

belleğin bunlar arasında paylaştırılmasını zorunlu kılar. Ana belleğin programlar arasında paylaştırılma zorunluluğu, işletim sistemine yeni bir yönetim işlevi yükler.

Ana bellek, programlar arasında, değişik biçimlerde bölümlenerek paylaştırılır. Belleğin bölüşülmesi, kimi sorunları da beraberinde getirir. Bu sorunlardan en önemlisi, bellekte, programlar arasında kalan kullanılamaz boşlukların yarattığı parçalanma sorunudur. Parçalanma sorunu, programların yerlerinin işletim aşamasında değiştirilmesine olanak sağlanarak dönem dönem bitirilmeleri yoluyla aşılır. Bu olağan, fiziksel adreslerin, bellek erişim aşamasında, özel bir yazmaca göreli olarak hesaplanması ve programların mantıksal adres evrenlerinin fiziksel adres evreninden bağımsızlaştırılması yoluyla yaratılır. Program bitirme işlemleri, dönem dönem işletimin kesilmesini gerektirdiğinden sistem başarımının düşmesine neden olur. Bitirme işlemlerini ortadan kaldırmak üzere programların ana belleğe bir bütün olarak yüklenmesi koşulundan vazgeçilebilir. Programlar sayfa ya da kesim olarak adlandırılan parçalara bölünür. Bu parçalar ana bellekte boş bulunan yerlere yüklenir. Bellekte bitişken olmayan kesimlere serpiştirilmiş programların işletimi, yeni adres dönüştürme ve yönetim işlevlerini ortaya çıkarır. Bu bağlamda sayfalı ve kesimli bellek yönetimlerinden söz edilir.

Bilgisayar sistemlerinde, kimi zaman kullanıcılarla, sistemde var olan fiziksel bellek sıgasından daha büyük sağada bellek alanları kullanabilme olanakları sunulur. Bu, görüntü bellek olanağı olarak bilinir. Bu bağlamda görüntü sayfalı, kesimli ve kesimli-sayfalı bellek yönetimlerinden söz edilir. Görüntü bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde program işletimi, program tümüyle ana belleğe yüklenmeden başlatılır. Ancak programın tümü diske tutulur. Programın sayfa ya da kesim olarak adlandırılan parçaları, işletim aşamasında, gerçeklikçe ana belleğe yüklenir. Bellekte bulunmayan bir sayfa ya da kesime sapıldığından, öncelikle bunun ana bellekte taşınabileceği bir yer aranır. Bulunamazsa bellekten bir sayfa ya da kesim diske taşınarak yer açılır. Bu bağlamda ortaya çıkan yeni yönetim işlevleri de bellek yönetimi kapsamında sağlanır.

Bilgisayar sistemlerinde, ana bellek yönetimini desteklemek üzere, eksik sayfa, kesimden taşıma, izinsiz erişim uyarıları gibi uyarıların üretilmesini, adres dönüştürme işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan özgün ekler bulunur. Ana Belleğin Yönetimi adlı bölümde, çeşitli bellek yönetim yöntemleri ayrıntılı olarak incelenirken bu özgün donanım ekleri de, yeri geldikçe açıklanacaktır.

### **1.8.5. Kütük Yönetimi**

Kütük yönetimi, kullanıcılarla, ana bellek dışında saklanan verileri (kütükleri) üzerinde kolay ve hızlı işlem yapabilme olanağı veren işletim sistemi kesimidir. Kütükler üzerinde yapılan temel işlemler, okuma, yazma, açma ve kapama işlemleridir. Kullanıcılar bu işlemleri, bayt, tutanak dizileri olarak gördükleri mantıksal kütük görüntüleri üzerinde, genellikle üst düzey programlama dillerinin sunduğu olanakları kullanarak gerçekleştirirler. Daha önceden de belirtildiği gibi, kullanıcıların düşüncelerinde gerçekliği olan mantıksal yapılı kütükler, disk gibi mıknatıslı ortamların yüzey, silindir ve sektörleri üzerinde fiziksel olarak yer alırlar. Mantıksal tutanaklar

## 22 İŞLETİM SİSTEMLERİ

üzerinde tanımlanan işlemlerin fiziksel olarak gerçekleştirilmesi ve donanım ayrıntısının kullanıcılardan gizlenmesi kütük yönetiminin temel işlevidir. Bu bağlamda, bir kullanıcının, üst düzey araçları kullanarak okuma, yazma gibi işlemlerden birini herhangi bir kütüğünün mantıksal bir tutanağına uygulamak istemesi durumunda, öncelikle ilgili kütük adından bu kütüğün bulunduğu sürücü kimliğinin bulunması, ilgili mantıksal tutanağın bu sürücü üzerinde hangi silindir, hangi yüzey ve hangi sektörde yer aldığı saptanması gereklidir. Mantıksal tutanak numaralarından, (silindir, okuma-yazma kafa numarası ve sektör üçüsünden oluşan, 56-4-9 gibi) fiziksel disk öbek adreslerini hesaplayarak tutanak içeriklerinin, okuma-yazma işleminin yapılacağı ana bellek yastık alanlarına aktarılmasının sağlanması kütük yönetim kesiminin yükümlülüğündedir.

Mantıksal tutanak numaralarından fiziksel disk adreslerine geçiş, kütük yönetim sisteminin, yalın bir kullanım ortamı sağlama ilkesi çerçevesinde yerine getirdiği bir işlevdir. Bunun yanı sıra, kütük yönetim sisteminin, disk alanlarının verimli kullanımı, bu ortamlarda saklanan verilere en hızlı erişimi sağlayan düzenlemelerin yapılması gibi, sistem verimliliğine dönük başka işlevleri de vardır. Bu amaçla, disk alanlarının düzenlenmesi, buralardan kütüklere yer sağlanması, boş alanların izlenmesi, kütüklerein bu alanlar üzerindeki yerleşimlerinin, erişimin en hızlı olacağı biçimde düzenlenmesi gibi işlevler de kütük yönetimi kapsamında yerine getirilir.

Kütük yönetim sistemi, kullanıcılarla kütüklere üzerinde, mantıksal yapılar çerçevesinde işlem yapabilme olanağı sağlarken sözkonusu kütüklere, `prog1.c`, `rapor.doc` gibi simgesel adlar (kimlikler) verme, bunları kılavuz, alt kılavuz gibi adlarla anılan yapılar altında gruplandırma, ayrıştırma ve düzenleme olanakları da sunar.

Kütük yönetim kesimi, çok görevli işlemin uygulandığı sistemlerde kütüklerein kullanıcılar arasında eşzamanlı paylaşım sorununa da etkin çözümler sunmak zorundadır. Bu kapsamında kütüklere erişimin, kütük, tutanak gibi değişik düzeylerde kilitlenmesini sağlayacak düzeneklerin kurulması ve bu düzeneklerin, işletim bütünlüğünü bozmadan çalıştırılması kütük yönetimi kapsamında ele alınır.

Kütük yönetimi kapsamında düşünülen ve yerine getirilen bir diğer işlev de güvenli bir işletim ve saklama ortamının yaratılmasıyla ilgilidir. Güvenli bir işletim ortamı, kütüklerein bozulma ve silinmelere karşı korunmasını, içerdikleri bilgiler yönünden de gizliliğin sağlanmasını gerektirir. Bu amaçla kütük yönetim sistemi, kütüklere erişimleri denetim altında tutar. Kütük yönetim sisteminin; yalın modellere dayalı kullanım ortamının yaratmasına, disk alanlarının verimli kullanımının sağlanması ve kütüklerein paylaşılması ve korunmasına ilişkin temel işlevleri, Kütük Yönetimi adlı bölümde ayrıntılı olarak inceleneciktir.

### 1.8.6 Sistem Komut Yorumlayıcısı

İşletim sisteminin kullanıcı ile iletişim kurduğu katman, kabuk katmanıdır. Kabuk katmanında sistem komut yorumlayıcısı yer alır. Sistem komut yorumlayıcısı, kullanıcıların, terminalleri başından girdikleri komutları yorumlayarak bu komutlarla

tanımlanan işlemleri yerine getirir. Sistem komutları, kullanıcının bilgisayar ortamında saklanan kütüklerini düzenleme, listeleme, görüntüleme, silme, kopyalama, adlandırma, program geliştirme, iş tanımlama, iş çalıştırma, iz sürme, durum sorgulama, ileti gönderme, oturum sonlandırma gibi işlemleri yerine getirmek için kullanılır. Yerine getirilen işlemin türünü anımsatacak biçimde *type*, *list*, *cd*, *cat*, *exec* gibi kısaltma adlarla anılan bu komutlar, belli yazım kurallarına uygun olarak, giriş ve çıkış parametreleriyle birlikte kullanılırlar. *UNIX*'te komut yorumlama işlevi shell adlı kesim tarafından yerine getirilir. *command*, *MS-DOS* işletim sisteminin komut yorumlayıcısına verilen addır. Sistem komutlarını örneklemek üzere, aşağıda *MS-DOS*'un sıkça kullanılan, kütük işlemleriyle ilgili kimi komutlarına yer verilmiştir:

<i>dir</i>	[kütük adı]	<i>copy</i>	[kütük adı-1]	[kütük adı-2]
<i>cd</i>	[alt kılavuz adı]	<i>del</i>	kütük adı	
<i>md</i>	alt kılavuz adı	<i>type</i>	kütük adı	

Bu komutların sağında yer alan parametreler komutun uygulanacağı kütük ya da altkılavuz adlarını göstermektedir. Bu komutlardan, örneğin *dir* komutu adı verilen kütüğün sistemde yer alıp olmadığını belirlemek üzere kullanılabilmektektir. Bu komut parametre yazılmadan girildiğinde, o an üzerinde işlem yapılan alt kılavuz altındaki tüm kütük adlarını listelemeye yaramaktadır. *copy* komutu ise bir kütüğün kopyasını çıkarmak üzere kullanılmaktadır. Parametre olarak verilen ilk kütük adı kopyalanacak kütüğü, ikinci ad ise, kopyanın yer alacağı yeni kütük adını belirtmektedir<sup>8</sup>.

Bilgisayar sistemleri açıldığında, işletim sisteminin ana belleğe yüklenmesinden sonra çalışmaya başlayan kesim komut yorumlama kesimidir. Çok kullanıcılı bilgisayar sistemlerinde, sisteme giren her kullanıcı için, komut yorumlayıcısıyla ilgili bir görev çalıştırılır. Komut yorumlayıcısının çalışması, kullanıcıların bilgisayar sistemi ile etkileşim kurdukları terminal sürücü ekranında imleç olarak adlandırılan, *>*, *\$*, *#* gibi özel damgaların satır başına yazılmasından anlaşılır.

Komut yorumlama kesimi uygulama programlarıyla aynı düzeyde düşünülen bir kesimdir. Kullanıcı komutlarının gerektirdiği kütük işlemleri, giriş/çıkış işlemleri gibi işlemler, aynı uygulama programlarında olduğu gibi, daha alt katmanlarda yer alan kütük yönetimi, giriş/çıkış sistemi gibi işletim sistemi kesimlerinden, izleyen kesimde açıklanan sistem çağrıları aracılığıyla hizmet alınarak gerçekleştirilir. Bu nedenle *MS-DOS*'ta, uygulama programlarına bellekte yer açmak üzere *command* adlı sistem komut yorumlayıcısı bellekten çıkarılabilmektektir. *UNIX*'te de *shell*, işletim sisteminin diğer kesimlerinden bağımsız düşünülmekte ve *Bourne shell*, *C shell*, *Korn shell* gibi kullanıcıya özel, ayrı komut yorumlayıcılar kullanılabilmektektir.

<sup>8</sup> *WINDOWS*, *X\_WINDOWS* gibi kullanıcı grafik arayüzü sunan işletim sistemlerinde, komutlar, ekranda bir ikon ile simgelenir. Bu durumda komutlar, ekrandaki ilgili ikon tiklanarak işletilir. Bir komutun, komut satırından adminin girilmesi ile ikonunun tiklanması arasında, yürütülen işlemler açısından herhangi bir ayrim sözkonusu değildir.

## 1.9. Sistem Çağrıları

İşletim sistemini oluşturan değişik işlevsel kesimler, kabuktan çekirdeğe uzanan eksende değişik katmanlarda yer alırlar. Bir kesimin yer aldığı katmanı, ele aldığı verilerin soyutlama düzeyi belirler. Çekirdek katmanda veriler, donanımın fiziksel özelliklerini taşırlar. Üst katmanlarda ise, kullanım kolaylığı sağlayan mantıksal modeller çerçevesinde tanımlanırlar ve gerçeklikten uzaklaşırlar. Bu bağlamda, örneğin kütükler, çekirdek katman içinde, fiziksel olarak yer aldıkları öbek adresleriyle tanımlanırlar. Aynı kütük, kabuk katmandan hizmet alan bir kullanıcı için ise, örneğin doğrusal bir damga dizisidir. Kütüğü oluşturan damgalar, kütük başına göreli sıra numaraları ile, mantıksal olarak ele alınırlar. İşletim sistemlerinde verilerin soyutlanması, yalın mantıksal modellere dayalı kolay kullanım hizmeti verebilmek amacıyla başvurulur. Kullanıcıların mantıksal olarak tanımladıkları işlemlerin yerine getirilebilmesi için üst soyutlama düzeyinde tanımlanmış verilerden fiziksel düzeyde tanımlı verilere geçiş sağlanması gereklidir. Bu bağlamda, bir kütüğün başına göreli beşinci tutanağının okunabilmesi için bu tutanağın diskte hangi fiziksel öbek içinde yer aldığıının belirlenmesi; başka bir anlatımla, kütük başına göreli mantıksal tutanak numarasından sürücü başına göreli fiziksel öbek adresine geçişin sağlanması gereklidir. İşletim sistemlerinde bu geçiş sistem çağrıları ile gerçekleştirilir. Sistem çağrı düzeneği, işletim sisteminde verilen hizmetlerin, donanımın ayrıntısından soyutlanmış, kolay anlaşılır mantıksal modellere dayalı olarak yürütülebilmesini sağlayan bir düzenektir.

Sistem çağrı düzeneği, genelde programlama dillerindeki yordam çağrıma düzeneğine benzer. Sistem çağrı düzeneğinin kurulmasında, ana işlem biriminin bu amaçla öngörülmüş komutlarından yararlanılır. Sistem çağrısı yapmak işletim sistemine sapmak anlamına gelir. Bir işletim sistemi işlevine gereksinim duyulduğunda SVC (Supervisor Call), INT (Interrupt) gibi adlarla anılan özel makina komutları çalıştırılarak ilgili işletim sistemi kesimine sapılır. İşlem parametreleri sisteme, ana işlem birimi yazmacıları içinde aktarılır.

*MS-DOS/Windows* işletim sisteminde sistem çağrıları 80X86 türü işleyicilerin yazılım kesilmesi olarak bilinen int xx komutları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. xx değeri istenen hizmetin türünü belirtmektedir. Kullanıcılar *MS-DOS/Windows* işletim sisteminde, int 20h ile int 40h arasındaki sistem çağrı komutlarını kullanarak hizmet alabilmektedirler. Bunlardan int 21h, en çok yararlanılan ve giriş/çıkış hizmetleriyle ilgili olan sistem çağrı komutudur. Bu komuta, yerine getirilmesi istenen işlemin kodu, giriş ve sonuç parametreleri gibi parametreler işleyici yazmacıları aracılığıyla aktarılmaktadır. Sistem çağrı kavramı, Çizim 1.7'deki programla örneklenmiştir.

Sözkonusu programda \bbm\örnküt.doc adlı bir kütüğe, 2048 inci baytından başlayarak, yastık adlı bellek alanında yer alan 256 baytin yazılması konu edilmiştir. Bu amaçla, önce kütüğün simgesel adı ile fiziksel konumu arasında bağlantı kurmak üzere 3DH kodlu open, kütük açma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonunda ax yazmacı içinde, handle adıyla, kütüğün fiziksel konumuna ilişkin bilgilerin tutulduğu

alan göstergesi elde edilmiştir. Bunun sonrasında kütüğün başına göreli 2048inci mantıksal bayt konumundan başlayarak işlem yapılacağını belirten move-file-pointer çağrısı çalıştırılmıştır. Bunu izleyen kesimde 256 baytlık ana bellek yastık alan içeriğinin kütüge yazılması gerçekleştirilmiştir.

```

asciiz    db      '\bbm\örnküt.doc',00H
handle    dw      ?
yastık   db      256 dup (?)
.
;open çağrısı
;
mov ah,3DH           ;open file işlevi
mov al,02            ;erişimin türü
mov dx,offset asciiz ;kütük kimliği
int 21h              ;çağrı
jc error1            ;hata
mov handle,ax
;
;2048 inci konumu belirleme çağrısı
;
mov ah, 42h           ;move file pointer işlevi
mov al, 0             ;kütük başına göreli
mov bx, handle        ;kütük kimliği
xor cx, cx            ;cx ← 0
mov dx, 2048          ;2048. konum
int 21h              ;çağrı
jc error2            ;hatalı işletim
;
;yazma çağrısı
;
mov ah, 40h           ;write to file işlevi
mov bx, handle        ;kütük kimliği
mov cx, 256           ;tutanak boyu
mov dx, offset yastık ;aktarım alan adresi
int 21h              ;çağrı
jc error3            ;hatalı işletim
.

```

Çizim 1.7. MS-DOS'ta Sistem Çağrılarının Kullanımı

Çizim 1.7'deki programda yer alan int N komutu, 80X86 serisi işleyicilerin yazılım kesilmesi olarak tanımlanan bir makina komutudur. Bu komut (*real mode*'da) işletildiğinde, ana belleğin ilk 1 KBaythk kesimindeki  $N*4$  ve  $N*4+2$  adreslerinde tutulan program sayacı ve kesim yazmacının gösterdiği yordama sapılmaktadır. MS-DOS'ta sistem çağrılarından giriş/çıkışlarla ilgili olanları int 21h komutu aracılığıyla çağrılmaktadır. Alınmak istenen hizmetin türü,  $21*4$  ve  $21*4+2$  adresindeki program sayacı ve kesim yazmacı ikilisiyle yapılan yordama, ah yazmacı içinde aktarılmaktadır.

## 26 İŞLETİM SİSTEMLERİ

İstenen hizmetin gerektirdiği giriş parametreleri `bx`, `cx`, `dx` gibi yazmaçlara yüklenmektedir. Yerine getirilen hizmetle ilgili, varsa durum bilgileri `al`, `psw` gibi yazmaçlar içinde geri dönmektedir. Bu bağlamda, Çizim 1.7'de verilen programın kullandığı çağrılarından `40h` kimlikli `write-to-file`, kütüğe yazma çağrısına, yazma yapılacak kütük kimliği `bx`, yazılacak yastık uzunluğu `cx` yazmaçlarıyla aktarılmakta, çağrı sonucu ise, program durum yazmacının elde (*carry*) biti içinde döndürülmemektedir.

Sistem çağrı düzeneğinin, işletim sistemince verilen hizmetlerin, donanımın ayrıntısından soyutlanmış, kolay anlaşılabilir mantıksal modellere dayalı olarak yürütülebilmesini sağlayan bir düzenek olduğu yukarıda belirtildi. Bu bağlamda, sistem çağrı düzeneği, uygulama programlarının işletim sisteminden hizmet almak için kullandıkları bir düzenek olarak da düşünülebilir. Ancak sistem çağrı düzeneği kavramını, uygulama programı-işletim sistemi arası hizmet alış-verisi ile sınırlı düşünmek doğru olmaz. Tek parça (*monolithic*) olarak ele alınması mümkün olmayan yazılımlar, çoğu kez katmanlı yapıda tasarılanırlar. Bu bağlamda her katman, yazılımın üreteceği hizmetin bir alt adımı gerçekleştirmek için öngörülür. Katmanlar, yazılımın genel yapısı içinde hiyerarşik bir sırada yer alırlar. Her katman, bir üst katmana hizmet üretirken bir alt katmandan hizmet alır. Bu yapı çerçevesinde her katman belirli bir soyutlama düzeyini temsil eder ve bir üstünde yer alan katmana, hizmeti, bu soyutlama düzeyine uygun olarak üretir. Bu yolla her alt adıma ilişkin ayrıntı ilgili katmana gömülü kalır. Katmanlar arası hizmet alış-verisi sistem çağrı düzeneğine dayalı olarak yürütülür. Katmanlı yapıda gerçekleştirilmiş işletim sistemleri de bu genel yapıya uyarlar. Başka bir deyişle, uygulama programı-işletim sistemi arası hizmet alış-verisinin yanı sıra, ara katmanlar ile çekirdek katman arasında da hizmet alış-verisi sistem çağrı düzeneğine dayalı olarak yürütülür.

Örneğin, bir uygulama programı, simgesel kimliğiyle andığı bir kütüğün başına göreli belirli sayıda bayti okumak ya da yazmak istediğiinde bu istemine karşı gelen hizmeti, bir sistem çağrıyla kütük yönetim sisteminden talep eder. Kütük yönetim sistemi de, örneğin, ilgili kütüğün yer aldığı fiziksel sürücü kimliğini ve okunacak ya da yazılacak bayt dizisinin yer aldığı fiziksel öbek adresini, silindir-kafa-sektör üçlüsü olarak hesaplayıp (başka bir deyişle mantıksal yapı ile fiziksel yapıyı eşleyip) bu üçlüye karşı gelen sektörlerin okunup sözkonusu uygulama programının adres evreni içinde tanımlı ana bellek alanına aktarılmasını, fiziksel giriş-çıkış işlemlerini yürütmekle sorumlu çekirdek katmandan ister. Bu nedenle, katmanlı mimariye sahip işletim sistemlerinde değişik katmanlar için değişik sistem çağrı grupları bulunur. Örneğin *UNIX*'te sistem çağrıları, işletim sistemi C programlama dili kullanılarak yazıldığından C işlevleri olarak tanımlanırlar ve sözkonusu işlevlerin ait oldukları grup numaralarından söz edilir. Kimi gruplara ilişkin işlev ya da sistem çağrıları uygulama programlarında, bir bütün olarak işletim sisteminden hizmet almak için kullanılabilirken kimileri de, salt işletim sistemi alt katmanlarında, çekirdek katmandan hizmet almak üzere öngörülürler. *MS-DOS*'ta ise `int 21h`, uygulama programlarının kütük yönetim sisteminden hizmet almak için kullandıkları bir düzenektir. Ancak `int 21h` düzeneğinin yanı sıra, `int 1Ah`, `int 1Bh` gibi, daha çok, kütük yönetim sisteminin çekirdek katmandan hizmet alması amacıyla öngörülmüş başka sistem çağrıları da bulunur.

İşletim sistemleri konusuna Girişte, son olarak, çok kullanıcılı bir bilgisayar sistemi üzerinde program geliştiren bir kullanıcının, işletim sisteminin değişik kesimlerinden doğrudan ya da dolaylı olarak nasıl yararlandığını gösteren bir örnek incelenmiştir. Bu örnekte kullanıcının varsayımsal bir işletim sistemi altında *prog.pas* adlı kütüğünü *sed* (*screen editor*) adlı bir metin düzenleme yazılımı ile düşünülmüştür:

Kullanıcı, oturumun başında, kendisi için tanımlanan ve işletimi başlatılan komut yorumlayıcısı görevinin ekranına yazdırıldığı imlecin sağına *>sed prog.pas* komutunu yazarak işlemleri başlatır. Komut yorumlayıcısı, öncelikle bu komut satırının sözdizimini denetler. Komut girilirken sözdizim hatası yapılmamışsa komut işletimine geçilir. Öncelikle kütük açma sistem çağrıları çalıştırılarak *prog.pas* kütüğünün açılma işlemi gerçekleştirilir. *sed* sözcüğü, metin düzenleme programının amaç kodunu taşıyan kütük adı olduğundan bu programla ilgili yeni bir görev tanımı yapılır. Bu bağlamda kullanıcının bilgilerini içeren yeni bir görev iskeleti oluşturulur. Oluşturulan bu iskelet hazır görevler kuyruğuna bağlanıp görev yöneticinin denetimine bırakılır. Görev tanımlama, görev iskeleti kurma, görevi hazır görevler kuyruğuna bağlama gibi işlemler, hep ilgili sistem çağrıları kullanılarak yerine getirilir.

Günleme işlemleri çerçevesinde, *prog.pas* adlı kütüğün tutanaklarına erişmek istendiğinde mantıksal adlandırmaların fizikal disk adreslerine (silindir, kafa, sektör üçlüsüne) kütük yönetimi ile ilgili sistem çağrıları kullanılarak geçilir. Elde edilen fizikal adresler, çekirdek katmanda yer alan giriş/çıkış sistemine aktarılıarak ilgili tutanak içeriklerinin sürücülerden görevin (*sed'in*) ana bellek yastık alanına aktarılması sağlanır. Giriş/çıkışlarla ilgili bir sistem çağrımasını işlettiginde, giriş/çıkış işlemlerinin görelî yavaşlığı nedeniyle, görev, ilgili giriş/çıkış sürücüsünün bekleme kuyruğuna bağlanır. Giriş/çıkış işleminin sonlanmasıyla (örneğin ilgili sürücü tutanak içeriğinin arabirim yastığındaki hazır olması ya da doğrudan bellek erişim düzeneğince ana bellekteki yastık alanına aktarılması sonrasında) yeniden hazır görevler kuyruğuna, ilgili sistem çağrıları aracılığıyla eklenir. Erişilen kütük, başka görevlerce de koşut olarak kullanılıyorsa (bu görev ilgili kütük üzerinde giriş/çıkış işlemi başlatan sistem çağrımasını çalıştırıldığı anda başka bir görevin de aynı kütük üzerinde günleme yapıyor olduğu durumlarda) görev, zamanuyumlama düzeneğine ilişkin bekleme kuyruklarına da bağlanabilir.

Ana bellek kullanımı, ana bellek yönetiminden sorumlu sistem çağrıları tarafından gerçekleştirilir. Herhangi bir görevin ve istediği verilerin ana bellekte yer alabilmesi, ana bellek yönetim kesimince bu görevye yer sağlanması koşuluna bağlıdır. Bir görev ancak ana bellekte ilgili programına yer sağlandığı takdirde hazır görevler kuyruğuna bağlanabilir. Sistemde yürütülen bellek yönetiminin türüne bağlı olarak sayfalama, kesimleme gibi, çok sayıda karmaşık bellek işlevi de, bu görevle ilgili olarak ve kullanıcıya yansıtılmadan işletilir.

Metin düzenleme gibi yalnız bir hizmetle ilgili olarak ortaya çıkan bu sistem çağrı trafiği, çok sayıda kullanıcı (ya da program) ve bunların sistemden talep edebilecekleri çeşitli hizmetler göz önüne alındığında çok daha karmaşık bir yapıya bürünür. Yukarıdaki

örnekte göz önüne alınmayan görüntü bellek, uzak bilgisayar sistemlerine erişim, güvenlik ve bilgi gizliliği gibi düzenekler de düşünüldüğünde işletim sistemi tarafından kullanıcılar sunulan hizmetin karmaşık bir alt yapıya dayalı olarak yürütüldüğü kolayca anlaşılır. Bilgisayar sistemini oluşturan donanım ve yazılım nitelikli kaynakları programlar arasında kolay, hızlı ve güvenli bir işletim hizmetine olanak verecek biçimde paylaştıran, bunu yaparken, kaynakların kullanım verimliliğini en üst düzeyde tutmayı amaçlayan işletim sistemi, var olan yazılım sistemlerinin en karmaşığıdır. Bu karmaşık sistem, temel işlevleri ve ana çizgileriyle bu kitabın izleyen konu başlıklarını altında incelenecektir.

## 1.10. Çok Kullanıcılı Bilgisayar Sistemi Kavramının Evrimi

1970'li yıllara gelinceye değin, bilgisayar sistemleri, kurumlar içinde, bilgi işlem merkezi olarak adlandırılan belirli bir mekanda yer almış, kullanıcılar bilgisayar sistemlerinden bu merkeze bizzat gelerek hizmet alma durumunda olmuşlardır. Bilgisayar sistemlerinden her türlü hizmetin alımı, verilere ve bunları işleyen programlara ilişkin delikli kart destelerinin sisteme okutulması ve sonuçların da bir yazıcı aracılığıyla elde edilmesi biçiminde olmuştur. Toplu işlem kapsamında düşünülen bu hizmet türü, 1970'li yıllarda yerini etkileşimli işlem olarak adlandırılan yeni bir işlem türüne bırakmıştır.

Etkileşimli işlemede kullanıcılar, bilgisayar sisteminden, terminal olarak adlandırılan birimler aracılığıyla yararlanmaktadır. Terminal, yalın ekran ve klavye iki lisine verilen addır. Verilerin ve bunları işleyen programların sisteme sunuluşu, bu işlem türünde, delikli kartlar yerine klavye aracılığıyla gerçekleşmekte, sonuçlar, yazıcı birimlerin yanı sıra ekran üzerinden de aracısız elde edilebilmektedir. Gerek toplu, gerekse etkileşimli işlemede bilgisayarın kurum içindeki konumu ve hizmet alma biçimini merkezi olmuştur.

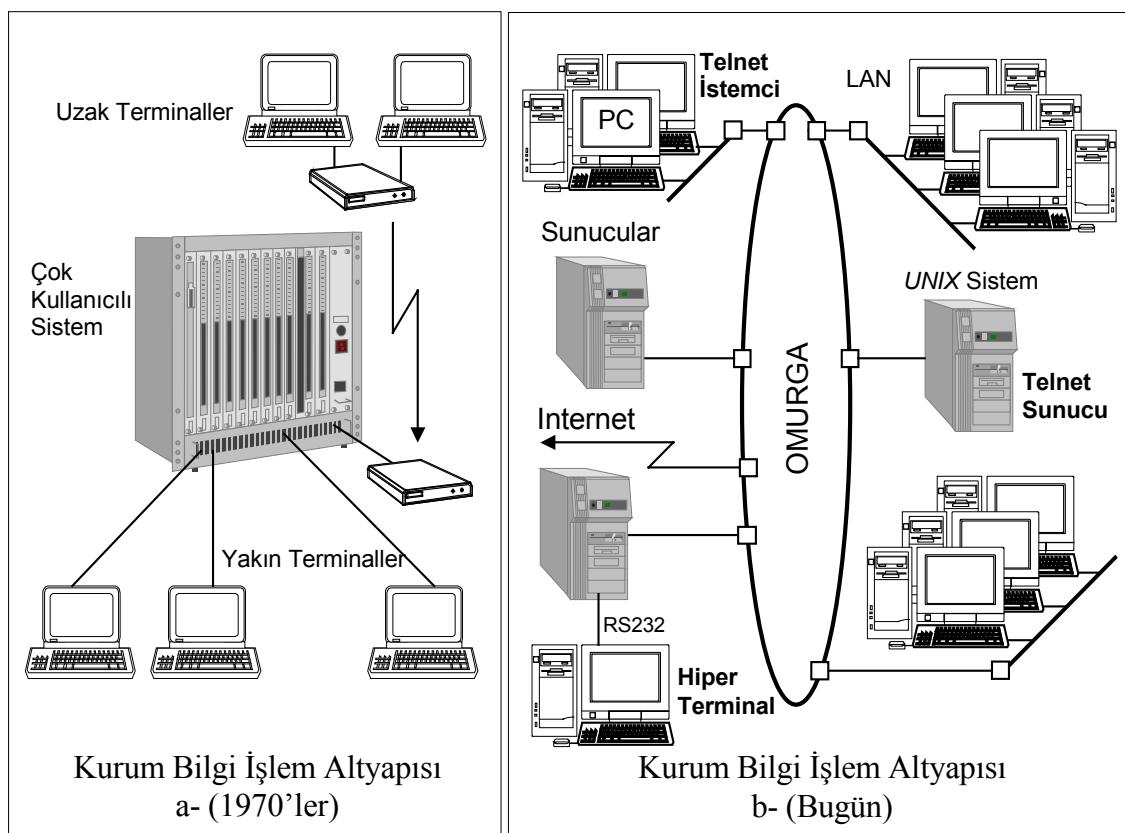
Klasik anlamda çok kullanıcılı bilgisayar sistemi dendığında, birden çok kullanıcının, terminal birimleri aracılığıyla, aynı bilgisayar sisteminden, etkileşimli işleme dayalı olarak eşanlı hizmet aldıkları sistem anlaşılmaktadır. Bu kapsamda terminal birimleri, bilgisayar sistemine, sisteme özel (yıldız ya da yol gibi) topolojilerle bağlı olarak çalışmaktadır (Çizim 1.8.a).

Mikro-elektronikteki teknolojik gelişmeler, bilgisayar donanımlarının, boyut ve fiyat yönünden olağanüstü ufalmasını sağlamış ve 1980'li yillardan başlayarak kişisel bilgisayar (*PC*) sistemleri ortaya çıkmaya başlamıştır. 1970'li yılların odalar dolusu bilgisayar sistemlerinden kat kat daha yüksek işlem ve saklama kapasitesine sahip bu bilgisayarlar, günümüzde, masa üstü boyut ve standartlaşmış yapılarla üretilip pazarlanmaktadır. Bu gelişmeler, bilgi işlem hizmetlerini, bir merkez yerine, kişinin ofisinden ya da evinden alınabilir bir niteliğe büründürmüştür.

Bilgi işlem hizmetinin, kişisel bilgisayarlara dayalı olarak ofiste, masa üstünden alınıyor olması bu bilgisayarlar arası iletişim gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Bu gereksinim, bir yandan doğası gereği merkezi bir konumda bulunan ortak verilere erişim, diğer

yandan da disk ve yazıcı birimleri gibi pahaca yüksek bilgi işlem kaynaklarının paylaşım zorunluluğundan doğmuştur. Söz konusu gereksinim, bir ofis ya da kurumda yer alan kişisel bilgisayar sistemlerinin yerel ağlar (*LAN*) biçiminde birbirlerine bağlanması yoluyla karşılanmıştır.

Bu gelişmelere paralel olarak, kurumlarda çok kullanıcılı büyük boy bilgisayar sistemlerinin yerini yerel ağlar içinde kümelenen bilgisayar sistemleri almaya başlamıştır. Bu yapı içerisinde bir ya da birkaç bilgisayar sistemi (sunucu), diğerlerine (istemci) hizmet sağlama amacıyla öngörmektedir. Bir kurumun, büyülüğüne göre, değişik bilgi işlem uygulamalarına dönük birden çok yerel ağ sistemi bulunabilmektedir. Bunların tek bir yapı içinde bütünleşmeleri, omurga (*backbone*) adlı yüksek hız kapasiteli iletişim altyapıları ile mümkün olmaktadır. Bir üniversite kampüsü gibi büyükçe bir kurumun bilgi işlem donanımı artık günümüzde, bir omurga çevresinde kümelenen çeşitli yerel ağ sistemlerinden oluşmaktadır (Çizim 1.8.b). Bu durumda klasik çok kullanıcılı bilgisayar sistemi kavramı da anlam değiştirmiştir.



Çizim 1.8. Çok Kullanıcılı Bilgisayar Sisteminin Evrimi

Günümüzde, sunucu nitelikli bilgisayar sistemlerinin yaygın kullandığı işletim sistemleri, *UNIX* ve *Windows* işletim sistemleridir. Bilindiği gibi, *UNIX* 1970'li yıllarda geliştirilmiş bir sistemdir. Sonradan eklenen ağ katmanı (*TCP/IP*) sayesinde *UNIX*, mimari evrime (ya da metamorfoza) ve istemci-sunucu paradigmmasına dayalı işlem türüne ayak uydurabilmiştir. Bununla birlikte *UNIX*, kullanıcılarla, bir terminal

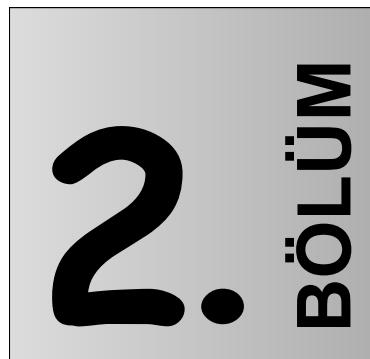
## 30 İŞLETİM SİSTEMLERİ

aracılığıyla sisteme girip (*logon* olup) sistemde bulunan programları çalıştırma yoluyla da hizmet üretebilme, başka bir deyişle klasik çok kullanıcılı sistem olma özelliğini de korumaktadır. Bu özellikten yararlanabilmek için, *UNIX* tanımlarına uygun terminal birimlerine gereksinim duyulacağı açıktır. Yeni mimari yapılanma içinde, terminal birimleri olarak, ağ içinde yer alan diğer bilgisayar sistemlerinin kullanılması en mantıklı yoldur. Bu amaçla, *Telnet* (*Terminal Emulation*) adlı, terminal öykünüyü yapan bir uygulamadan yararlanılmaktadır. *Telnet* sunucu ve istemci olmak üzere iki birleşenden oluşmaktadır. Kendisini terminal olarak göstermek isteyen bilgisayar sistemi, *Telnet* istemci birleşenini çalıştırıp sunucu üzerindeki *Telnet* birleşeni aracılığıyla, klasik bir terminal gibi *UNIX* sistemine bağlanabilmektedir. Bu yolla, eskilerin çok kullanıcılı sistemleri yeni ağ yapıları içinde varlıklarını sürdürmekteydi.

*Telnet* uygulamasının yanı sıra, *Windows* işletim sistemi altında çalışan bir bilgisayar sisteminin, *UNIX* işletim sistemi altında çalışan başka bir bilgisayar sistemine, terminal olarak bağlanması sağlayıcı bir başka uygulama da *Hiper Terminal* uygulamasıdır. Bu uygulamada sözkonusu bağlantı, ya Giriş/Çıkış Sistemi başlıklı konu altında açıklanacak *RS-232C* standartında ardıl bağlantı olarak, ya da her iki bilgisayar sisteminin de yer aldığı ağ üzerinden, *Telnet* uygulamasına benzer bir yapıda gerçekleştirilebilmektedir. Birinci seçenekte, her iki bilgisayar sistemi arasında, klasik anlamda, terminal-çok kullanıcılı bilgisayar sistemi nitelikli noktadan noktaya bağlantı bulunduğu varsayılmaktadır. Bu bağlamda, Kitabın ilerleyen kesimlerinde, özellikle Giriş/Çıkış Sistemi başlıklı kesimde, kimi kavramları, pedagojik nedenlerle yalnız bir biçimde açıklamak üzere, sisteme *RS-232C* standartında bağlı klasik terminal sürücülerden söz edildiğinde, bilgisayar sistem konfigürasyonları içinde artık yer almayan bu birimleri, *Hiper Terminal* uygulaması çalıştırılan kişisel bilgisayar sistemleri olarak düşünmek gerekecektir.

*WindowsNT*, yukarıda açıklanan ağ tabanlı yapılanma gözetilerek tasarlanmış yeni bir işletim sistemidir. Bu itibarla, bir terminal aracılığıyla sisteme girip (*logon* olup) o sistemde var olan bir programı, yine o sistem üzerinde çalıştırarak hizmet alma modeli yerine, istemci-sunucu ilişkisi içinde, istemci bilgisayar üzerinde çalışan bir programın (istemci programın), sunucu bilgisayar üzerinde çalışan diğer bir programdan (sunucu programdan) hizmet alması modelini kullanmaktadır. Bu yaklaşımın sonucu olarak, *WindowsNT* bağlamında klasik terminal kavramı söz konusu olmaksızın, ağ yapısı içindeki istemci nitelikli bilgisayar sistemlerinin, sunucu nitelikli bilgisayar sistemlerinden, yeni istemci-sunucu paradigmı çerçevesinde hizmet alması mümkün olabilmektedir.

Günümüzde, sinanmışlık, alışkanlık gibi gerekçelerle, ağlar içindeki büyük boy sunucu nitelikli bilgisayar sistemlerinin çok büyük bir yoğunluğunun kullandığı işletim sistemi *UNIX* işletim sistemidir. Bu nedenle, çok kullanıcılı bilgisayar sistemi, terminal, *logon* gibi kavramların eski tanımları, bunlara yüklenen yeni tanımlarla birlikte varlıklarını sürdürmeye devam etmektedir. Ancak yakın bir gelecekte bu kavramların, salt ağ tabanlı sistemlere dönük, istemci sunucu paradigmıyla uyumlu tanımlarının kalıcı olacağını söylemek yanlış olmayacağından emin oluyoruz.



i s l e t i m   s i s t e m l e r i

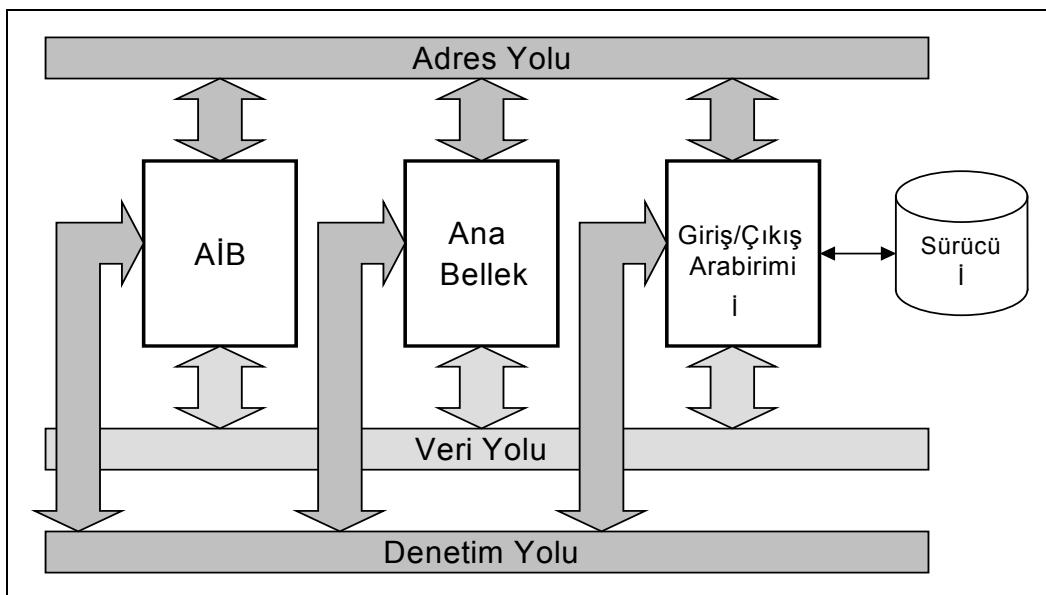
## GİRİŞ/ÇIKIŞ SİSTEMİ

Bir bilgisayar sistemini oluşturan temel birleşenlerden giriş/çıkış birimlerinin işe koşulması; verilerin, fiziksel olarak bu birimlerden ana belleğe, ana bellekten de bu birimlere, hiçbir veri kaybı ve tutarsızlığa neden olunmadan aktarılması giriş/çıkış sistemi kapsamında düşünülen işlevler tarafından gerçekleştirilir. Giriş/çıkış birimleri, verilerin, kullanıcı ile bilgisayar ortamı arasında aktarılmasına ya da bu ortamda saklanmasına yarayan birimlere verilen genel addır. Bu bağlamda, terminal, yazıcı gibi giriş/çıkış birimleri veri aktarım; disk, mıknatıslı şerit gibi giriş/çıkış birimleri ise veri saklama (ikincil bellek) birimleridir. Veri saklama birimleri üzerinde saklanan verilere kütük adı verilir. İşletim sistemleri, bir yandan kütükleri saklandıkları fiziksel sürücülerden bağımsızlaştırarak, diğer yandan da, veri aktarım amaçlı giriş/çıkış birimlerini kütük tanımı içine alarak giriş/çıkış birimi kavramını, kütük kavramı ile özdeşleştirirler. Bu nedenle, giriş/çıkış işlemleri kütük işlemleri olarak ele alınır.

Kütük, kullanıcılar açısından, simgesel bir ad ve mantıksal bir yapıya sahiptir. Örneğin, yürütülen uygulamaya uyumlu boyda N adet tutanaktan oluşan bir yapıdır. Kullanıcının düşüncesinde gerçekliği olan bu mantıksal yapının, saklandığı sürücü ortamında, bir de, fiziksel yapısı bulunur. Bir kütüğün i inci mantıksal tutanağı, örneğin, silindir, kafa ve sektör numarasıyla belirlenen bir disk öbeği üzerinde yer alır. İşletim sistemleri, yerine getirmekle yükümlü oldukları kolay kullanım hizmeti gereği kütüklerin mantıksal ve fiziksel yapıları arasında geçiş sağlarlar. Bu bağlamda kütüklerin adlandırılması; giriş/çıkış sürücülerini üzerinde, verimli alan kullanımı ve hızlı erişim kıstasları gözetilerek yerleştirilmesi; tutanakların, kütük başına göreli mantıksal adreslerinden fiziksel öbek adreslerine geçişlerin sağlanması ve elde edilen adreslerdeki öbeklerin

## 32 İŞLETİM SİSTEMLERİ

sürücülere yazılıp okunması, işletim sisteminin giriş/çıkışlarla ilgili kesimlerince gerçekleştirilir. Bu işlevlerden adlandırma, yerleştirme, mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçiş işlemleri, kütük yönetim sistemi olarak anılan işletim sistemi kesimi tarafından yerine getirilir. Fiziksel adresleri kütük yönetim kesimince belirlenmiş giriş/çıkış öge içeriklerinin ana bellekten sürücülere ya da sürücülerden ana belleğe aktarılması, çekirdek katmanda yer alan giriş/çıkış yordamları tarafından gerçekleştirilir. Bu yordamlar ve ilgili özel düzeneklerin oluşturduğu bütün, giriş/çıkış sistemi olarak adlandırılır. Bu bağlamda, giriş/çıkış sistemi, kütük yönetim kesimine hizmet üreten bir alt katman olarak düşünülür.

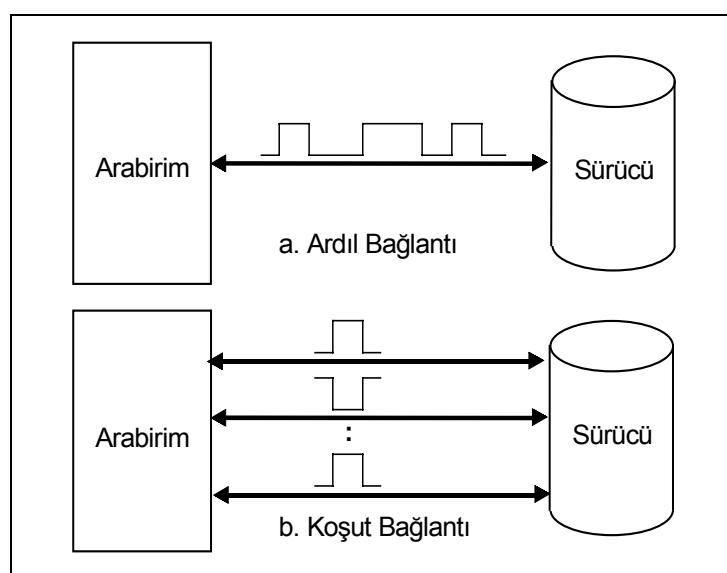


Çizim 2.1. Giriş/Çıkış Birimlerinin Konumu

Bilindiği gibi, giriş/çıkış birimleri giriş/çıkış sürücülerile bu sürücülerin ana işlem birimi - ana bellek ikilisiyle bütünlüğe olanak veren giriş/çıkış arabirimlerinden oluşurlar. Giriş/çıkış birimi olarak terminal birimi; ekran ve klavyeden oluşan terminal sürücü ile bu sürücüye ilişkin arabirim çiftini tanımlar. Bunun gibi disk birimi, dönen plakalar ve ilgili elektronik aksamın yer aldığı disk sürücü ile ilgili arabiriminden oluşur. Ana işlem birimi ve ana bellek ikilisinin veriler üzerinde istenen işlemleri gerçekleştirebilmesi, bu verilerin, önce (diş) kullanıcı ortamından ana belleğe aktarılmasını gerektirir. Dış ortamdan ana belleğe aktarılan veriler, giriş/çıkış sürücülerile üzerinde saklanan ya da bu sürücüler aracılığıyla, kullanıcılar tarafından sisteme girilen verilerdir. Verilerin sürücülerden ana belleğe, ana bellekten sürücülere aktarılabilmesi için bu sürücülerin denetlenmesi gereklidir. Sürücülerin denetlenmesi arabirimlerinin programlanmasıyla gerçekleşir. Arabirimlerin programlanması, giriş/çıkışların programlanması kapsamında ele alınır.

İzleyen kesimde, giriş/çıkışların programlanmasıyla ilgili temel yaklaşımlar açıklanacaktır. Önce giriş/çıkış arabirimlerinin yapısal özellikleri inceleneciktir. Bunun sonrasında giriş/çıkışların programlanması hakkında kullanılan yöntemler, bu yöntemlerin

gerektirdiği kimi özgün donanım düzenekleriyle birlikte verilecektir. Bu bağlamda, ilk olarak seçmeli programlama yöntemi açıklanacaktır. Bunun sonrasında, zamanuyumsuz biçimde gelişen giriş/çıkış istemlerini ele almaya olanak veren ana işlem birimi kesilme düzeneği, kesilmeli giriş/çıkış programlama yöntemiyle birlikte incelenecaktır. Sürücü - ana bellek arası veri aktarımlarını, ana işlem birimine başvurmadan yerine getirmeye yarayan doğrudan bellek erişim düzeneği ile doğrudan bellek erişim denetleme birimleri ve kanallar / giriş/çıkış işleyicileri incelenecaktır. Açıklanan tüm programlama yöntemleri, bir ya da birkaç G/C birimi içeren yalın örnek sistemler taban alınarak ayrı ayrı örneklenecektir. Bu örneklerde, daha çok sözkonusu yöntemlerin ve varsa destek donanımların çalışma ilkeleri öne çıkarılacaktır. Verilen örnekler içinde yer alan sürücü, kesilme gibi yordamlar, bu aşamada, pedagojik nedenlerle işletim sisteminin bütününden ve sistem çağrı düzeneğinden bağımsız olarak sunulacaktır. Bu yordamların, günümüz işletim sistemlerinin bütünü içinde nasıl ele alındıkları, Aygit Sürücüler başlığı altında, işletim sistemini oluşturan temel birleşenlerin tümü incelendikten sonra Sekizinci Bölüm'de açıklanacaktır.



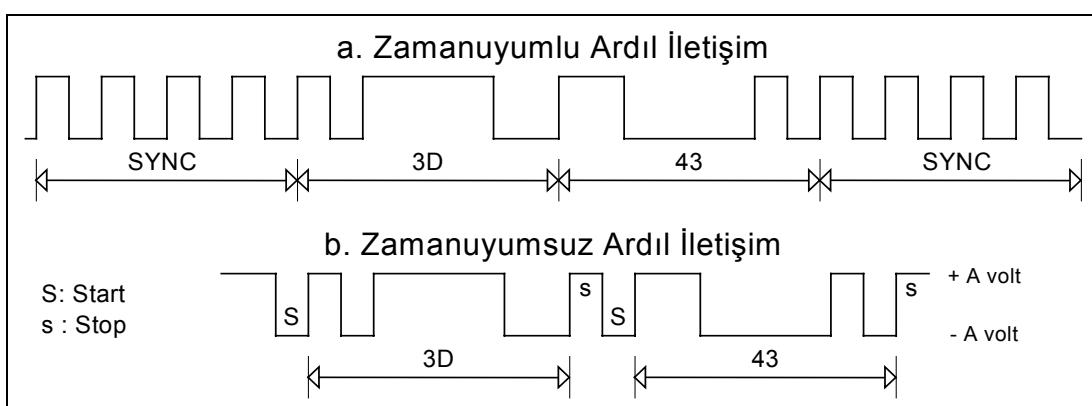
Çizim 2.2. Arabirim-Sürücü Bağlantı Biçimleri

## 2.1. Giriş/Çıkış Birimleri

Bilindiği gibi, giriş/çıkış birimleri giriş/çıkış sürücülerini ve giriş/çıkış arabirimlerinden oluşur. Giriş/çıkış arabirimleri, giriş/çıkış sürücülerinin ana işlem birimi - ana bellek ikilisi ile bütünleşmelerini sağlarken bu sürücülerin yalnız bir biçimde programlanabilmelerine de olanak verirler. Giriş/çıkış arabirimleri, ana işlem birimi ana bellek ikilisi ile (aynı kabin, aynı dolap gibi) aynı coğrafi ortamda bulunurken giriş/çıkış sürücülerini genelde bu ortamın dışında hatta çok uzağında olabilirler. Örneğin terminal sürücüler bilgisayar sisteminin bulunduğu oda, bina, yerleşim biriminin dışında bulunabilirler. Ancak bunların bağlı olduğu arabirimler ana işlem birimine en çok, bütünleşikleri yolun (adres, veri ve denetim hatlarının) izin verdiği uzaklıkta yer alırlar.

### 2.1.1. Arabirim-Sürücü arası Bağlantı

Giriş/çıkış sürücülerini ilgili oldukları arabirimlere, genelde iki biçimde bağlanırlar. Bunlar ardıl (seri) ve koşut (parallel) bağlantılardır. Sürücüler ile arabirimler arasında veriler, (genelde 1 bayt uzunluğundaki) damga tabanında aktarılırlar. Koşut bağlantıda aktarılan damga bitlerinin herbiri için ayrı bir hat bulunur. Ardıl bağlantıda ise damgayı oluşturan bitler aynı hat üzerinden, zaman içinde sırayla iletilirler. Ekonomik nedenlerle, sürücü ile arabirimin birbirlerine yakın bulunabildiği durumlarda koşut, uzak olduğu durumlarda ise ardıl bağlantı kullanılır. Ekonomik nedenlerin yanı sıra, verilerin sürücüler üzerinde saklanış biçimini de aktarım biçimini belirleyebilir. Bilindiği gibi, disk sürücülerde veri bitleri izlere, bu bitler ardarda gelecek biçimde yazılır. Mıknatıslı şerit sürücülerde ise veriler şerit üzerindeki kanallara, her kanala bir bit gelecek biçimde, koşut olarak kaydedilirler. Bu nedenle disk sürücü ve arabirimimi arası bağlantı genelde ardıl türde, mıknatıslı şerit sürücü ve arabirimimi arası bağlantı ise koşut türdedir.



Çizim 2.3. Zamanuyumlu ve Zamanuyumsuz Ardıl İletişimde İm Görünümleri

Arabirim ile sürücü arasındaki bağlantının ardıl bağlantı olması durumunda, iletişimın başlatılması ve hatasız sürdürülmesinde kullanılan zamanuyumlama yöntemine göre zamanuyumlu ve zamanuyumsuz iletişimlerden söz edilir. Zamanuyumsuz ardıl iletişimde aktarılan damga bitlerinin başına ve sonuna başlama (*start*) ve durma (*stop*) bitleri eklenir. Başlama biti, gönderici birimin alıcı birimi, aktarımın başladığı konusunda uyarmasını sağlar. Durma biti, aktarılan damgalar arası sınırların belirlenmesine yarar. Zamanuyumlu ardıl iletişimde ise, veri bitlerine ek bitler katmak yerine, gönderici ve alıcı birimlerin birbirleriyle sürekli zamanuyumlu kalmalarını sağlayan ve damgalar arasında gereklikle iletilen, özel zamanuyumlama damgaları (*SYNC*) kullanılmaktadır. Bunları örneklemek üzere, Çizim 2.3'te zamanuyumlu ve zamanuyumsuz iletişim kapsamında, 3DH ve 43H (*ASCII*) damga kodlarının hattaki im görünümleri verilmiştir.

İki birim arasında yapılan iletişim, radyo yayınlarında olduğu gibi hep göndericiden alıcıya doğru gerçekleşirse yapılan iletişime tek yönlü (*simplex*), her iki yönde de olabiliyorsa çift yönlü (*duplex*) iletişim denir. Çift yönlü iletişim, telefonda olduğu gibi aynı anda her iki yönde olabiliyorsa tam çift yönlü (*full duplex*), telsiz iletişiminde

olduğu gibi, aynı anda yalnız bir yönde, ancak zaman içinde her iki yönde de olabiliyorsa, bu kez yarı çift yönlü (*half duplex*) iletişim olarak adlandırılır. Sürücüler ile arabirimler arasındaki veri alış-verisi genelde tam çift yönlüdür. Örneğin terminal sürücü ile arabirim arasındaki veri iletişimini tam çift yönlüdür. Ancak kimi yazıcılar için, hep arabirimden sürücüye doğru, tek yönlü de olabilmektedir.

Giriş/çıkış sürücüsü ile arabirimin, her ikisi de aynı firma tarafından üretiliyorsa, genelde aralarındaki bağlantı biçimini ile iletişim protokolu da bu firmaya özel olmaktadır. Ancak terminal ve yazıcılarla başlayan ve özellikle *IBM* uyumlu kişisel bilgisayarlar ve *UNIX* tabanlı iş istasyonlarının yaygınlaşmasıyla süren gelişme çizgisinde, sürücü ve arabirim üreten firmalar çeşitlenmiştir. Değişik ellerde üretilen bu birimlerin bir bilgisayar sistemi içinde kolayca bütünleşebilmeleri için belirli bağlantı standartları ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, *EIA RS-232C*, *20 mA Current Loop*, *EIA RS-449*, *Centronix*, *SCSI (Small Computer System Interface)* gibi adlarla anılan, sürücü-arabirim bağlantı standartları en yaygın kullanılan standartlardır. Bu standartlar bağlantının (ardıl, koşut gibi) türünü, konektör, kablo gibi fizikalı bağlantı öğelerinin özelliklerini, iletilen bitleri simgeleyen elektriksel imlerin gerilim, akım düzeylerini, iletişim akışının denetlenmesinde kullanılan protokolu ayrıntılı olarak tanımlarlar. Bu tanımlar işlevsel, elektriksel, mekanik ve akış denetimi (*flow control*) gibi ana başlıklar altında gruplanırlar. Standartların tanımlanması, *RS-232C* örneğinde olduğu gibi, genelde, üreticilerin bir araya geldikleri meslek odaları eliyle olmaktadır. Ancak bir firmanın kullandığı özel tanımların çok yaygınlaşarak genel kabul görmesi de standartlara kaynaklık edebilmektedir. *Centronix* ve *SCSI* buna örnek gösterilebilen iki ünlü standarttır.

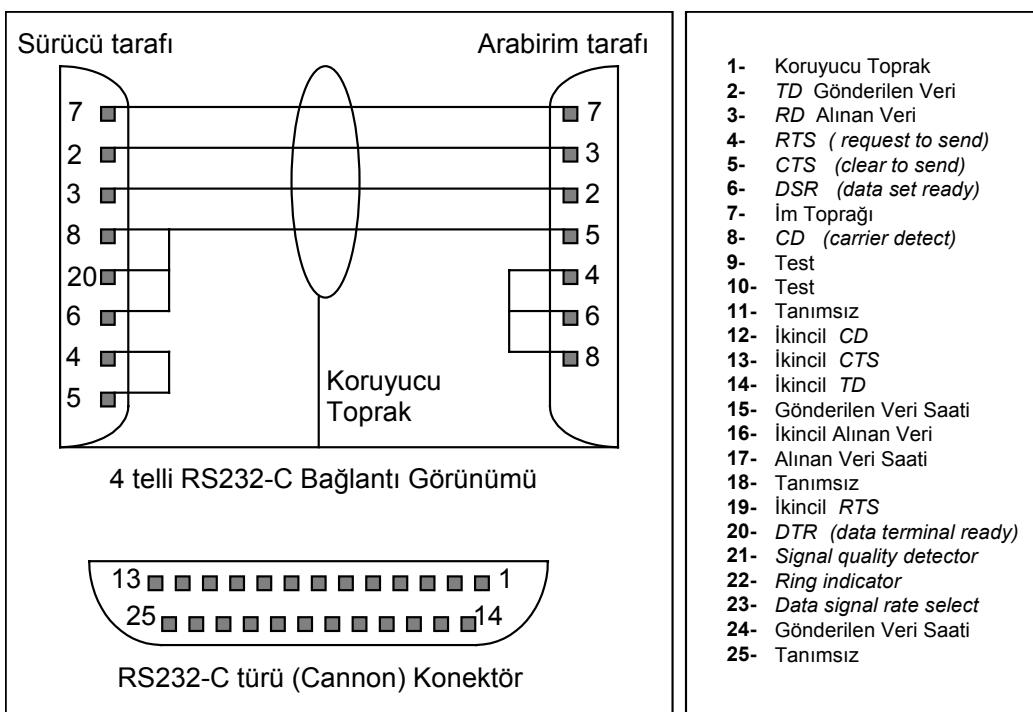
*RS-232C* standartı zamanuyumsuz ardıl iletişim kapsamında yaygın olarak kullanılan bir standarttır. Mekanik özellikler yönünden 25 iğneli özel bir konektör ile toprak korumalı örgülü kablo kullanmayı gerektirir. Konektör üstündeki iğneler, *TD* ve *RD* adlı (*transmitted data*, *received data*) gönderilen veri ve alınan veri hatlarının yanı sıra toprak (*GRD*), koruyucu toprak (*protective GRD*) hatları ile çeşitli akış denetim imlerinin iletiliği hatlara adanmıştır. Elektriksel özellikler yönünden, iletilen veri bitleri  $\{\pm 3\text{volt}, \pm 25\text{volt}\}$  aralığındaki gerilim değerleriyle simgelenir. Mantıksal 0  $\{+3, +25\}$  volt aralığında, mantıksal 1 ise  $\{-3, -25\}$  volt aralığında bir değerle ilettilir. *RS-232C* standartı, bitleri simgelemede gerilim düzeylerini kullandığından dengesiz (*unbalanced*) bir çevriminin oluşmasına neden olur.

*RS-232C* standartında alıcı ile gönderici arasında, izin verilen en büyük uzaklık yaklaşık 15 metredir. Bu uzaklıkların aşan bağlantıarda, elektriksel özellikler yönünden *RS-232C* standartından ayrılan ve mantıksal 0 ve 1'leri simgelemede gerilim düzeyleri yerine 4mA ve 20mA'lık akım değerlerini kullanan *20mA Current Loop* standartı kullanılır. Bu standart kapsamında kullanılan bağlantı yöntemine akım döngüsü anlamına gelen *current loop* adı verilir.

*RS-232C* standartı kapsamında kullanılan konektör görünümü ve bu konektör üzerinde yer alan 25 iğneye ilişkin im tanımları ile bu iğnelerden sadece 6'sını kullanan örnek bir bağlantı, Çizim 2.4'te gösterilmiştir. Bu çizim üzerinde yer alan 4, 5, 6, ve 20 numaralı

## 36 İŞLETİM SİSTEMLERİ

İğnelere karşı gelen *RTS* (*request to send*), *CTS* (*clear to send*), *DSR* (*data set ready*) ve *DTR* (*data terminal ready*) imleri, yukarıda akış denetimi diye anılan gruba giren imlerdir. İletişim protokolunu gerçekleştirmede kullanırlar. Bu bağlamda örneğin arabirim, *TD* (*transmitted data*) hattı üzerinden verileri, kendi *CTS* girişine bağlı, sürücünün, *DTR* ile gösterilen hazır durumunu saptamadan göndermez. Bu imler modem denetim imleri diye de anılırlar. *Modem*, İngilizce **Modulator Demodulator** sözcüklerinden türetilmiş bir sözcük olup uzak bağlantıarda imlerin hatlar tarafından süzülmemesini engelleyen özel iletişim gerecine verilen addır.



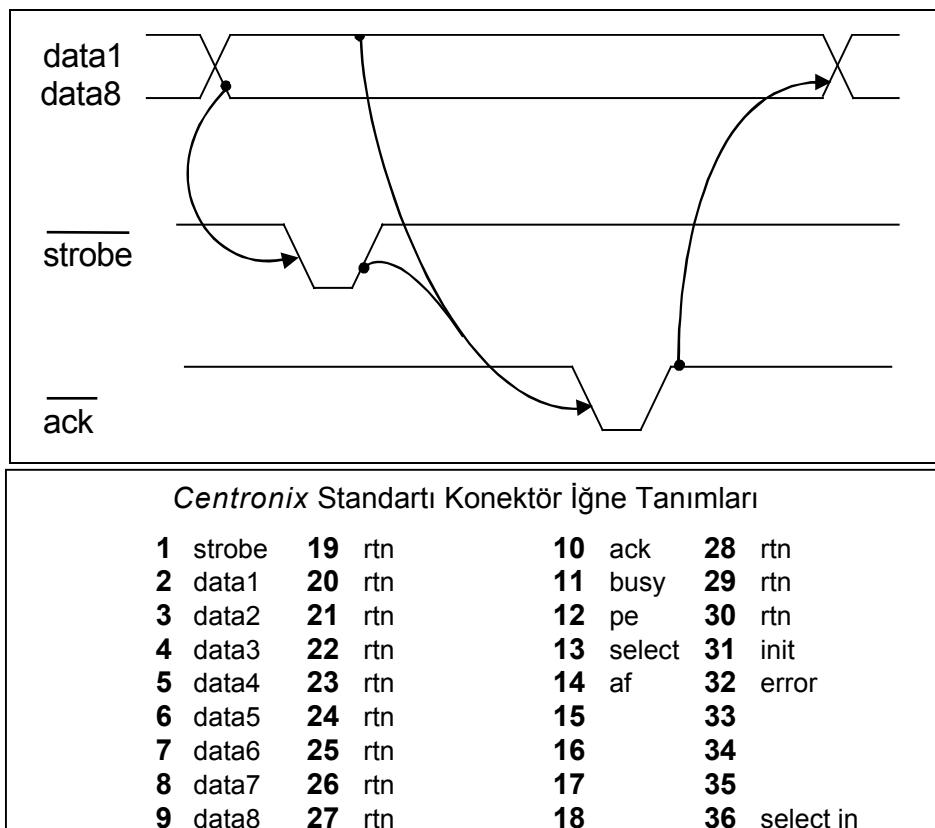
Çizim 2.4. RS-232C Standartında İğne Tanımları ve 4 telli Bağlantı Örneği

Zamanuyumsuz ardıl iletişimde, aktarım hızları, damga bit uzunlukları, bir bitlik iletişim hatalarını yakalamaya yarayan eşlik bitinin türü, *start* ve *stop* bitlerinden *stop* bitinin sayısı gibi özellikler, iletişim parametrelerini oluşturmaktadır.

- Aktarım hızı için 110, 200, 400, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 *bps* (*bit per second*, bit / saniye);
- Damga bit uzunluğu için 5, 6, 7, 8 bit;
- Stop biti sayısı için 1, 1,5, 2 bit;
- Eşlik biti için tek, çift, yok

gibi değerler, telgrafçılıktan bu yana kullanılmış olan, klasikleşmiş iletişim parametre değerleridir. Bu bağlamda damgaların, zamanuyumsuz ardıl iletişimle, 8 bit üzerinden, bir *start* bir de *stop* biti eklenerek 9600 *bps* hızında aktarıldığı varsayılsa; saniyede, en çok  $9600 / (1+8+1) = 960$ , yaklaşık 1 KB'lık damga aktarılabilceği düşünülmelidir.

Koşut iletişimde (özellikle yazıcı - arabirim bağlantılarında) yaygın olarak kullanılan standart *Centronix* standartıdır. Bu standartta da, *RS-232C* standartında olduğu gibi bağlantının işlevsel, elektriksel, mekanik ve akış denetimiyle ilgili tanımları bulunur. Bu bağlamda *Centronix* standartı, mekanik özellikler yönünden 36 iğneli (genelde *Amphenol* adlı markanın adıyla anılan) özel bir konektör ile toprak korumalı örgülü kablo tanımını içerir. 8 koşut veri hattı ile toprak hattının yanı sıra strobe, ack, busy gibi akış denetim imlerinin varlığını gerektirir. Çizim 2.5'te *Centronix* standartı konektör görünümü ile strobe ve ack imlerini içeren, akış denetimine ilişkin zaman çizeneği verilmiştir. Bu çizim üzerinde, *return* sözcüğünün kısaltılmış biçimini olarak rtn diye tanımlanan iğneler, data diye tanımlanan iğnelerden aktarılan verilerin karşı yönünde, tam çift yönlü aktarımı olanak üzere öngörülmüştür.



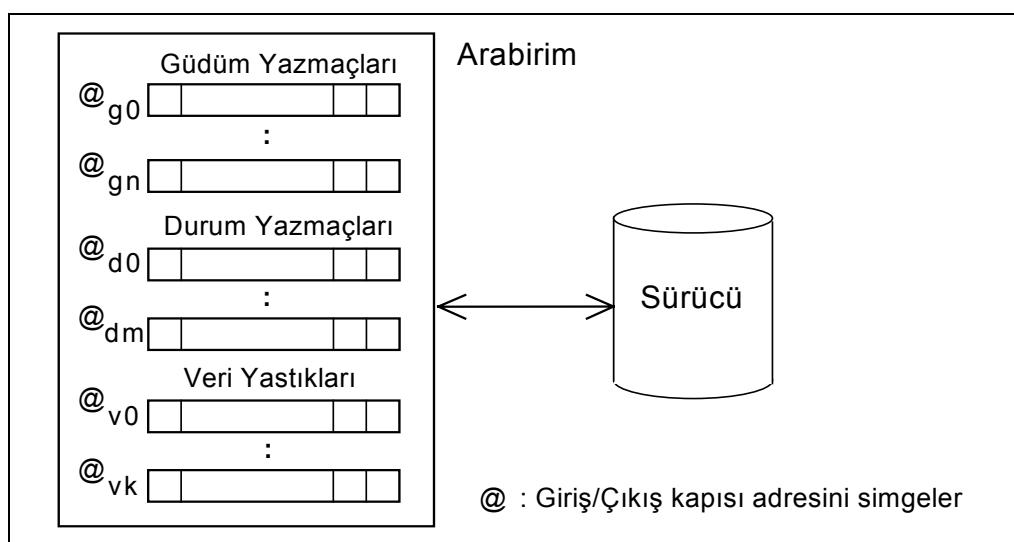
Çizim 2.5. *Centronix* Standartında Veri Aktarım Zaman Çizeneği ve İğne Tanımları

*Centronix* standartında mantıksal 1'in karşılığı 5 volt, mantıksal 0'ıñki ise 0 voltтур. Başka bir deyişle, bu standartta veri ve denetim imleri, *RS-232C* standartının tersine herhangi bir gerilim düzeyi değişikliği uygulanmadan, TTL düzeyi diye anılan {0, 5} volt arabirim gerilim aralığında aktarılırlar. *Centronix* standartında arabirim sürücüye veri aktaracağı zaman önce busy (meşgul) hattını sınar. busy hattında sıfır değeri görülmeden aktarım işlemleri başlatılmaz. Arabirim busy hattında sıfır değeri bulmuşsa (sürücü meşgul değilse) aktarılacak bayt değerini data1 - data8 hattları üzerine yükler ve sürücüye bunu bildirmek üzere strobe imini kurar (sıfırlar). Damganın sürücü tarafından alındığı, ack imi sinanarak saptanır. Açıklanan bu imlerin yanı sıra, *Centronix* hat

tanımları arasında *pe* (*parity error*), *error* gibi hata sınama hatları ile arabirimin sürücüyü denetlemesine yarayan *af* (*autofeed*), *init*, *select*, *select in* gibi başka özel denetim ve adresleme hatları da bulunur.

### 2.1.2. Giriş/Çıkış Arabirimleri

Veriler, kullanıcı ortamı olarak da tanımlanan dış ortamdan ana işlem birimi ana bellek ikilisine giriş/çıkış sürücülerini aracılığıyla aktarırlar. İşlem sonucu elde edilen sonuçlar da, gene giriş/çıkış sürücülerini aracılığıyla kullanıcılarla iletilirler. Bunun yanı sıra, disk, mıknatıslı şerit gibi kimi giriş/çıkış sürücülerini, verilerin sürücüler ile ana bellek arasında aktarılmasında kullanılır. Bir bilgisayar sisteminde yer alan giriş/çıkış sürücülerini tür, hız gibi değişik özellikleri yönünden çok büyük farklılıklar gösterirler. Değişik türdeki sürücülerin aynı ana işlem birimi ana bellek ikilisi ile bütünleştmek ve sürücü - sistem arası veri aktarımını benzer kalıplar içinde ve sürücülerin karmaşık fiziksel yapılarını gizleyerek yürütmek giriş/çıkış arabirimlerinin temel işlevini oluşturur. Bu bağlamda giriş/çıkış arabirimleri, ilgili oldukları sürücünün türü ne olursa olsun bir dizi yazmaç ve yastıkta oluşan bir bütün olarak düşünülebilir.



Çizim 2.6. Giriş/Çıkış Arabırımı Görünümü

Veriler, sürücüler ile ana bellek arasında aktarılırken, önce arabirim düzeyinde yer alan yastıklara taşınır. Arabirim yastıklarındaki bu veriler, ikinci bir aşamada, aktarımın yönüne göre, ya ana belleğe ya da sürücülere aktarılırlar. Disk sürücüye yazılacak bir öbeklik veri, ilk aşamada disk arabirim yastığına taşınır. İkinci bir aşamada da buradan sürücüye aktarılır. Verilerin ana bellekten arabirim yastığına ya da buradan ana belleğe taşınması, arabirim yastığına yazma ya da okuma biçiminde, giriş/çıkış yordamlarının denetiminde gerçekleşir. Bu verilerin arabirim ile sürücüler arasında aktarımı ise, arabirim tarafından, kendiliğinden yerine getirilir. Bu bağlamda, bir damga, terminal ekranından görüntülenmek istendiğinde, damga kodunun terminal arabirimini çıkış yastığına yazılması yeterlidir. Arabirim yastığına yazılan damganın ekrana aktarılması

(görüntülenmesi), ek denetim gerekliliklerin arabirim tarafından kendiliğinden gerçekleştirilir. Bu gerekçeyle, giriş/çıkış arabirimlerinin anlayışlı birimler oldukları söylenilir.

Arabirim düzeyinde bulunan yazmaçlar, genelde güdüm ve durum yazmaçları adıyla anılır. Verilerin, sürücü ile arabirim yastığı arasında aktarım işlemleri güdüm yazmaç(lar)ının içine kimi özel kodlar yazılarak gerçekleştirilir. Bu özel kodlara karşı gelen karmaşık elektroniksel işlemler arabirim tarafından otomatik olarak yerine getirilir. Bu yolla sürücüler üzerinde yerine getirilen ve fiziksel yapılara bağımlı işlemlerin karmaşılığı denetim yordamlarından (sistem programlarından) gizlenmiş olur. Arabirimler güdüm yazmaçları aracılıyla programlanabilen anlayışlı birimlerdir. Durum yazmaçları, arabirim tarafından yürütülen aktarım işlem akışının ve sonuçlarının izlendiği yazmaçlardır. Bu yazmaç ve yastıkların herbirinin, genelde, ana bellek adres evreninin dışında, giriş/çıkış adres evreni olarak adlandırılan adres evreni içinde bir adresleri (kimlikleri) bulunur. Arabirim yazmaç ve yastıklarının herbiri giriş/çıkış kapısı olarak da adlandırılır.

Arabirim üzerinde yer alan güdüm yazmaç(lar)i:

- Arabirimin yerine getirebildiği bir dizi işlev arasından birinin seçilmesi,
- Sürücü üzerinde yerine getirilmesi istenen işlemlerin arabirime bildirilmesi

amacıyla kullanılır. Örneğin hem zamanuyumsuz, hem de zamanuyumlu türde iletişim yapmaya olanak veren bir arabirimin, sürücüsünün özelliğine göre iletişim türü, iletişim hızı gibi seçenekler güdüm yazmacı içeriğiyle belirlenir. Bunun gibi, bir disk sürücü için okuma yazma kafalarının izden ize hareket ettirilmesi, bir sektörün okunması, ya da yazılması gibi değişik işlemlerden (güdümlerden) birinin seçilmesi de, güdüm yazmacı aracılığıyla olur. Güdüm yazmacını oluşturan bitlerin herbirinin özel anlamı bulunur ve bu anlamlar arabirim donanım başvuru elkitaplarında açıklanır. Örneğin bir terminal arabiriminin sürücüsü ile yapacağı iletişimin hızı, arabirim düzeyinde yer alan güdüm yazmacının üç biti ile belirlenebilir. Bu üç bit ile oluşturulabilen 8 değişik koddan herbiri 200, 400, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps gibi iletişim hızlarından birini seçmeye yarayabilir. Bu bitler üzerinde, örneğin 110 b değeri, 9600 bps hızını seçmeyi sağlar. Güdüm yazmaçları çoğu kez salt yazılır özellikle olurlar.

Durum yazmaçları, güdüm yazmaçları ile belirtilen işlemlerin akış ve sonuçlarına ilişkin bilgilerin tutulduğu yazmaçlardır. Bir arabirim üzerinde bir ya da daha çok durum yazmacı bulunabilir. Durum yazmacını oluşturan her bit özel bir durum bilgisini ifade eder. Bir disk sürücü arabirim durum yazmacı, örneğin, okuma - yazma kafasının istenen ize götürülmesini sağlayan güdümün sonlanıp sonlanmadığına ilişkin durum bitini içerir. Tutanakların ana bellekten disk sürücüye aktarılmasını sağlayan yordamlar, örneğin bu biti sinyararak, ize erişim sonrasında öbek yazma işlemine geçebilirler. Bunun gibi, arabirim aracılığıyla terminal sürücüye gönderilen bir damga kodunun gönderme işleminin sonlanıp sonlanmadığı, arabirim durum yazmacının ilgili biti üzerinden gözlenir. Durum yazmaçları, işlem sonuçlarının yanı sıra işlem hatalarının izlenmesine de olanak verir. Sürücüden arabirime aktarılan verilerin örneğin eşlik

## 40 İŞLETİM SİSTEMLERİ

bitleri, *CRC (Cyclic Redundancy Check)* damgaları otomatik olarak sınanıp varsa aktarım hataları, ilgili durum yazmaç bitleri kurularak belirtilir. Durum yazmaçları genelde salt okunur tür yazmaçlardır.

Arabirim veri yastıkları, verilerin, sürücü - ana bellek arası aktarımlar sırasında, arabirim düzeyinde geçici olarak tutuldukları bellek öğeleridir. Giriş/çıkış birimleri, ilgili oldukları sürücülere, bir seferde aktarılabilen veri birimi ile sınıflandırılabilirler. Eğer bir sürücüye, bir seferde:

- bir damga aktarılabiliriyorsa bu sürücüyle ilgili giriş/çıkış birimine damga tabanlı;
- en az bir obek aktarılabiliriyorsa bu sürücüyle ilgili giriş/çıkış birimine ise obek tabanlı

giriş/çıkış birimi denmektedir. Arabirimler üzerinde yer alan veri yastık sayısı bu sınıflandırmaya koşut olarak belirlenmektedir. Damga tabanlı bir giriş/çıkış arabirimini düzeyinde en az bir damgalık, obek tabanlı bir arabirim düzeyinde ise, en az bir obeklik giriş/çıkış yastığı bulunur. Bu bağlamda, damga tabanlı bir giriş/çıkış birimi olan terminal biriminde, örneğin bir damgalık giriş, bir damgalık da çıkış yastığı bulunabilir. Obek tabanlı bir giriş/çıkış birimi olan disk biriminin ise, sürücüden bir seferde okunabilen obegin (bir ya da birkaç sektörün) içeriği bayt sayısı uzunluğunda giriş/çıkış yastık alanları içeriği düşünülebilir. *RAM* türü bellek yongalarının ucuzlamasına koşut olarak giriş/çıkış yastıklarının siğası da artmıştır. Arabirim düzeyinde yer alan giriş/çıkış yastıkları, gene bu ucuzlamaya koşut olarak, sürücüler üstüne eklenen, özellikle disk sürücülerinde mıknatıslı ortama erişim sayısını azaltma amacını güden sürücü ön (*cache*) bellekleriyle karıştırılmamalıdır.

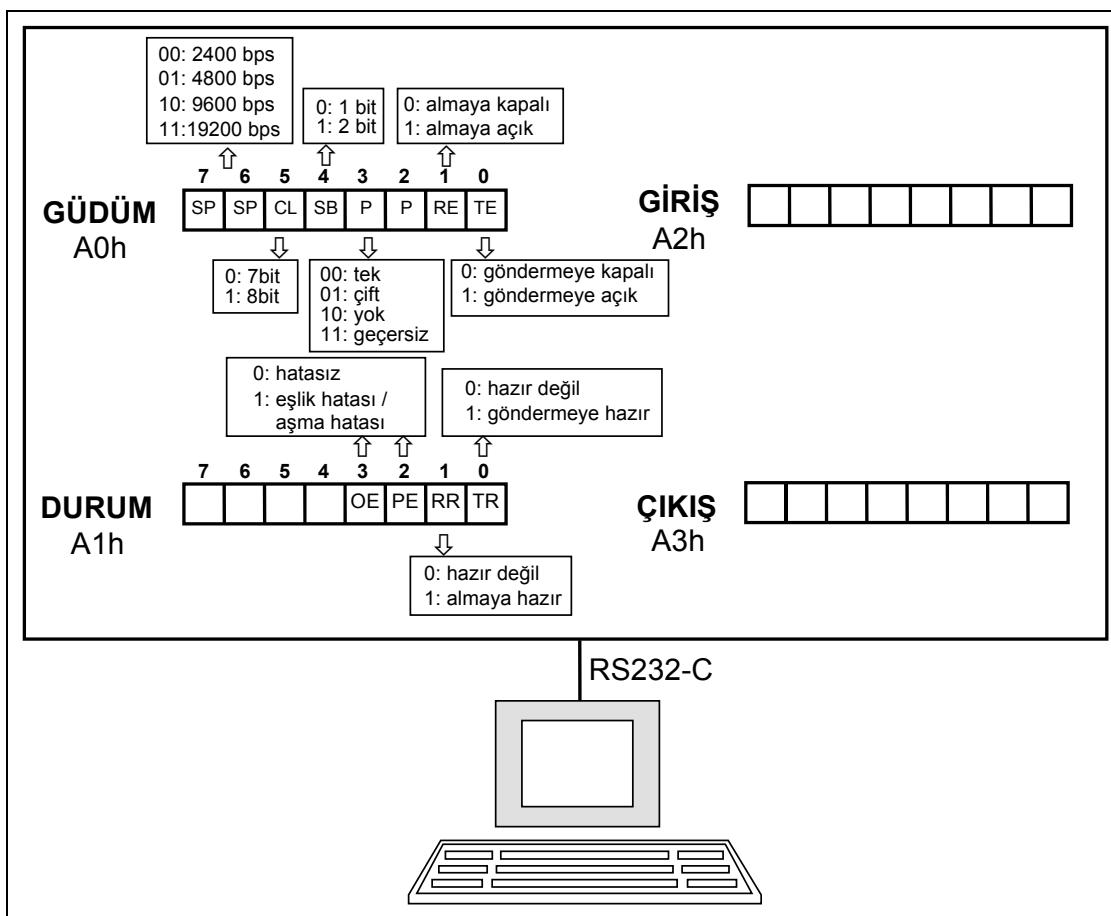
Giriş/çıkış arabirimleriyle ilgili olarak, şimdidein degen açıklanan noktalar, varsayımsal bir terminal ve bir de disket arabirimini üzerinde örneklenmiştir (Çizim 2.7, 2.8). Sözkonusu özel terminal arabirimiyile ilgili varsayımlar şunlardır:

- Terminal arabirimini, terminal sürücüye<sup>9</sup> *RS-232C* standartında, zamanuyumsuz ve tam çift yönlü olarak bağlıdır.
- Arabirim düzeyinde birer damgalılık bir Gündüm ve bir Durum yazmacı ile bir Giriş, ve bir Çıkış yastığı bulunmaktadır. Giriş yastığı klavyeden basılan tuş kodlarının ana belleğe aktarılmadan önce saklandığı, Çıkış yastığı ise ekrandan görüntülenmesi istenen damga kodlarının arabirim düzeyinde yazıldığı yastıklardır.
- Arabirimin yer aldığı bilgisayar sistemi giriş/çıkış adres evreninde:
  - Gündüm Yazmacının A0H
  - Durum Yazmacının A1H
  - Giriş Yastığının A2H
  - Çıkış Yastığının ise A3H fiziksel adresine atandığı varsayılmıştır.

---

<sup>9</sup> Terminal sürücü, *Hiperterminal* programı çalıştırın ve bu program aracılığıyla *RS232C* ardıl bağlantı kapısı üzerinden arabirime bağlanan bir kişisel bilgisayar (*PC*) sistemi olarak düşünülebilir.

- Arabirim - terminal iletişiminde:
  - SP iletişim hızı, {19200, 9600, 4800, 2400} bps,
  - CL damga boyu, {7, 8 bit},
  - SB stop biti sayısı, {1, 2},
  - P eşlik sayısı, {tek, çift, yok} değerlerinden birine kurulabilmektedir.
- Arabirim hem almaya hem göndermeye, ayrı ayrı kurulabilmektedir.
- Arabirim Durum yazmacı içinde, arabirim veri göndermeye hazır (TR), almaya hazır (RR), eşlik hatası (PE), aşma hatası (OE) gibi bilgiler üretilebilmektedir.

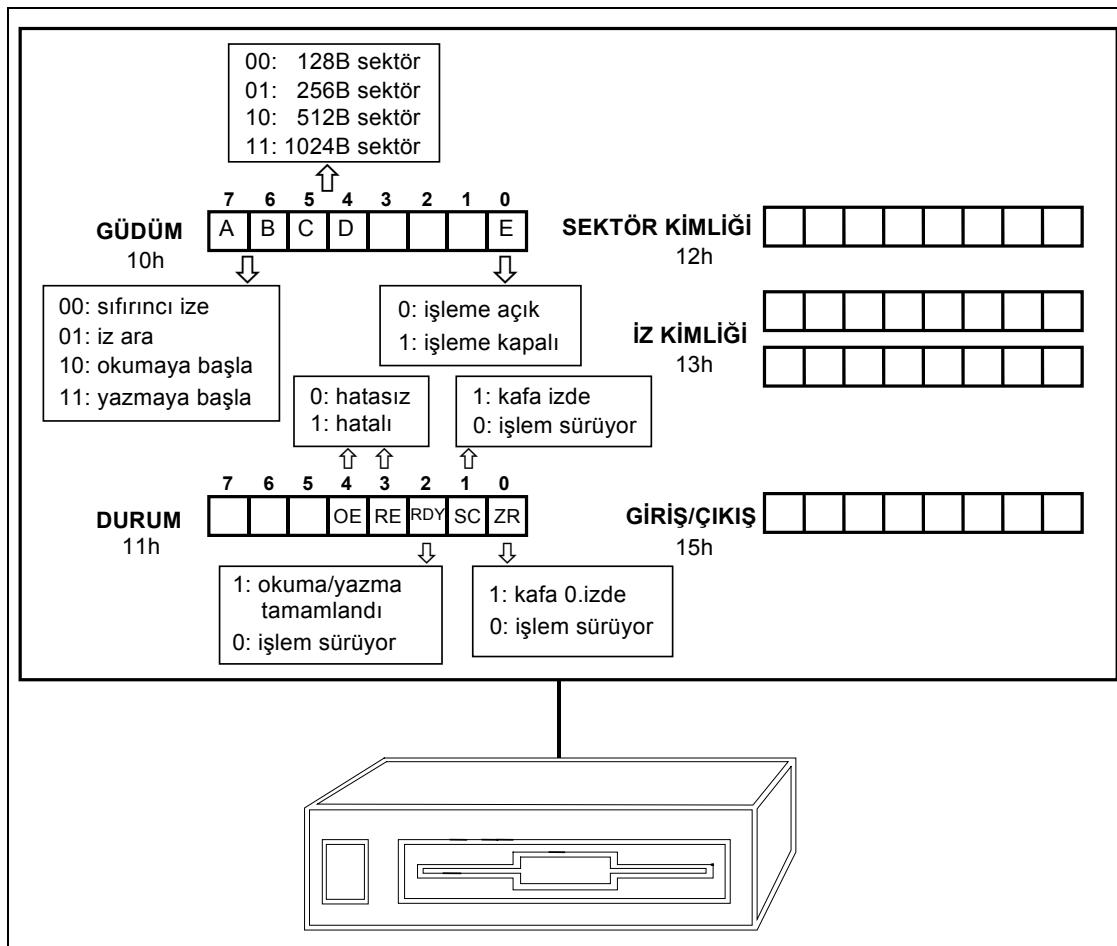


Çizim 2.7. Örnek Terminal Arabirimini Görünümü

Bu durumda, *ascii* kodlu bir damganın, terminal ekranından görüntülenebilmesi için:

- Arabirim Gündüm yazmacına, terminal sürücüsü ile; bir stop bit, çift eşlik sayısı ve 9600 bps hızında iletişim kurmayı sağlayan; gönderme ve alma işlemlerine arabirim açan (10000111) değerinin yazılması,
- TR durum bitiyle, arabirimin gönderime hazır olduğunu sınayıp, sözkonusu damga kodunu arabirim Çıkış yastığına yazmak gereklidir.

## 42 İŞLETİM SİSTEMLERİ



Çizim 2.8. Örnek Disket Arabirimini Görünümü

Özel disket arabirimleriyle ilgili varsayımlar şunlardır:

- Disket arabirimleri sürücüye ardıl ve standart dışı bir biçimde bağlıdır.
- Arabirimde birer baylıklı bir Gündüm Yazmacı, bir Durum Yazmacı, bir Sektör Kimliği Yazmacı ile 2 bayt uzunluğunda İz Kimliği Yazmacı bulunmaktadır.
- Arabirimde, okumada giriş, yazmada da çıkış yastığı gibi davranabilen bir baylıklı Giriş/Çıkış adlı bir yastık yer almaktadır.
- Arabirimin yer aldığı bilgisayar sistemi giriş/çıkış adres evreninde:
  - Gündüm Yazmacının 10H
  - Durum Yazmacının 11H
  - Sektör Kimliği Yazmacının 12H
  - İz Kimliği Yazmacının 13H
  - Giriş/Çıkış Yastığının ise 15H adresine atandığı varsayılmıştır.
- Gündüm yazmacının en büyük ağırlıklı iki biti ile:
  - okuma - yazma kafasının sıfırıncı ize götürülmesi,

- okuma - yazma kafasının, kimliği, İz Kimliği Yazmacı içinde bulunan ize götürülmesi,
- kimliği Sektör Kimliği Yazmacı içinde bulunan sektör baytlarının, ardarda Giriş/Çıkış yastığına okunmaya başlanması ve
- Giriş/Çıkış yastığından, kimliği, Sektör Kimliği Yazmacı içinde bulunan sektörde yazmanın başlatılması işlemleri kodlanabilmektedir.

Bu komutlar çerçevesinde, disket sürücü üzerinde bulunan bir sektörün okunması ya da yazılması için, önce okuma - yazma kafasının ilgili iz üstüne getirilmesi, bunun sonrasında okuma - yazma işlemine başlanması gerekmektedir.

- Gündüm yazmacının en büyük ağırlıklı iki bitini izleyen diğer iki bit ile 128, 256, 512 ve 1024 baylıklı sektör boyaları seçilebilmektedir.
- Gündüm yazmacının en küçük ağırlıklı biti ile disk işlem izni (E) açılıp kapanabilmektedir.
- Durum yazmacının değişik bitleri ile gösterilen:
  - ZR okuma-yazma kafası sıfırıncı izde,
  - SC okuma-yazma kafası, kimliği İz Kimliği yazmacında bulunan izde,
  - RDY giriş/çıkış yastığı okunmaya ya da yazılmasına hazır,
  - RE sürücüden arabirimde aktarımada hata (CRC hatası) oluştu,
  - OE aşma hatası oluştu durum bilgileri üretilmektedir.

RDY biti, okuma-yazma işleminin başlatılmasının peşisira, ardarda (sürücüden arabirim giriş/çıkış yastığına) okunan ya da (giriş/çıkış yastığından sürücüye) yazılan baytların herbirinin okuma ya da yazma işleminin gerçekleşmesi sonrasında kurulmaktadır.

- SC durum biti, okuma-yazma kafası, ilgili gündüm gereği istenen ize ulaştığında kurulmakta, arabirimde yeni bir gündüm değeri yazılıana degen kurulu kalmaktadır. Benzer açıklama ZR durum biti için de geçerlidir.

Bu durumda örneğin, 512 baylıklı bir tutanağın ana bellekten disket sürücü üzerinde ninci izdeki m kimlikli sektörde yazılabilmesi için:

- Arabirim İz Kimliği yazmacı içine (n) değerinin yazılması,
- Sektör Kimliği yazmacının içine (m) değerinin yazılması,
- Gündüm yazmacının içine okuma-yazma kafasının ninci ize götürülmesini sağlayacak gündümün (01100001 değerinin) yazılması,
- İstenen işlemin gerçekleştiğinin, SC durum biti aracılığıyla algılanması,
- Bunun sonucunda, Gündüm yazmacının içine yazma işlemini başlatacak gündümün (11100001 değerinin) yazılması,

## 44 İŞLETİM SİSTEMLERİ

- RDY durum bitinin kurulmasıyla, sektörün ilk baytinın Giriş/Çıkış yastığına yazılı olarak sürücüye aktarılmasının sağlanması ve bu işlemin, sektörü oluşturan diğer baytlar için de (512 kez) yinelenmesi gereklidir.

Gerek terminal arabirimini gerekse disket arabirimini örneğinde belirtildiği gibi, verilerin ana bellekten sürücüye ya da sürücüden ana belleğe aktarılabilmeleri için arabirim gündem yazmacı ile aktarım işlemi alt adımlarını sırayla gerçekleştirmek ve bir adımdan izleyen adıma geçiş durum bitlerini kullanarak denetlemek gerekmektedir. Arabirim gündem yazmaç içeriklerini günlemek, durum yazmacını okuyarak ilgili bitleri sınamak, giriş/çıkış yastık içeriklerini okumak ya da yazmak gibi işlemler, doğal olarak sisteme çalışan kimi yordamlar tarafından gerçekleştirilir. Bu yordamlar giriş/çıkış sürücü yordamları olarak adlandırılır.

Giriş/çıkışların programlanması, giriş/çıkış işlem akışına göre:

- Seçmeli,
- Kesilmeli ve
- Doğrudan Bellek Erişimli

diye üç değişik yöntemle ele alınmaktadır. Bu yöntemler ve kullandıkları özel donanım düzenekleri, izleyen kesimde açıklanacak ve örneklenecektir.

### 2.2. Seçmeli Giriş/Çıkış Programlama

Seçmeli giriş/çıkış programlamada işlem akışı, sürücü yordamın, giriş/çıkış arabirimini durum yazmaç içeriğini okuyup ilgili durum bitini sınaması yoluyla gerçekleştirilir. İlgili durum bitinin kurulu bulunduğu durumlarda, giriş/çıkış yastığı üzerinde okuma ya da yazma işlemlerinden biri yerine getirilir. İlgili bitin kurulu olmadığı durumlarda ise durum yazmacı yeniden okunarak sınama işlemleri sürdürülür. Sözlü olarak açıklanan bu denetim algoritması, yukarıda verilen terminal arabirimine bağlı klavyeden girilen bir damga kodunu, dizgi adlı bir ana bellek alanına aktaran *ASM86* komut dizisi ile aşağıda örneklenmiştir:

```
        .
        .
yine:    in    al, durum
        test   al, 00000010B
        jz    yine
        in    al, giriş
        mov   dizgi[si], al
        .
        .
```

Seçmeli giriş/çıkış programlamanın temel ilkesi, aktarım yapılmak üzere seçilen birimin, istenen işlem gerçekleşene, ya da aranan koşul oluşana deðin sürekli sınanmasıdır. Yukarıda verilen komut dizisinde de, arabirime bağlı klavyeden herhangi bir tuşa basılana deðin, *yine* etiketi ile kurulan döngü içinde kalınmakta, bu döngüden ancak basılan damga kodunun giriş yastığı içinde okunmaya hazır olması durumunda çıkışılabilir.

Seçmeli giriş/çıkış programlama yöntemini kullanan ve `ctrl-z` damgasına kadar girilen damga kodlarını arabirimden okuyan ve bunları `dizgi` adlı ana bellek alanına yazan örnek program Çizim 2.9'da verilmiştir. Normal koşullarda, giriş/çıkış birimlerini süren yordamlar, giriş/çıkış sisteminin üst katmanlara sunduğu sistem çağrı hizmetlerini karşılamak üzere öngörülen ve giriş/çıkış sisteminin içinde düşünülen yordamlardır. Çizim 2.9'da verilen program (ve izleyen kesimde verilen diğer örnek programlar), pedagojik nedenlerle, kullanıcı düzeyi bir program gibi düzenlenmiştir. Burada birincil amaç, giriş/çıkış sürücü yordamların giriş/çıkış sistemi içinde nasıl yeraldıklarını örneklemek yerine seçmeli giriş/çıkış programlama ilkesini, ayrıntılardan arınmış bir biçimde örneklemek olmuştur. Giriş/çıkış sürücü yordamların giriş/çıkış sistemi içinde nasıl yeraldıkları Aygit Sürücüler başlıklı 8. kesimde açıklanacaktır.

Bu program içinde `dizgi` adlı alan 256 baylıklı bir alan olarak öngörülümüştür. Klavyeden 256 damga girilmeden `ctrl-z` tuşuna basılacağı varsayılarak alan taşıma denetimi ile durum yazmacı içinden sınanabilen eşlik ve taşıma hata denetimleri, programı karmaşıklaştırmamak amacıyla yapılmamıştır. Programın hemen başında veri kesim yazmacını (`ds`) günleyen komutlar, sistemi kesilmelere kapayıp açan `cli (clear interrupt)` ve `sti (set interrupt)` komutlarıyla ayraç arasına alınmıştır. Bu komutlar ve kesilme kavramı izleyen kesimde açıklanacaktır. Bu ayracın peşi sıra gündem yazmacı içine `ilk-gündüm` adlı `10000111B` değeri yazılarak terminal arabiriminin `9600 bps` hızında, bir stop bit ve çift eşlik sayısıyla, hem göndermeye hem de almaya izinli olarak çalışmaya başlaması sağlanmıştır.

Okunan her damganın, klavye ile ilgili ekrandan da görüntülenmesi sağlanmıştır. Bunun amacı, damgaları giren kullanıcıya, girdiği damgaların sistem tarafından alındığı konusunda geri bildirim sağlamak. Klavyeden girilen damgaların arabirimle ulaştıktan sonra arabirim tarafından, ekrandan görüntülenmek üzere sürücüye geri gönderilmesi işlemi damga yankılama olarak adlandırılır. Program içinde bu:

```
yine2:    in    al, durum
          test al, gönd-hazır
          jz   yine2
          pop  ax
          out  çıkış, al
```

komutlarıyla gerçekleştirılmıştır. `al` yazmacı, hem damga kodunu hem de durum yazmacı içeriğini okumada kullanıldığından damga kodu önce yiğita saklanmış sonra da `pop` komutu ile geri alınarak çıkış yazmacına yazılmıştır. `push` ve `pop` komutlarının kullanılıyorması programın başında yiğit kesim yazmacı (`ss`) ile yiğit göstergesinin (`SP`) günlenmesini gerekli kılmıştır.

Yukarıda da belirtildiği üzere, Çizim 2.9'da verilen program, örnek bir giriş/çıkış arabiriminin seçmeli giriş/çıkış programlama teknigi kullanılarak denetlenmesini örneklemek üzere, giriş/çıkış sistemi dışında, kullanıcı düzeyi bir program gibi düzenlenmiştir. Bu nedenle, bu program sonlandığında, bu programın kullanıcı düzeyinde çalıştırıldığı işletim sistemine geri dönüşün de öngörülmesi gerekmistiir. `ctrl-z` damgasına rastlanması durumunda sapiyan ve bir makro gibi düşünülen `terminate` komutu bu amaçla kullanılmıştır.

## 46 İŞLETİM SİSTEMLERİ

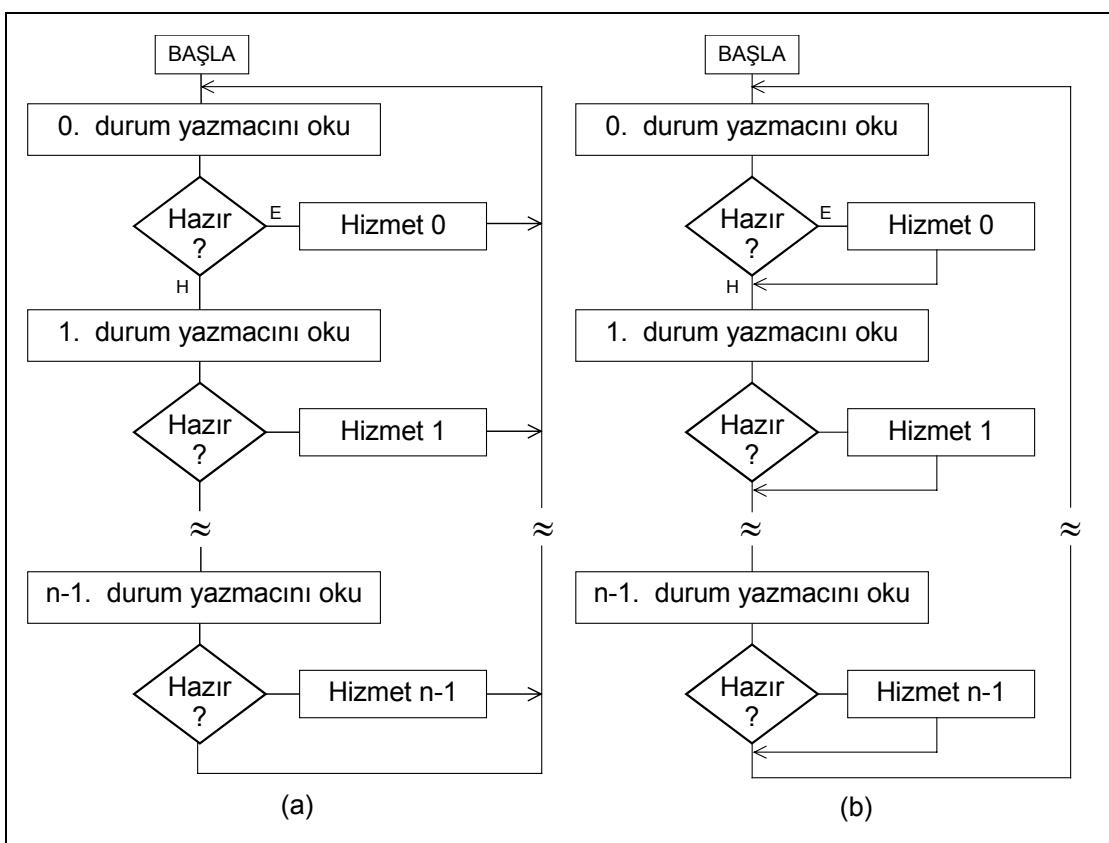
```
;Tek terminal için Seçmeli Giriş/Çıkış Sürücü Programı
veri          segment
gündüm       equ  0a0h
durum        equ  0a1h
giris         equ  0a2h
çıkış        equ  0a3h
ilk-gündüm   equ  10000111B
gönd-hazır    equ  00000001B
almaya-hazır  equ  00000010B
ctrl-z        equ  1ah
dizgi         db   256 dup(?)
veri          ends

yığıt          segment stack
db   100dup(?)
yığıt-başı   equ this word
yığıt          ends

kod            segment
assume cs:kod,ds:veri,ss:yığıt
cli
damga-oku:
    mov  ax, veri
    mov  ds, ax
    mov  ax, yığıt
    mov  ss, ax
    mov  sp, offset yığıt-başı
    mov  al, ilk-gündüm
    out  gündem, al
    xor  si, si
    sti
yinel:
    in   al, durum
    test al, almaya-hazır
    jz   yinel
    in   al, giriş
    push ax
    mov  dizgi[si], al
    cmp  al, ctrl-z
    jz   son
yine2:
    in   al, durum
    test al, gönd-hazır
    jz   yine2
    pop  ax
    out  çıkış, al
    inc  si
    jmp  yinel
son:
    terminate ;işletim sistemine sapış
kod
ends
end  damga-oku
```

Çizim 2.9. Tek Terminal için Seçmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği

Seçmeli giriş/çıkış programlamanın çalışma ilkesi, şimdide değin, sistemde tek bir giriş/çıkış birimi varmış gibi açıklanmıştır. Ancak en yalan bir bilgisayar sisteminde bile birçok giriş/çıkış biriminin yer aldığı bilinir. Giriş/çıkış birimlerinin birden çok olduğu durumlarda seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminin temel ilkesi değişmez. Tek bir arabirimle ilişkin durum yazmacını sınamak yerine sistemde yer alan tüm arabirimlerin durum yazmaçları sırayla okunarak hazır durumda olanların gerektirdikleri hizmetler (hizmet yordamlarına sapılarak) sağlanır. Arabirimlerin durum yazmaçlarının sırayla sınaması arabirimlerin taranması olarak adlandırılır.



Çizim 2.10. Seçmeli Giriş/Çıkış Programlamada Önceliklerin Ele Alınması

Birden çok giriş/çıkış biriminin bulunduğu bir sistemde, bunlardan iki ya da daha çoğunu aynı anda (veri yastıklarının okunup yazılması gibi) hizmet istemleri söz konusu olduğunda, hangi birime daha önce hizmet verileceği sorunu ortaya çıkar. Bu sorun öncelik sorunu olarak bilinir. Seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminde birimler arası öncelikler arabirim durum yazmaçlarının taranma sıra ve sıklığıyla belirlenir. En öncelikli birim en sık taranan birimdir. Eğer bir sistemde, 0'dan (n-1)'e kadar numaralanan n adet giriş/çıkış birimi bulunduğu düşünülürse, en öncelikli olduğu varsayılan 0'inci birimin durum yazmacı öncelikle okunur, ilgili durum bitleri aracılığıyla birimin hizmet gereksinimi bulunup bulunmadığı sınanır. Eğer birim hizmet gerektiriyorsa ilgili yordama sapılır. Yordam dönüşünde yine bu birimden başlamak üzere tarama işlemi yinelenir. Eğer birim hizmet gerektirmiyorsa bir sonraki birimin

## 48 İŞLETİM SİSTEMLERİ

durum sınamasına geçilir.  $i$ inci birimin hizmet almak için hazır olmadığı durumda  $(i+1)$ inci birimin durum sınamasına geçilir.  $i$ inci birimin durum sınaması sonucu hizmet yordamına sapılmışsa bu yordamdan geri dönüste sınamalara 0inci birimden, yeniden başlanır. Seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminde birimler arası önceliklerin ele alınışını gösteren akış çizgesi Çizim 2.10.a'daki gibidir. Sistemde yer alan tüm birimlerin eş öncelikli oldukları varsayıldığında taramalar, Çizim 2.10.b'deki akış çizgesine göre yapılır. Bu iki yaklaşım arasındaki tek ve önemli ayırım, hizmet yordamlarından geri dönüste başa (0inci birime) ya da izleyen ( $i+1$ inci) birimin sınanmasına geçilmesidir.

Seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminde önceliklerin ele alınışı Çizim 2.11'de verilen program ile örneklenmiştir. Bu örnek programda, 3 farklı terminal birimi klavyelerinden girilen damgaların, `ctrl-z` damgasına rastlanana deðin ilgili ekrandan görüntülenmesi ve `dizgi(i)` olarak adlandırılan ilgili bellek alanlarına yazdırılması gerçekleştirilmektedir. Terminal arabirimleri üzerindeki yazmaç ve yastıkların, sistem giriş/çıkış adres evreni içindeki adreslerinin,  $i$ inci terminal için ( $i = \{0,2\}$ ):

Güðüm Yazmacı adresi: A0+4xi  
Durum Yazmacı adresi: A0+4xi+1  
Giriş Yastiðı adresi: A0+4xi+2  
Çıkış Yastiðı adresi: A0+4xi+3 olduğu varsayılmıştır.

Terminalllerin, bir önceki örnekte olduğu gibi 9600 bps hızında, bir stop bit, çift eşlik sayısı ile çalıştığı varsayılmış ve arabirimlerin önbölürlemeleri buna göre yapılmıştır. Çizim 2.9'da verilen programda olduğu gibi, push ve pop gibi yiðitı kullanan komutlardan yararlanılıyor olması yiðit kesim yazmacı ile yiðit göstergesinin günlenmesini gerekli kılmıştır. Program, her üç terminalin eş öncelikli olduğu varsayılarak yazılmıştır. Bu nedenle terminal arabirimlerinin durum yazmaçları sırayla okunarak almaya-hazır damga bulunup bulunmadığı sınanmaktadır; varsa o terminalle ilgili hizmet kesimine sapılmaktadır; hizmet kesiminin sonunda ise, izleyen terminalin durum sınamasının yapıldığı komuta dönülmektedir.

Hizmet kesiminde, önce, eşlik ve aşma hataları ile terminalin açık olup olmadığı sınanmaktadır. hata durumunda ilgili terminalin giriş yastığı içeriði okunarak durum bitlerinin sıfırlanması sağlanmaktadır. Klavyeden arabirimme gelen damga `ctrl-z` damgası ise terminalin, arabirimini düzeyinde alma ve gönderme işlemlerine kapatıldığı program kesimine sapılmaktadır. Burada ilgili güðüm yazmacını, arabirimini alma ve göndermeye kapayan değerle günlemenin yanı sıra sayaç adlı bir değişken içeriði de bir artırılmaktadır. Bunun amacı, her üç terminalden de `ctrl-z` damgasının alınması durumunda programın işletimini sonlandırmaktır. sayaç içeriðinin üçe ulaşması, her üç terminalde de, damga giriş işlemlerinin sonlandığını göstermektedir. Bu nedenle, terminalllerin durum yazmaçlarının sırayla sınandığı kesimde sayaç 3 değeriyle karşılaşıldıklararak program işletiminin sonlanması karar verilebilmektedir.

```
;Üç terminal için Seçmeli Giriş/Çıkış Sürücü Programı
```

```

veri          segment
gündüm       equ  0a0h
durum        equ  0a1h
giris         equ  0a2h
çıkıs        equ  0a3h
ilk-gündüm   equ  10000111B
gönd-hazır    equ  00000001B
almaya-hazır  equ  00000010B
hatalı       equ  00001100B
kapat         equ  10000100B
ctrl-z        equ  1ah

dizgi0       db   256 dup (?)
dizgil       db   256 dup (?)
dizgi2       db   256 dup (?)
dizin0       db   0
dizin1       db   0
dizin2       db   0
sayacı       db   0
veri         ends

yığıt        segment stack
db   100 dup (?)
yığıt-başı   equ this word
yığıt        ends

kod          segment
assume cs:kod, ds:veri, ss:yığıt
ana-yor:
    cli
    mov  ax, veri
    mov  ds, ax
    mov  ax, yığıt
    mov  ss, ax
    mov  sp, offset yığıt-başı

    mov  al, ilk-gündüm
    out  gündem, al
    out  gündem+4, al
    out  gündem+8, al

    mov  dizin0,0
    mov  dizin1,0
    mov  dizin2,0
    mov  sayacı,0
    sti

```

Çizim 2.11. Üç Terminal için Seçmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği

## 50 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
yine0:
    in    al, durum
    test   al, almaya-hazır
    jnz   hizmet0
yinel:
    in    al, durum+4
    test   al, almaya-hazır
    jnz   hizmet1
yine2:
    in    al, durum+8
    test   al, almaya-hazır
    jnz   hizmet2
    cmp    sayaç, 3
    jz    bitti
    jmp   yine0

bitti:      terminate
.....
hizmet0:
    test   al, hatalı
    jnz   hata0
    lea    bx, dizgi0
    mov    si, dizin0
    in     al, giriş
    mov    [bx][si], al
    push   ax
dön0:
    in    al, durum
    test   al, gönd-hazır
    jz    dön0
    pop   ax
    out   çıkış, al
    cmp   al, ctrl-z
    jz    son0
    inc   dizin0
    jmp   yinel
hata0:
    in    al, giriş
    jmp   yinel
son0:
    mov   al, kapat
    out   güdüm, al
    inc   sayaç
    jmp   yinel
```

Çizim 2.11. Üç Terminal için Seçmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği (devam)

```

hizmet1:
    test al, hatalı
    jnz  hata1
    lea   bx, dizgil
    mov   si, dizin1
    in    al, giriş+4
    mov   [bx][si], al
    push  ax

dön1:
    in    al, durum+4
    test  al, gönd-hazır
    jz   dön1
    pop   ax
    out   çıkış+4, al
    cmp   al, ctrl-z
    jz   son1
    inc   dizin1
    jmp   yine2

hatal1:
    in    al, giriş+4
    jmp   yine2

son1:
    mov   al, kapat
    out   güdüm+4, al
    inc   sayaç
    jmp   yine2

hizmet2:
    test al, hatalı
    jnz  hata2
    lea   bx, dizgi2
    mov   si, dizin2
    in    al, giriş+8
    mov   [bx][si], al
    push  ax

dön2:
    in    al, durum+8
    test  al, gönd-hazır
    jz   dön2
    pop   ax
    out   çıkış+8, al
    cmp   al, ctrl-z
    jz   son2
    inc   dizin2
    jmp   yine0

```

Çizim 2.11. Üç Terminal için Seçmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği (devam)

## 52 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
hata2:  
        in    al, giriş+8  
        jmp   yine0  
son2:  
        mov   al, kapat  
        out   güdüm+8, al  
        inc   sayaç  
        jmp   yine0  
  
kod           ends  
end   ana-yor
```

Çizim 2.11. Üç Terminal için Seçmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği (devam)

Bilgisayar sistemlerinde verilerin, giriş/çıkış sürücülerinden sisteme sunuluşları genelde hep rasgele anlarda ortaya çıkmaktadır. Bir klavye aracılığıyla girilen damgaların sisteme hangi anlarda sunulacağını kestirmek, tuşlara ne zaman basacağını öngörmek gibi olanaksızdır. Kullanıcıların tuşlara basmaları gibi, zaman içinde rasgele anlarda oluşan eylemler, sistem açısından zamanuyumsuz gelişen eylemlerdir. Seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminde, rasgele gelişen olayları izlemek için arabirim durum yazmaç bitlerini sürekli sınamak gerekmektedir. Bu durum, giriş/çıkış sürücülerinden veri aktarım istemi olmadığı zamanlarda bile, bu istemin ortaya çıkış anını yakalayabilmek üzere, sürekli sınamaları zorunlu kılmaktadır. Bu sınamalar ana işlem birimi zamanının gereksiz işlemlerle yitirilmesi sonucunu doğurmaktadır.

Seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminin bir diğer sakıncası da, sistem işlem hızını sürücünün hızına indirmesidir. Bu sakıncı, dizgi adlı bir bellek alanının terminal ekranından görüntülenmesini, seçmeli giriş/çıkış yöntemiyle gerçekleştiren, aşağıdaki program kesimiyle örneklenebilir:

```
.  
. .  
    xor  si, si  
dön:   in   al, durum  
        test al, gönd-hazır  
        jz   dön  
        mov  al, dizgi[si]  
        out  çıkış, al  
        cmp  al, ctrl-z  
        jnz  son  
        inc  si  
        jmp  dön  
son:   .  
. .
```

Terminal sürücü ile arabirim arasında  $9600 \text{ bps}$  hızında bir iletişim sözkonusu edildiğinde, on bitlik damgalardan bir saniyede 960 tanası iletilir. Bu durumda bir damganın arabirimden sürücüye ulaşması yaklaşık 1 ms sürer. Makina komutlarının

ortalama 0,1 mikrosaniyede işletildiği varsayılsa, bu süre boyunca, ana işlem birimi `in`, `test`, `jz` komutlarının herbirini, yaklaşık 3000'er kez çalıştırarak bekleme durumunda kalır. Başka bir anlatımla, ana işlem biriminin hızı, aktarım işlemlerinin hızına indirilmiş olur. Seçmeli giriş/çıkış programlama, ana işlem biriminin verimsiz kullanımına neden olan bir yöntemdir.

Ana işlem birimi kullanımındaki verimsizliği aşmanın yolu, yukarıdaki örneklerden de açıkça görüleceği üzere, durum sınamalarını ortadan kaldırırmaktan geçmektedir. Bu sınamaların ortadan kaldırılabilmesi, kesilme düzeneği olarak bilinen bir ana işlem birimi uyarı düzeneğinin kullanılması ile olanaklıdır. Kesilme düzeneği ve bunun giriş/çıkışların programlanması sırasında kullanımı izleyen kesimde açıklanacaktır. Bu kesime geçmeden önce, `80X86` türü işleyicilerin `in` ve `out` adlı giriş/çıkış komutlarıyla ilgili özlü açıklamalar verilecektir.

Bilindiği üzere ana işlem biriminin erişebildiği öğeler:

- Bellek adres evreninde ana bellek sözcükleri,
- Giriş/çıkış adres evreninde ise, giriş/çıkış kapıları olarak da nitelenen arabirim yazmaç ve yastıklarıdır.

Ana bellek sözcüklerine erişim bellek erişimli olarak nitelenen komutlarla, giriş/çıkış kapılarına erişim ise giriş/çıkış komutlarıyla gerçekleşir. `80X86` türü işleyicilerin giriş/çıkış adres evreninde yer alan giriş/çıkış kapılarına erişimi `in` ve `out` komutlarıyla gerçekleşmektedir. Bu komutlar `ax` ya da `al` yazmacından giriş/çıkış kapısına ya da giriş/çıkış kapısından bu yazmaçlara veri aktarmak için kullanılırlar. Başka bir deyişle, bu komutların işlenenlerinden biri mutlaka `ax` ya da `al` yazmacıdır. Diğer işlenen ise, erişilen giriş/çıkış kapı adresidir. Giriş/çıkış kapılarının adreslenmesi komut içi ve yazmaç dolaylı olmak üzere iki biçimde yapılabilir. Yazmaç dolaylı adreslememe `dx` yazmacı kullanılır. Komut içi adresleme yapan giriş/çıkış komutları bir bayt uzunluğundaki adreslere izin verirken, yazmaç dolaylı adreslemeyi kullanan komutlar 16 bit üzerinden adresleme yapabilmektedir. Komut içi adresleme yapan `in` ve `out` komutları 2 bayt uzunluğunda olurken `dx` yazmacını dolaylı giriş/çıkış kapısı adreslememe kullanan `in` ve `out` komutları tek bayt uzunluğunda olmaktadır. `in` ve `out` komutlarının değişik türleri ve yerine getirdikleri işlemler aşağıda özetlenmiştir:

```

in  al, kapı    (al) <-- (kapı)
in  ax, kapı    (ax) <-- (kapı+1:kapı)
in  al, dx      (al) <-- ((dx))
in  ax, dx      (ax) <-- ((dx)+1:(dx))

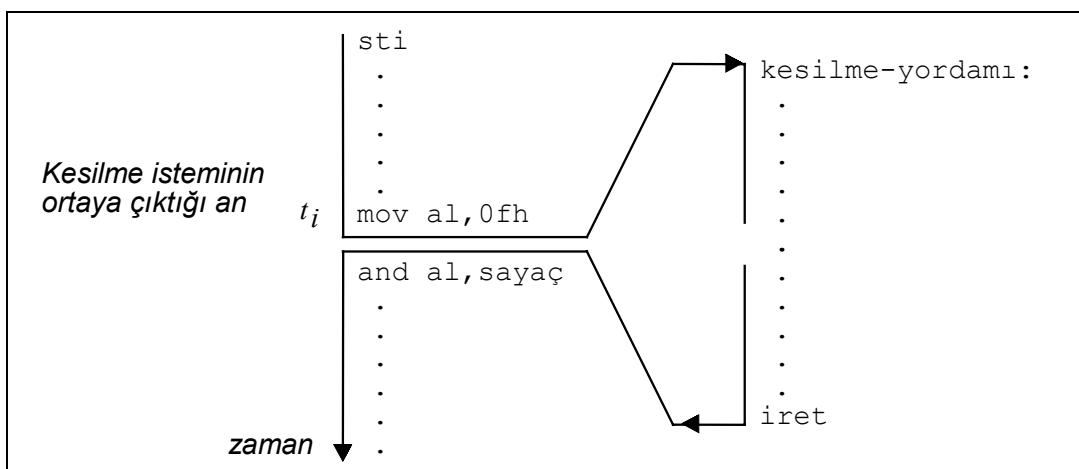
out kapı, al    (kapı)          <-- (al)
out kapı, ax    (kapı+1:kapı)  <-- (ax)
out dx, al     ((dx))         <-- (al)
out dx, ax     ((dx)+1:(dx)) <-- (ax)

```

Bu tanımlar içinde `kapı` olarak adlandırılan bir baylık değişmez, 0'dan 255'e kadar, komut içi bir giriş/çıkış kapı adresini temsil etmektedir.

## 2.3. Kesilme Düzeneği

Giriş/çıkış arabirimlerinin rasgele anlarda ortaya çıkan hizmet istemlerinin hemen ele alınabilmesi, o an işletilmekte olan programın kesilerek sözkonusu hizmetle ilgili yordama sapılması ile mümkündür. Ana işlem biriminin, işletmekte olduğu bir programı rasgele bir anda keserek özel bir yordama yapması kesilme olarak bilinir. Kesilme, ana işlem birimine giriş/çıkış arabirimlerinden ulaşan özel imler aracılığıyla gerçekleşir. Bu imler kesilme istem imleri olarak adlandırılır. Kesilme istem imleri ana işlem birimine kesilme girişleri üzerinden uygulanır. İşleyicilerin genelde tek bir kesilme girişleri bulunur. İzleyen kesimdeki açıklamalar, ilgili ana işlem biriminin tek bir kesilme girişi içерdiği varsayılarak verilmiştir. Giriş/çıkış arabirimlerinin kesilme istemleri, kimi durum yazmaç bitleriyle simgelenir. Kesilme istem imleri, ilgili durum bitleriyle aynı mantıksal değerleri taşırlar. Kesilme istemleri kesilme uyarıları olarak da adlandırılır. Örnek terminal arabirimindeki RR (almaya hazır), TR (gondermeye hazır) bitleriyle aynı mantıksal değerlere sahip imler, kesilme istem imlerine örnek olarak verilebilir.

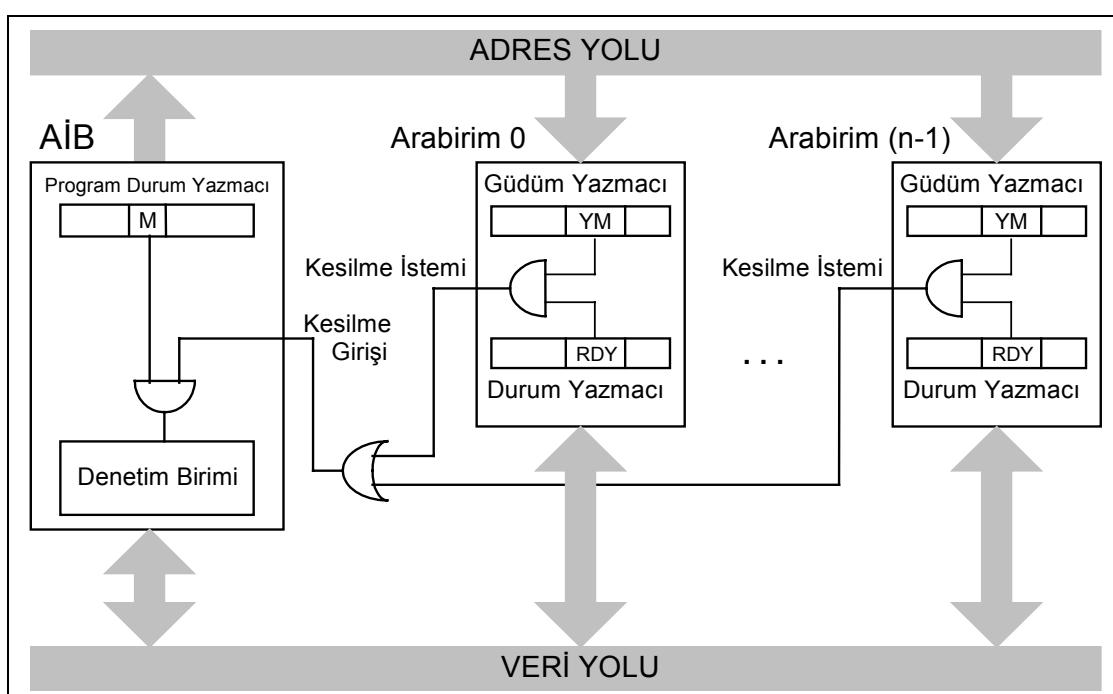


Çizim 2.12. Kesilme Yordamına Sapış

Ana işlem birimi kesilme girişi, denetim birimi tarafından sınanır. Denetim birimi her komut işletimi sırasında, saat periyotlarının birinde, örneğin uygula evresinin son saat periyodunda kesilme girişini sınar. Eğer giriş üzerinde kesilme istemini simgeleyen bir im düzeyi (örneğin 5 voltlu bir gerilim düzeyi) bulursa yaptığı komutu izleyen komutun işletimi yerine, kesilme yordamı olarak adlandırılan özel bir yordama sapmayı sağlar. Başka bir deyişle, program sayaç içeriğini bir artırmak yerine yeni bir değerle günler. Kesilme yordamı kesilme imini üreten arabirimin hizmet istemini yerine getiren yordamdır.

Kesilme girişi denetim birimine, ana işlem birimi program durum sözcüğü adlı yazmacın özel bir bitiyle denetlenen bir anahtarlama düzeneği üzerinden bağlanır. Bu bitin kurulu olmadığı durumlarda ana işlem birimi kesilme girişine ulaşan kesilme imleri, denetim birimine ulaşamaz ve dolayısıyla komut işletim akışını değiştiremezler. Anılan bu anahtarlama düzeneği, kesilme maske düzeneği olarak bilinir. İleride görüleceği üzere, aynı düzeneğin kesilme istemlerinin kaynaklandığı arabirim düzeyinde de bulunması nedeniyle ana işlem birimi içinde bulunan ve kesilme

istemlerini genel olarak denetleyen bu maske düzeneğine genel maske, arabirimler düzeyinde yer alan düzeneklere ise yerel maske düzenekleri denir. Kesilme istemlerinin denetim birimine ulaşıp ulaşamamasını denetleyen ana işlem birimi program durum sözcüğü yazmacının ilgili biti genel maske (M) biti olarak adlandırılır. Arabirimler düzeyindeki yerel maske (YM) bitleri ise gündem yazmaçları içinde bulunan işlem izni açma-kapama bitleridir. Genel maske bitinin denetlenmesi, genelde *enable interrupt, disable interrupt; set interrupt mask, clear interrupt mask* gibi makina komutlarında sağlanır. Bu komutlar genel maske bitinin kurulmasını ya da sıfırlanmasını gerçekleştirirler. Genel maske bitinin kurulması, kesilme isteminin denetim birimine kadar ulaşmasını ve komut işletim akışını etkileyebilmesini sağlar. Bu, ana işlem biriminin ya da sistemin kesilmelere açılması işlemi olarak nitelenir. Genel maske bitinin sıfırlanması ana işlem birimini kesilmelere kapatır.



Çizim 2 . 13. Kesilme Düzeneği

Kesilme isteminin denetim birimi tarafından algılanması sonucu kesilme yordamının işletimine sapiş rasgele yapılamaz. Kesilme istemi algılandığında işletilmekte olan programın işletim bütünlüğünün korunması kimi önlemlerin alınmasını gerektirir. Bu önlemler:

- Kesilme yordamına sapılmadan önce, ana işlem birimi tarafından kendiliğinden yerine getirilen önlemler ve
- Kesilme yordamı içinde ele alınan önlemler

olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Ana işlem birimi tarafından otomatik olarak ele alınan önlem, kesilme yordamının işletimi sonlandığında işletimine geri dönecek komut adresinin saklanmasıdır. Bu adrese geri dönüş adresi adı verilir. Geri dönüş adresi, o anda yığıt göstergesinin gösterdiği adrese saklanır. Bu, kesilme yordamına sapma işleminin ilk aşamasıdır. Kesilme yordamına sapma bu yordamın ana işlem birimine

## 56 İŞLETİM SİSTEMLERİ

anahtarlarlanması olarak da nitelenir. Anahtarlanmanın bu aşamasında geri dönüş adresinin yanı sıra, işletme özel, program durum yazmacı, görev yazmacı gibi kimi diğer yazmaçlar da, ana işlem birimince, otomatik olarak yığita saklanabilir.

Geri dönüş adresinin saklanmasından sonra ikinci aşama kesilme yordamına sapma aşamasıdır. Kesilme yordamına sapmada değişik işleyici mimarileri değişik yöntemler kullanırlar. Bu yöntemlerden en yalnızları:

- Kesilme girişiyile eşleşmiş değilmez bir ana bellek sözcüğü üzerinden, dolaylı adresleme yoluyla kesilme yordamına sapma yöntemi ve
- Kesilme istem imini üreten sistem birleşeninin (örneğin arabirimlerin) sapılacak kesilme yordamı başlangıç adresini de sağladığı yöntemdir.

Birinci yöntemle, sistemin kesilmelere açık olduğu bir evrede, kesilme girişü üzerinde kesilme istem imi oluştuğunda, başlangıç adresi ana belleğin önceden bilinen, değilmez bir konumunda (örneğin sıfır adresli sözcüğünde) yer alan yordama sapma sağlanır. Kesilme yordamına sapmada yararlanılan ana bellek dolaylı adresleme sözcüğü vektör olarak adlandırılır ve sistem işletime açıldığında sistem programları tarafından, kesilme hizmet yordamının başlangıç adresiyle günlenir.

İkinci yöntemde ise, kesilme istem imi denetim birimince algılandığında, kesilme istemini üreten birleşene, kesilme istemi alındısı olarak adlandırılan bir geri bildirim imi gönderilir. Bunun üzerine söz konusu birleşen kendi istemiyle ilgili yordam başlangıç adresini ya da bunun hesaplanması sağlanacak parametreyi ana işlem birimine ulaştırarak kesilme yordamına sapılmayı sağlar. İlgili yordam başlangıç adresi ya da parametresi, arabirim üstünde, kesilme kimlik yazmacı diye adlandırılan bir yazmaç içinde saklanır. Kesilme kimlik yazmaçları salt okunur tür yazmaçlar değilse, içerikleri sistem işletime açıldığında, sistem programları tarafından, kesilme yordam başlangıç adresleriyle günlenir.

Kesilme yordamından geri dönüş diğer yordamlardan geri dönüşte olduğu gibi `return` türü komutlarla gerçekleşir. Bu komutun işlevi, kesilme istem iminin algılanmasından sonra ana işlem birimi tarafından, otomatik olarak yığita saklanan değerlerin ilgili yazmaçlara geri aktarılmasıdır. Kimi işleyiciler için `call` türü komutlarla çağrılan yordamlardan geri dönüş ile kesilme yordamlarından geri dönüsü sağlayan komutlar birbirinden ayırtılırlar. Bunun nedeni `call` komutunun işletiminde yığita saklanan içerikler ile kesilmeye sapişa saklanan içeriklerin aynı olmamasıdır.

Kesilme istemi, oluşmasına neden olan durum ortadan kaldırılınca kadar varlığını sürdürür. Kesilme isteminin ortadan kalkması, bu isteme ilişkin yordama sapılıp gerekli hizmet işlemleri yerine getirildikten sonra gerçekleşir. Örneğin, terminal arabirimini, klavyeden girilen bir damga kodunun, giriş yastığında okunmaya hazır olduğu andan başlayarak `RR` (almaya hazır) bitini kurar. Arabirim `RR` bitini ancak arabirim giriş yastığının okunması durumunda sıfırlar. Bu nedenle, kesilme yordamına sapılması, kesilme isteminin ortadan kalkması sonucunu doğurmaz. Yukarıda açıklandığı gibi denetim birimi, ayrıcalıksız, tüm komutlar için, komut işletiminin belirli bir periyodunda kesilme girişini sınamaktadır. Eğer sistem (ana işlem birimi) kesilmelere,

kesilme yordamının birinci komutundan başlayarak açık tutulacak olursa, bu ilk komutun işletimi sırasında da varlığını sürdürün aynı kesilme istemi, aynı yordama yeniden sapılmaya, tekrar tekrar neden olacaktır. Bu durum, örneğin, ana belleğin yönetimi incelenirken açıklanacak bellek koruma düzeneklerinin bulunmadığı sistemlerde tüm ana belleğin, yiğit gibi kullanılarak geri dönüş adres değerleri ile dolması ve dolayısıyla sistemin tümüyle işlemez hale gelmesi sonucunu doğuracaktır. Bellek koruma düzeneğinin bulunduğu sistemlerde ise yiğittan taşıma hatası sonucu, işletim sonlanmadan durdurulacaktır. Bu gerekçeye dayalı olarak, kesilme imi denetim birimince algılanır algılanmaz program durum yazmacındaki genel maske biti otomatik olarak sıfırlanır. Kesilme yordamının içinde, gerekli önlemler alınarak sistem kesilmelere yeniden açılabilir. Bu önlemler, kesilme imlerinin arabirimler düzeyinde maskelenerek sıfırlanması yoluyla yerine getirilir. Arabirimler arası önceliklerin ele alınma zorunluluğu, sistemin, kesilme yordamının içinde kesilmelere yeniden açılmasını gerektirir.

**kesilme-yordamı :**

- . aib yazmaçlarının yiğita saklanması;
- . kesilme hizmeti;
- . sistemin kesilmelere kapatılması (daha önce, kesilme hizmeti diye anılan kesimde açılmışsa);
- . aib yazmaçlarının yiğittaki içeriklerle günlenmesi;
- . **kesilen yordama geri dönüş**

Çizim 2.14. Kesilme Yordamının Genel Yapısı

Kesilme istemi algilandığında, işletilmekte olan programın işletim bütünlüğünün korunması amacıyla kimi önlemlerin alınmasının gereği ve bu önlemlerin, kesilme yordamına sapılmadan önce ana işlem birimi tarafından otomatik olarak yerine getirilen önlemler ile kesilme yordamı içinde ele alınan önlemler olmak üzere ikiye ayrıldığı daha önce belirtildi. Bu bağlamda, kesilme yordamının hemen başında, ana işlem birimi tarafından otomatik olarak saklanmayan ve kesilme yordamı içinde kullanılarak içerikleri bozulacak ana işlem birimi yazmaçlarının yiğita saklanması gerçekleştirilmelidir. Bunun doğal sonucu olarak, kesilme yordamından kesilen programa geri dönülmeden önce de, ana işlem birimi yazmaç içeriklerinin bu programa ilişkin, yiğitta saklı içeriklerle günlenmesi gereklidir. Bu günleme öncesi, eğer sistem kesilme hizmet yordamı içinde, daha önceden kesilmelere açılmışsa kesilmelere yeniden kapatılır. Bu yapılmadığı takdirde yazmaç içeriklerinin günlendiği bir anda ortaya çıkacak bir kesilme istemi, o ana kadar günlendiği varsayılabilecek yazmaç içeriklerinin ve dolayısıyla ilk kesilen programın işletim bütünlüğünün bozulmasına neden olabilir. Kesilme istemi algilandığında işletilmekte olan programın işletim bütünlüğünün korunması amacıyla, bir kesimi ana işlem birimi tarafından otomatik olarak yerine getirilen yazmaç saklama ve günleme işlemleri, genel olarak bağlam anahtarlama

## 58 İŞLETİM SİSTEMLERİ

işlemleri olarak adlandırılır. Bağlam anahtarlama işlemlerine görev yönetimi kapsamında da dephinilecektir. Bu aşamaya kadar verilen bilgiler ışığında, kesilme yordamının genel yapısı Çizim 2.14'te verildiği biçimdedir.

### **kesilme-yordamı :**

- . aib yazmaçlarının yiğita saklanması;
- . Kesilme girişine bağlı arabirimlerin durum yazmaçlarının okunarak kesilme istemlerinin taranması;
- . Kesilme istemine rastlanan ilk arabirimle ilgili özel hizmet yordamını çağırma
- . aib yazmaçlarının yiğittaki içeriklerle günlenmesi;
- . **kesilen yordama geri dönüş**

Çizim 2.15. Ana Bellek üzerinden sapiyan Kesilme Yordamının Genel Yapısı

### **2.3.1. Kesilme Yordam Adresinin Ana Bellekten Alınması**

Kesilme yordamı başlangıç adresinin, ana belleğin kesilme vektörü olarak adlandırılan belirli bir sözcüğünden alındığı yöntemde, kesilme girişi üzerinde oluşan istem imi denetim birimince algılanır algılanmaz, bu girişle eşleşmiş tek bir yordama sapiılır. En yalın bir bilgisayar sisteminde bile kesilme istemi üreten birden çok sistem birleşeni bulunur. Kesilme istemi üreten birleşen (arabirim) çıkışları kesilme girişine “ya da” türü mantıksal bir geçitten geçerek ulaşırlar. Bunun sonucunda ana işlem birimi düzeyinde algılanan kesilme isteminin hangi birleşenden kaynaklandığını dolaysız çıkarabilme olanağı bulunmaz. Bu nedenle sapiyan ortak kesilme yordamı içinde, ana işlem birimine kesilme istemi üretebilen tüm birleşenlerin sinanarak istemin hangi birimden geldiğinin belirlenmesi gereklidir. Kesilme istemi üreten tüm birleşenlerin sinanması ve istemin hangi birimden geldiğinin belirlenmesi kesilme istemlerinin taranması olarak adlandırılır. Bu tarama, kesilme istem imi ile aynı mantıksal değeri gösteren durum yazmacı bitlerinin, seçmeli programlamada olduğu gibi sırayla okunması yoluyla gerçekleştirilir. Tarama sonucu istem ürettiği saptanan birleşenin özel hizmet yordamına sapılarak istemin gereği yerine getirilir. Burada kesilme yordamı biricik, kesilme isteminin gerektiğini yerine getiren özel hizmet yordamları ise kesilme istemi üretebilen arabirim sayısı kadardır. Bu yöntemde göre, tüm birleşenlerce ortaklaşa kullanılan kesilme yordamının genel yapısı Çizim 2.15'te verilmiştir.

Seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminde de görüldüğü gibi, birden çok arabirimin kesilme istem imi üreterek aynı anda hizmet istemesi öncelik sorununu ortaya çıkarır. Kesilme istem iminin algılanması sonucu sapiyan kesilme yordamı içinde arabirimler öncelik sırasında taranırlar. Bu tarama sonucunda durum biti kurulu bulunan ilk arabirimin hizmet yordamı çağrılır. Bu yordamın işletiminden sonra kesilme

yordamından geri dönülür. Eğer bu aşamada, daha az öncelikli arabirimlerin de taranmamış istemleri kaldı ise, kesilme girişi üzerinde varlığını sürdürken kesilme imi, kesilme yordamına yeniden sapılmayı sağlar ve tarama yordamı yeni baştan çalıştırılır. Kesilme girişinin denetim birimince sınandığı anda var olan birden çok kesilme isteminin ele alınması bu biçimde gerçekleştirilir. Bu, eşanlı kesilme istemlerinde önceliklerin ele alınışıdır. Ancak bir arabirimle ilgili özel hizmet yordamına sapılıp bununla ilgili işlemler yürütülürken de, daha öncelikli arabirimlerin kesilme istemleri ortaya çıkabilir. Özellikle bu işlemlerin görelî uzun sürdüğü durumlarda, işletilen özel hizmet yordamına ara verilip daha öncelikli arabirimin hizmet yordamına sapmak gereklî olabilir. Bu, özel hizmet yordamları içinde, gerekli önlemler alınarak sistemin kesilmelere yeniden açılmasıyla gerçekleştirilebilir. Bunun yapılması, tüm kesilme istemlerini tek bir kesilme yordamıyla yanıtlayan bu yöntemle, aynı kesilme yordamına tekrar tekrar sapmayı gerektiren karmaşık bir yapı ortaya çıkarır. Bu nedenle, bu tür önceliklerin ele alınışı izleyen kesimde, diğer yöntem kapsamında açıklanacaktır.

Kesilme yordamlarına, belirli ana bellek sözcükleri üzerinden, dolaylı adresleme yoluyla sapma yönteminin kimi önemli sakıncaları vardır. Bu sakıncalardan en önemlisi, arabirimlere özgü özel hizmet yordamlarına dolaysız sapılamamasıdır. Kesilme istemi söz konusu olan arabirimin hizmet yordamına sapış, yukarıda tarama kesimi olarak adlandırılan komut dizisinin işletilmesini gerektirmektedir. Çok kez bir giriş/çıkış kapısını okuma, gündem yazmacına yeni bir gündem değeri yazma gibi birkaç komutluk hizmet gereksinimi nedeniyle üretilen her kesilme istemi için, kesilme yordamı içinde tüm arabirimlere ortak bu kesimin işletilmesinin, zaman açısından bedeli yüksektir. Özellikle aynı kesilme girişine bağlı arabirim sayısının kabarık olduğu sistemlerde bu bedelin daha da ağırlaşacağı açıklıktır. Bu temel sakıncayı ortadan kaldırmanın yolu tarama kesiminin işlevini arabirimlere (kesilme istemi üretebilen birleşenlere) yüklemekten geçer. Kesilme yordamına sapmada, sapma adresinin arabirimce sağlanmasını gerektiren yöntem bunu gerçekleştirir.

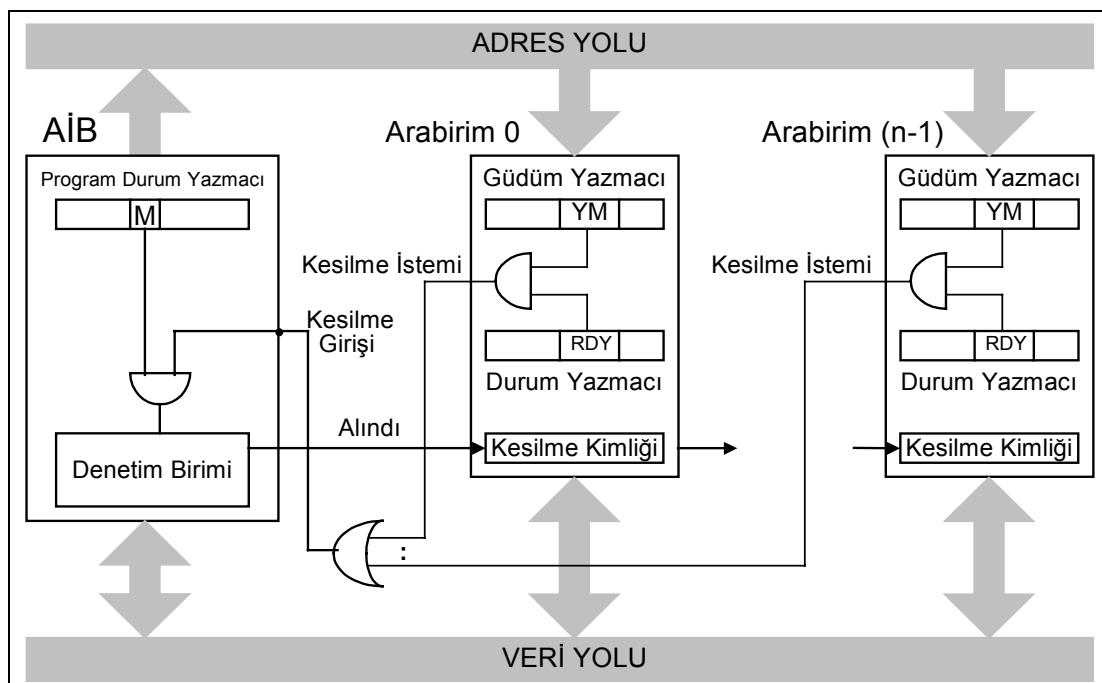
### **2.3.2. Kesilme Yordam Adresinin Arabirimce Sağlanması**

Kesilme yordamına sapma adresinin arabirimce sağlandığı yöntemde, kesilme girişi üzerinden bir istem geldiğinde ana işlem birimi, “alındı” olarak adlandırılan bir imi arabirimlere gönderir. Kesilme istemini üreten arabirim, alındı imini alır almad kendisiyle ilgili kesilme yordamının başlangıç adresini ya da bunu hesaplamaya yarayacak parametreyi, veri yolu üzerinden ana işlem birimine ulaştırır. Bu biçimde ana bellekte kesilme vektörü kullanımına gerek kalmaz. Çok kez, arabirimle ilgili kesilme yordamı başlangıç adresi (ya da parametresi) arabirim düzeyinde bir yazmaç (kesilme kimlik yazmacı) içinde tutulur. Kesilme alındı imi bu özel giriş/çıkış kapısını okumada kullanılan bir denetim imi olarak da düşünülebilir.

Ana işlem birimi kesilmelere açıldığı anda, kesilme girişi üzerinde birden çok kesilme istemi bulunabilir. Kesilme alındısının, bu istemleri üreten arabirimlerden hangisine gönderileceği ve bu yolla hangi arabirime ilişkin kesilme yordamına sapılacağı

arabirimlerin öncelikleri gözetilerek belirlenir. Arabirimler arası önceliklerin belirlenmesinde iki değişik donanımsal yapı kullanılır. Bunlar:

- Zincirleme Bağlantı ve
- Kesilme Önceliği Denetleme Birimi yapılarıdır.

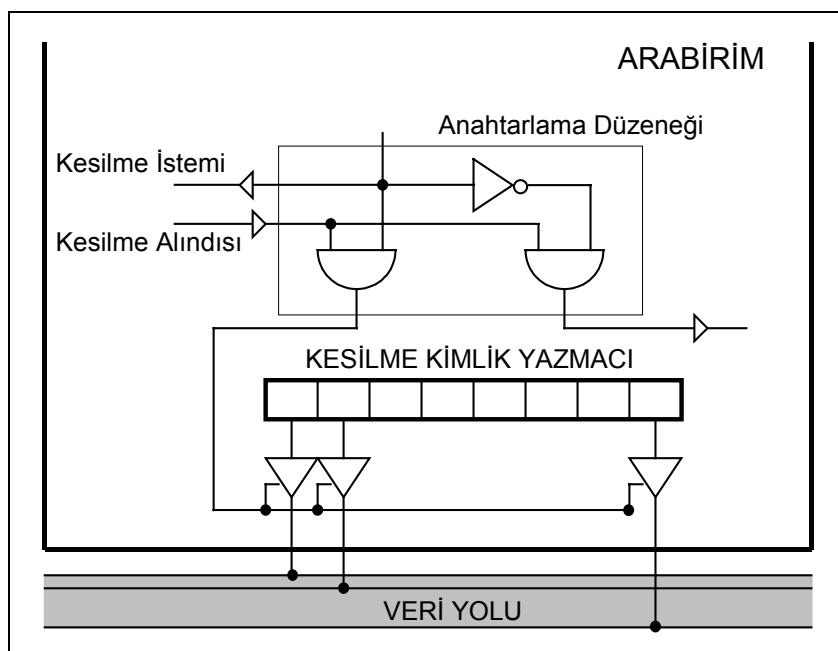


Çizim 2.16. Kesilme Alındısı Zincirleme Bağlantı Yapısı

Zincirleme Bağlantı yapısında, kesilme alındı imi arabirimlere, öncelikleriyle uyumlu, ardıl bir sırada ulaşır. Bu yapı içerisinde, alındı imi kendisine ulaşan arabirim; eğer kendisi kesilme istemi üretmiş durumda ise bu alındıyu kullanarak ana işlem birimine, kendi kesilme yordamı başlangıç adresini yollar. Yok eğer kendisinin kesilme istemi söz konusu değilse alındı imini, öncelik sırasında kendisini izleyen arabirime anahtarlar (gönderir). Alındı iminin ilk bağlandığı arabirim en öncelikli, son bağlandığı arabirim ise en düşük öncelikli (son öncelikli) birimi oluşturur. Kesilme alındısının bir arabirimden diğerine bağlılığı zincirleme bağlantı olarak adlandırılır. Bu bağlantı Çizim 2.16'da verilmiştir. Zincirleme bağlantı yapısında kesilme istem imleri, kesilme girişlerine, yine "ya da" türü geçitler üzerinden ulaşırlar. Bu yapıya ana işlem birimi yönünden bakıldığından, kesilme isteminin hangi arabirimden geldiği anlaşılamaz. Kesilme istemi denetim birimince algılır algılanmaz kesilme alındı imi kurulur. Bu imin kurulmasıyla veri yolu üzerinde bulunan değer, ana işlem birimince yapılacak kesilme yordamı başlangıç adresi ya da bunu hesaplamaya yarayacak parametre olarak yorumlanır. Çizim 2.17'de, kesilme alındı iminin, kesilme kimlik yazmacı içeriğini okumada nasıl kullanılabileceği gösterilmiştir.

Sistem kesilmelere açıldığı anda, birden çok arabirimin kesilme isteminin varlığı sözkonusu ise bu istemlere eşanlı istemler denir. Zincirleme bağlantı yönteminde, eşanlı

kesilme istemlerinde önceliklerin yerine getirilmesi kesilme alındısının arabirimleri ardıl biçimde dolaşması yoluyla sağlanır. Kesilme istemi üreten arabirimlerden kesilme alındısı kendisine ilk ulaşan arabirimin kesilme yordamına sapılır. Böylece, eşanlı istemlerde hangi isteme daha önce yanıt verileceği sorunu aşılmış olur. Arabirimler arası gözetilmesi gereken öncelikler eşanlı önceliklerle sınırlı değildir. Bir kesilme yordamı işletilirken daha öncelikli bir arabirimden kesilme istemi gelmesi durumunda işletilen kesilme yordamının kesilerek daha öncelikli bu arabirimin kesilme yordamına sapılabilmesi gereklidir. Bir kesilme yordamı işletilirken, bu işletimin kesilip daha öncelikli olduğu varsayılan bir diğer kesilme yordamının işletimine geçme ve bu yordam sonlandıktan sonra kesilen yordama geri dönme kesilmelerin içebe ele alınması olarak bilinir. Öncelikler gözetilerek kesilmelerin içebe ele alınabilmesi, yerel maske düzeneği diye adlandırılan bir düzeneğin kullanılmasını gerektirir.



Çizim 2.17. Kesilme Alındısı Örnek Anahtarlama Düzeneği

Herhangi bir arabirimle ilgili kesilme yordamına sapıldıktan sonra, daha öncelikli arabirimlerden gelebilecek kesilme istemlerinin gözönüne alınabilmesi için bu yordam içerisinde, bağlam saklama işlemlerinden hemen sonra, kesilmelerin, ana işlem birimi düzeyinde yeniden açılması zorunludur. Ancak bu işlemin, öncelik sırasını bozmaması için, daha düşük öncelikli arabirimlerin, bu aşama sonrasında kesilme üretmelerinin engellenmesi gereklidir. Bu amaçla arabirimlerde kesilme istem imlerini simgeleyen durum biti çıkışları, arabirim dışına, işlem izni güdüm biti çıkışlarıyla, "mantıksal ve" türü geçitlerden geçerek taşınırlar. Arabirim işlem izni güdüm biti sıfır olduğu sürece durum bitiyle simgelenen kesilme istemi ana işlem birimine ulaşamaz. İşlem izin bitinin sıfırlanması, kesilme isteminin yerel olarak maskelenmesi diye bilinir.

Kesilme yordamları içinde, düşük öncelikli arabirimlerin kesilme üretmelerinin engellenmesi, maskelenmeleri yoluyla sağlanır.  $n$  arabirimin yer aldığı bir sistemde,

## 62 İŞLETİM SİSTEMLERİ

kesilme önceliklerinin sıfırdan  $(n-1)$ 'e azalarak sıralandığı varsayılsa,  $(i)$ inci arabirimin kesilme yordamına sapıldıktan sonra, ana işlem birimi kesilmelere ancak  $i$ ,  $(i+1), \dots, (n-1)$ inci arabirimlerin maskelenmesinden sonra açılabilir. Bu yolla,  $(i)$ inci arabirim kesilme yordamının işletimi kesilerek, daha öncelikli  $(i-1)$ ,  $(i-2), \dots, 0$ inci arabirimlerin kesilme yordamlarına içe.sapma sağlanmış olur. Bu durumda  $(i)$ inci arabirimle ilişkin kesilme yordamının yapısı Çizim 2.18'de verilen biçimde dönüşür.

### **kesilme-yordamı-i:**

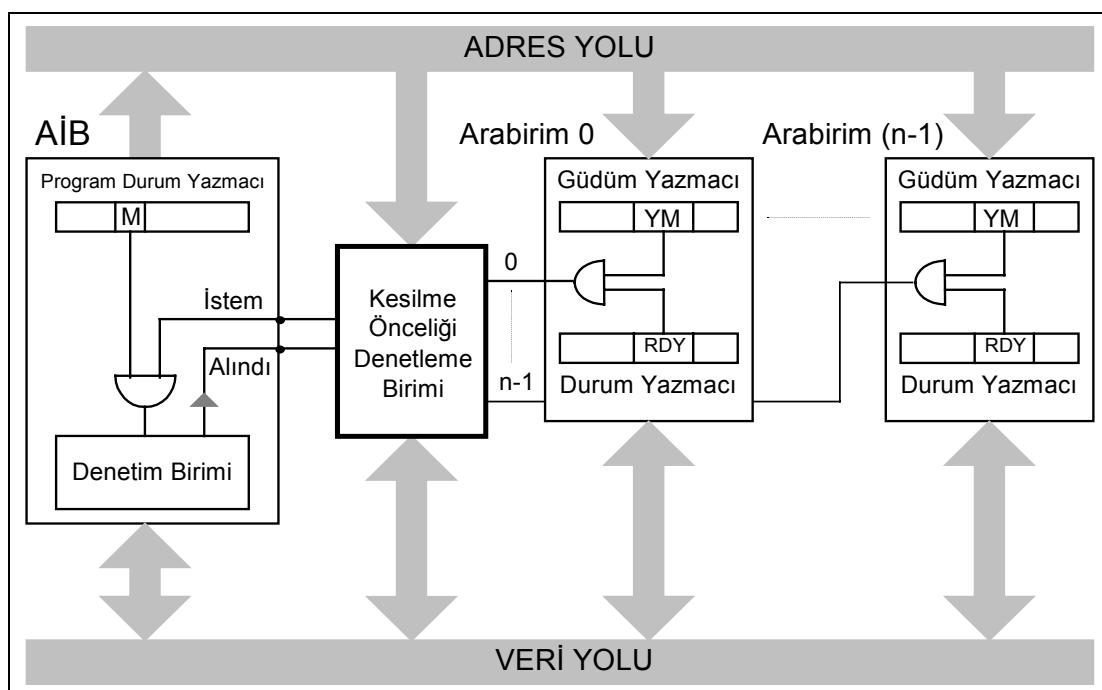
- aib yazmaçlarının yiğita saklanması;
- $i, (i+1), \dots, (n-1)$ inci arabirimlerin yerel maske bitlerinin sıfırlanması;
- aib'nin kesilmelere açılması;
- $(i)$ inci arabirimin hizmet yordamını çağırma;
- aib'nin kesilmelere kapatılması;
- $i, (i+1), \dots, (n-1)$ inci arabirimlerin yerel maske bitlerinin kurulması;
- aib yazmaçlarının yiğittaki içeriklerle günlenmesi;
- **kesilen yordama geri dönüş**

Çizim 2.18. Kesilme Yordamında Öncelikleri ele alan Yapı

Çizim 2.18'de verilen yapı gereği,  $(i)$ inci arabirim kesilme yordamında sistem,  $(i-1)$ 'den sıfıra kadar olan, daha öncelikli arabirimlerin kesilmelerine, kesilme isteminin geldiği  $(i)$ inci arabirim kendisi de yerel olarak maskelendikten sonra açılmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere, kesilme istemi üreten bir arabirim, bu istemini ancak gerekli hizmeti aldıktan sonra (hizmet yordamı işletildikten sonra) sıfırlar. Oysa sistem kesilmelere daha hizmet yordamına sapılmadan açılmak durumundadır. Arabirimin istemi daha sıfırlanmadan sistemin kesilmelere yeniden açılması durumunda, sistemi kesilmelere açan komutun hemen sonrasında, içinde bulunulan kesilme yordamının başına yeniden sapılacaktır. Bunun yaratacağı sonsuz döngü bellek koruma düzeneğine sahip bir sistemde, ancak "yiğittan taşıma" hata uyarısı ile sonlanacaktır. Bu nedenle kesilme yordamı içinde, daha düşük öncelikli arabirimlerin yanı sıra kesilme istemini üreten arabirimin kendisi de maskelenir.

Kesilme önceliklerinin, iç içe kesilmelere olanak verecek biçimde denetlenebilmesi için arabirim maske bitlerinin kurulma işlemleri, çoğu kez kesilme yordamlarını karmaşıklaştıran, bu yordamların işletim sürelerini uzatarak sistem başarımını düşüren işlemlerdir. Ayrıca kesilme önceliklerinin denetiminin çok sayıda kesilme yordamının içine dağılmış komutlarla yapılması, sistem yazılımlarının okunurluk ve bakılırlığını olumsuz yönde etkileyen bir husustur. Zincirleme bağlantı yapısının sistem programlarına yansyan bu sakıncalarının yanı sıra bir diğer sakıncası daha vardır. Bu

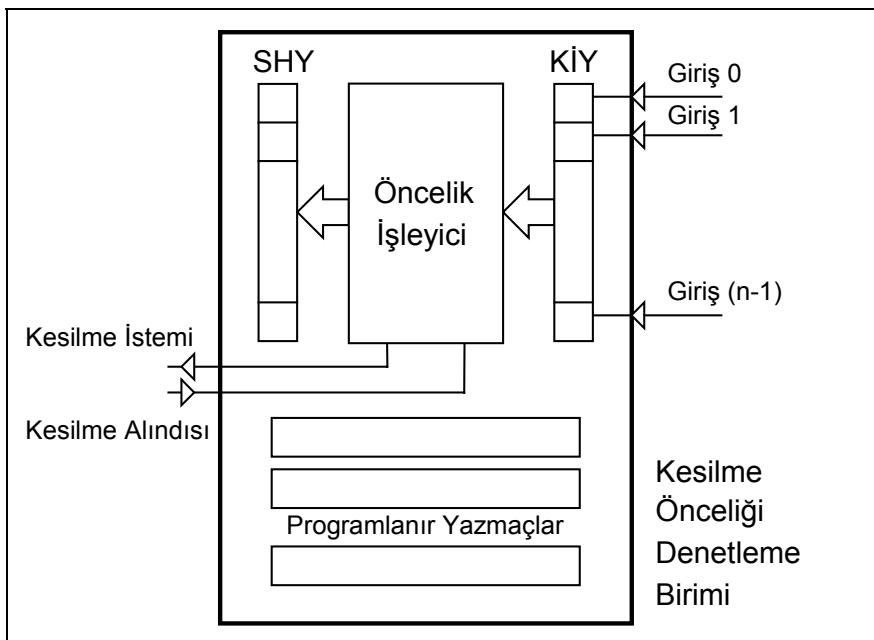
yapıda arabirimlerin kesilme öncelikleri, sistem donanım yapısına gömülüdür. Başka bir deyişle, bir arabirimin önceliğinin değiştirilebilmesi o arabirimin, zincirleme bağlantıdaki yerinin, fiziksel olarak değiştirilmesini gerektirir. Bu, sistem kutusunun açılarak kimi tel sargıların çözülmüş yerine yeni sargı ya da lehimlerin yapılması demektir. Sistem konfigürasyonuna yeni arabirimlerin katılması durumunda da bu arabirimin önceliğinin gerektirdiği yere takılması ve diğer arabirimlerin alındı imi bağlantılarının değiştirilmesi gereklidir. Sisteme yeni arabirimlerin katılması, çoğu kez müşteri ortamında gerçekleştiğinden sistemin genişletilmesindeki firma donanım desteği gereksinimi artırır. Halbuki arabirim önceliklerinin sistem yazılımları aracılığıyla değiştirilebilmesi, çok daha esnek bir yaklaşımı oluşturacaktır.



Çizim 2.19. Kesilme Önceliği Denetleme Biriminin Konumu

Kesilme Önceliği Denetleme Birimi, kesilme önceliğinin işletim içinde devingen olarak değiştirilebilmesine olanak verir. Bunun yanı sıra kesilme yordamlarının, maskeleme yükünden arındırılarak yalınlaşmasını ve kısalmasını sağlar. Kesilme önceliği denetleme birimi kullanımı durumunda arabirimler kesilme istemlerini, doğrudan ana işlem birime göndermek yerine bu birime gönderirler. Ana işlem birime, arabirimler adına kesilme istem imi gönderme yükümlülüğü ise öncelik denetleme birimindedir. Ana işlem biriminin kurduğu istem alındı imi de, arabirimlere dağılacığını salt bu birime gönderilir. Alındı iminin gelmesiyle öncelik denetleme birimi, o anda en öncelikli birimin yordam başlangıç adresini (ya da parametresini) veri yolu üzerinden ana işlem birime ullaştırır. Kesilme önceliği denetleme biriminin bir bilgisayar sistemi içindeki konumu Çizim 2.19'da gösterilmiştir.

Kesilme önceliği denetleme birimine ilişkin örnek bir yapı ise Çizim 2.20'de verilmiştir. Bu yapı, öncelikle Kesilme İstem Yazmacı (KİY) ve Süren Hizmet Yazmacı (SHY) olarak adlandırılan iki yazmacı içerir. Bu yazmacalar öncelik denetleme biriminin içeriği kesilme istem girişi kadar bitten oluşurlar. Kesilme İstem Yazmacının bitleri arabirimlerden gelen istemlerle kurulmakta ve arabirim istemini çektiğinde sıfırlanmaktadır. Süren Hizmet Yazmacının bitleri ise kesilme yordamına sapılan (kesilme hizmeti süren) arabirimler için kurulmaktadır. Öncelik denetleme biriminin içeriği tüm kesilme girişlerinin bir önceliği bulunmaktadır. Örneğin 8 girişli bir denetleme birimi için, sıfırıncı girişin en öncelikli, yedinci girişin de en düşük öncelikli giriş olduğu bir durumda, üçüncü girişten bir istem geldiğinde, Kesilme İstem Yazmacının üçüncü biti kurulur ve ana işlem birimine kesilme istemi yollanır. Bu istemle ilgili alındı geldiğinde üçüncü girişe bağlı arabirimin kesilme yordamı başlangıç adres bilgisi (ya da parametresi) ana işlem birimine ulaştırılırken Süren Hizmet Yazmacının üçüncü biti kurulur. Bu aşamadan sonra, üçüncü girişten daha öncelikli olan ikinci girişten kesilme istemi gelirse üçüncü giriş için yerine getirilen süreç, bu kez ikinci giriş için aynı biçimde yinelenir. Bu yolla üçüncü girişe ilişkin kesilme yordamı kesilerek ikinci girişe ilişkin kesilme yordamına sapma sağlanmış olur.



Çizim 2.20. Kesilme Önceliği Denetleme Birimi Örneği

Üçüncü girişle ilgili kesilme yordamı işletilirken, bu kez ikinci giriş yerine dördüncü girişten kesilme isteminin geldiği düşünülecek olursa, öncelik denetleme birimi bu istemle ilgili hiçbir girişimde bulunmaz. Zira öncelikler gereği dördüncü girişe bağlı arabirimin, işletilmekte olan üçüncü girişle ilgili kesilme yordamını kesme hakkı yoktur. Bu istemin göz önüne alınabilmesi, ancak üçüncü girişle ilgili yordamın sonlanması Süren Hizmet Yazmacının üçüncü bitinin sıfırlanmasından sonra olacak olacaktır. Daha genel bir bağlamda, kesilme önceliğinin  $0'$  dan  $(n-1)'e$ , azalan sırada uzandığı varsayıldığında,  $(i)$ inci kesilme girişine bağlı arabirim adına ana işlem biriminden

kesilme isteminde bulunulabilmesi için, Süren Hizmet Yazmacının  $i$ ,  $(i-1)$ inci bitlerinden başlayarak 0 inci bitine kadar tüm bitlerinin sıfırlanmış olması koşulu aranacaktır.

Yukarıda verilen açıklamalardan anlaşılacağı gibi, kesilme önceliği denetleme biriminin kullanılması ile kesilme yordamlarının, öncelik gözetim işlemlerini ele almalarına gerek kalmaz. Kesilme yordamları, arabirimler düzeyindeki yerel maskeleri açıp kapayan kesimlerinden arınarak yalnızlaştırır. Ancak kesilme yordamlarından geri dönülmeden, Süren Hizmet Yazmacının ilgili bitinin sıfırlanması, bu yordamların içinde, geri dönüş komutundan önce gerçekleştirilmesi gereken bir yükümlülük olarak ortaya çıkar. Kesilme önceliği denetleme biriminin kullanılması durumunda kesilme yordamlarının genel görünümü Çizim 2.21'deki gibi yalnız biçimde dönüşür.

**kesilme-yordamı-i:**

- . aib yazmaçlarının yığıta saklanması;
- . aib'nin kesilmelere açılması;
- . Hizmet yordamını çağırma;
- . aib'nin kesilmelere kapatılması;
- . Kesilme Önceliği denetleme biriminin  $i$  inci bitinin sıfırlanması;
- . aib yazmaçlarının yığıttaki içeriklerle günlenmesi;
- . **kesilen yordama geri dönüş**

Çizim 2.21. Kesilme Önceliği Denetleme Birimini Kullanan Yordamının Yapısı

Kesilme istemlerini öncelik sırasında işleme koyan kesilme önceliği denetleme birimi, bu işlevi nedeniyle yardımcı bir işleyici olarak düşünülebilir. Ancak bu birim, sistem programları yönünden diğer arabirimlerden farklı davranışlanan bir birim olarak görülmez ve diğer arabirimler gibi, giriş/çıkış adres evreni içerisinde giriş/çıkış kapılarından oluşan bir bütün olarak düşünülür ve programlanır. Bu bağlamda, kesilme önceliği denetleme birimi; yerine getirebildiği işlevler arasında seçim yapılmasına olanak veren güdüm yazmaçları, kesilme girişleriyle ilgili yordam başlangıç adres yazmaçları, giriş önceliklerini belirlemeye yarayan öncelik sırası yazmacı gibi programlanır yazmaçlar içerir. İlleride, 80X86 türü işleyicilerin kesilme düzeneği açıklandıktan sonra bu düzenekle uyumlu bir kesilme önceliği denetleme birimirne örneğine yer verilecektir.

### 2.3.3. Kesilme Türleri

Şimdiye kadar açıklanan kesimde, ana işlem birimine, salt diğer sistem birleşenlerinden ulaşan kesilme uyarlarından ve bu uyarıların ortaya çıkması durumunda yerine getirilen işlemlerden söz edilmiştir. Ancak kesilme düzeneği çerçevesinde, ana işlem birimini

## 66 İŞLETİM SİSTEMLERİ

uyarabilen birimler ana işlem biriminin dışında yer alan birimlerle sınırlı değildir. Kesilme uyarıları:

- İç kesilme uyarıları ve
- Dış kesilme uyarıları

olarak iki sınıfa ayrılır. Dış kesilme uyarıları, şimdije kadar açıklanan, ana işlem birimi dışında yer alan arabirimler, yardımcı işleyiciler gibi sistem birleşenlerinin ürettiği kesilme uyarılarıdır. İç kesilme uyarıları ise ana işlem birimi içinden denetim birimine ulaşan uyarılardır. Bir sayıyı sıfıra bölme gibi hatalı bir durum ortaya çıktığında ya da görüntü bellek düzeneği kapsamında açıklanacak, bellekte bulunmayan bir sayfaya erişim sözkonusu olduğunda, aritmetik-mantık birimi, adres dönüştürme birimi gibi ana işlem birimi birleşenlerince denetim birimine yollanan uyarılar iç kesilme uyarılarına örnek oluştururlar. Bu uyarılar aracılığıyla ana işlem birimi, işletmekte olduğu programı keserek sıfıra bölme hata uyarı yordamı, bellek yönetim yordamı gibi sistem yordamlarının işletimine geçer.

Kesilme düzeneği açıklanırken, dış kesilme uyarılarının dış ortamdan denetim birimine doğrudan bağlanmadığı; “ve” türü mantıksal geçitler üzerinden, kesilme maskesi olarak adlandırılan program durum yazmacı bitleriyle birleşerek bağlandığı belirtilmiştir. Ancak kimi dış kesilme imleri denetim birimine herhangi bir maske düzeneğinden geçmeden bağlanırlar. Bu uyarılar, oluşturukları anda denetim birimince algılanarak işleme konurlar. Bu bağlamda kesilme uyarıları:

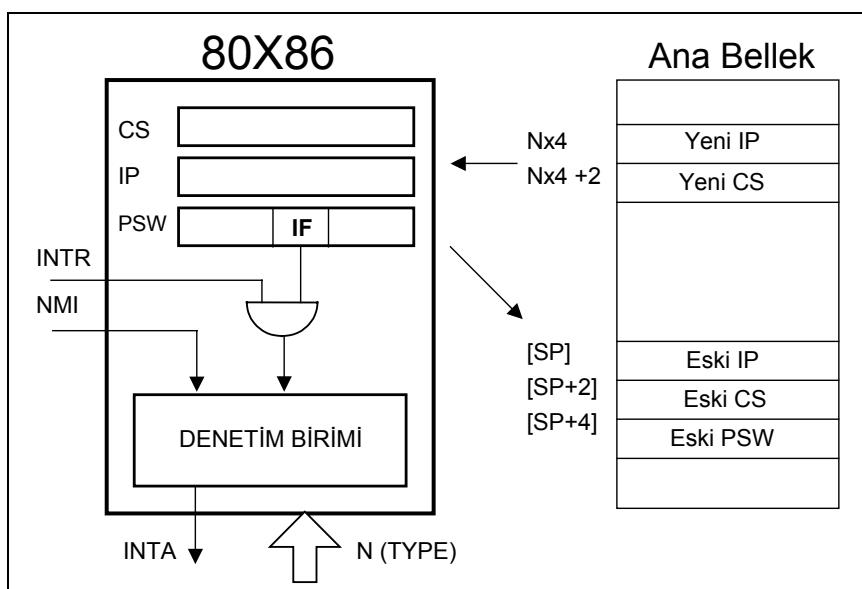
- Engellenir kesilme uyarıları
- Engellenmez kesilme uyarıları

olarak sınıflandırılırlar. Engellenmez kesilme uyarıları, ortaya çıktığı anda önlem alınmasını gerektiren, çok acil ve ertelenemez istemlere ilişkin uyarıları oluştururlar. İşleyicilerin büyük bir yoğunluğunda, engellenir uyarıların bağlılığı kesilme girişinin yanı sıra, bir de engellenmez tür uyarıların bağlılığı kesilme giriş bulunur. Bilgisayar sistemini besleyen elektrik şebekesindeki kesintilerde, bu durumu algılayan güç kaynağından gelen kesilme uyarısı, engellenmez kesilme uyarısına örnek verilebilen bir uyarıdır. Bu uyarıının gelmesiyle, geriye kalan birkaç saniye içinde, önemli kütüklerin kapatılması gibi, sistem yeniden işletme açıldığında işletim bütünlüğünün korunmasını sağlayacak kimi acil önlemlerin işleme konması gerçekleştirilir. Herhangi bir maskeleme düzeneğinden geçmeden denetim birimine ulaştıklarından iç kesilme uyarıları da engellenmez kesilme uyarıları olarak düşünülürler.

Kesilme uyarıları, ana işlem biriminin, kesilme yordamı olarak adlandırılan özel bir yordamın işletimine geçmesini sağlarlar. İşleyicilerin makina komutları arasında, kesilme yordamlarına sapmada yararlanılan donanımsal düzeneği program içinden kullanmaya olanak veren komutlara da yer verilir. Altyordam çağrıma komutlarına benzer bu komutlar yazılım kesilme komutları olarak bilinirler. Bu bağlamda kesilmeler bir de:

- Donanım kesilmeleri
- Yazılım kesilmeleri

olmak üzere ikiye ayrılır. Dış uyarıların algılanmasıyla başlatılan kesilme yordamına sapma süreci, bu komutlarla komut uygula evresinde gerçekleştirilir. Sapılacak kesilme yordam başlangıç adresi, donanım kesilmelerinde arabirimce sağlanırken yazılım kesilmelerinde komut işleneni olarak yer alır. Yazılım kesilme komutları, genellikle ayrıcalıklı komutları oluştururlar. Ayrıcalıklı komutlar sıradan kullanıcıların kullanamadığı, sistem yazılımları üzerinde günleme yapma hakkı verilen ve ayrıcalıklı kullanıcılar olarak da bilinen sistem programcılarına açık komutlardır. Ayrıcalıklı kullanıcı ve ayrıcalıklı komut kavramlarına, Koruma ve Güvenlik başlığı altında geri dönecektir. Yazılım kesilmesi komutları, aynı zamanda, Giriş bölümünde açıklanan sistem çağrı düzeneğini gerçekleştirmede yararlanılan sistem altyapısını da oluştururlar.



Çizim 2.22. 80X86 türü İşleyicilerde Kesilme Düzeneği

### 2.3.4. 80X86 Türü İşleyicilerin Kesilme Düzeneği

80X86 türü işleyicilerde iki kesilme girişi bulunur. Bunlar INTR ve NMI kısaltmalarıyla anılan girişlerdir. INTR (*interrupt*) girişi engellenir kesilme imlerinin bağlı olduğu varolan biricik kesilme girişiidir. NMI (*non-maskable interrupt*) ise engellenemez kesilme girişiidir. INTR girişine bağlı kesilme istem imleri PSW adlı program durum yazmacının IF (*interrupt flag*) adlı bitiyle maskelenerek denetim birimine ulaşırlar. Bu bit, sti (*set interrupt flag*) ve cli (*clear interrupt flag*) makina komutlarıyla kurulup sıfırlanır. Kesilme girişleri, denetim birimince, komut uygula evresinin son periyodunda sınanır. IF biti kurulu iken, bu son periyot süresince INTR kesilme girişinde kesilme istemimi bulunursa, izleyen komutun algetir evresi yerine kesilme yordamına sapma süreci başlatılır. Bu süreç içinde INTA (*interrupt acknowledge*) adlı alındı imi aracılığıyla, kesilme imini üreten arabirimden, sapılacak kesilme yordamı başlangıç adresini belirlemeye yarayacak bir baytlık tür (*type*) bilgisi okunur.

## 68 İŞLETİM SİSTEMLERİ

*80X86* türü işleyicilerde kesilme yordamı başlangıç adresini belirlemede, yukarıda açıklanan yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma bir yöntem uygulanır. INTA imi aracılığıyla, arabirimden okunan tür bilgisi (*N*), 4 ile çarpılarak elde edilen ana bellek adresinden kesilme yordamı başlangıç adresinin (*IP*'nin), bu değere 2 ekleyerek elde edilen adresten de, bu yordamın kesim (*CS*) başlangıç adresinin elde edileceği varsayıılır. Bu durumda, her tür değeri için 2 bayt kesim (*CS*), 2 bayt da kesim içi görelî adres (*IP*) değerini tutmak üzere ana bellekte 4 baytlık dolaylı adresleme konumu bulunur. Ana belleğin sıfırdan 3FF adresine kadar olan 1 KB'lık kesimi, 256 değişik tür ileşkin 4'er baytlık kesilme vektörlerine ayrırlı<sup>10</sup>. Kesilme vektörlerinden kimileri (*8086* da ilk 5 tanesi, *80486* da ilk 32 tanesi gibi) engellenemez kesilme girişinin, iç kesilmelerin ya da *INT*, *INTO* gibi özel yazılım kesilmelerinin kullanımına ayrılmıştır. Geriye kalan vektörler, *INTR* girişinden gelen kesilme istemleriyle ya da *int N* komutlarıyla ilgili yordamlara sapmada kullanılır.

Adres	KESİLME VEKTÖRÜ	Tür
0000H	Sıfıra Bölme İç Kesilmesi	{ 0
0004H	Adım Adım İşletim İç Kesilmesi	{ 1
0008H	NMI Engellenemez Dış Kesilme	{ 2
000CH	INT Yazılım Kesilmesi	{ 3
0010H	INTO Taşma İç Kesilmesi	{ 4
03FCH		{ 255 FFH

Cizim 2.23. *80X86* türü İşleyicilerde Kesilme Vektörü

*80X86* türü işleyicilere *INTR* girişinden kesilme istemi geldiğinde:

<sup>10</sup> Özellikle *80486*'dan başlayarak açıklanan bu düzenek biraz farklılaşır. Örneğin, kesilme yordamlarına sapişa, 4 baytlık vektörler yerine 8 baytlık vektörler kullanılır. Bunun yanı sıra, sözkonusu vektörler, ana belleğin ilk 1KB'lık kesimi yerine, ana belleğin yönetimi incelenirken tanımlanacak görüntü bellek düzeniyle uyumlu olarak, *Interrupt Descriptor Table Register (IDTR)* adlı yazmacın gösterdiği *IDT* (*Interrupt Descriptor Table*) adlı kesimde tutulurlar. Pedagojik nedenlerle ve anlatım kolaylığı sağlamak üzere, burada verilen açıklamalar *80386*'ya kadar olan *Intel* işleyicileriyle kısıtlı tutulmuştur.

1. İstemi üreten birimden, INTA imi aracılığıyla tür bilgisi (N) okunur.
2. PSW, IP yazmacları, yiğit göstergesinin (SS: SP'nin) gösterdiği yere (yiğita) saklanır:

```
(SP) <-- (SP)-2
((SP)+1:(SP)) <-- (PSW)
(SP) <-- (SP)-2
((SP)+1:(SP)) <-- (CS)
(SP) <-- (SP)-2
((SP)+1:(SP)) <-- (IP)
```

3. IF genel kesilme maske biti sıfırlanır.
4. IP yazmacı ( $N^* 4$ ) adresindeki içerik ile günlenir:

```
(IP) <-- (N^* 4)
```

5. CS/SELECTOR yazmacı ( $N^* 4+2$ ) adresindeki içerik ile günlenir:

```
(CS) <-- (N^* 4+2)
```

6. Yeni bir komut işletim döngüsü başlatılır.

`int N` türü yazılım kesilmesi komutları işletilirken de, birinci adım dışında aynı işlem adımları gerçekleştirilir. `N` değeri komut içi işlenenden elde edilir. NMI girişinden bir istem geldiğinde ise, yine birinci adının dışında tüm adımlar, bu kez `N=2` için gerçekleştirilir.

`80X86` türü işleyicilerde kesilme yordamından `iret` adlı komutla geri dönülür. `iret` komutunun işletimi aşağıdaki adımlardan oluşur:

```
(IP) <-- ((SP)+1:(SP))
(SP) <-- (SP)+2
(CS) <-- ((SP)+1:(SP))
(SP) <-- (SP)+2
(PSW) <-- ((SP)+1:(SP))
(SP) <-- (SP)+2
```

Kesilme vektöründe yer alan ve hem `8086` hem de `80386` türü işleyicilere ortak ilk beş vektörün anlamları aşağıda verilmiştir:

- Sıfır bölme iç kesilmesi, DIV ya da IDIV komutları işletilirken elde edilen bölüm değerinin taşmaya neden olması durumunda, aritmetik-mantık birimi tarafından üretilmektedir. `8086` türü işleyicilerde bu hatalı durumu ele alacak yordamın kesim yazmaç (CS) içeriğinin 0 inci (16 bitlik) sözcükte; program sayaç içeriğinin ise 2 nci sözcükte yer olması gerekmektedir. `80386` türü işleyiciler (*real mode*) için ise sapılacak 32 bitlik yordam başlangıç adresini oluşturan, 16 şar bitlik *selector* ve *offset* adlı birleşenlerin aynı konumlarda bulunacağı varsayılmaktadır.
- Program durum yazmacı içinde bulunan TF (*Trap Flag*) adlı bitin kurulu olması durumunda, her makina komutunun sonunda adım adım işletim iç

kesilmesi oluşturulup 4 ve 6 ncı sözcüklerde yer alan adres birleşenlerinin gösterdiği yordama sapma sağlanır. Program geliştirme ve sınama amacıyla kullanılan adım adım işletim sırasında sapiyan bu yordam içinde önemli yazmaç içeriklerinin görüntülenmesi gerçekleştirilerek program akışının izlenmesine ve varsa hataların giderilmesine yardımcı olmak amaçlanır.

- *80X86* türü işleyicilerde program geliştirme ve sınama amacıyla kullanılabilen tek olanak adım adım işletim değildir. Bir baytlık *int* komutu da bu amaçla öngörülmüştür. Bu komut program içinde, sınama amacıyla işletimin kesilmesi istenen yerlere yerleştirilir. Bu yolla değişik noktalarda denetimin 8 ve 10 uncu sözcüklerde başlangıç adresi bulunan yordama devredilmesi sağlanır. Bu yordam içinde de, adım adım işletim kesilme yordamında olduğu gibi kimi yazmaç ve göstergelerin görüntülenmesi sağlanarak program akışını izleme olanağı yaratılır. Bunun *int N* türü komutlarla da gerçekleştirilmesi, doğal olarak olanaklıdır. Ancak tek bayt uzunluğunda olması bu komut için önemli bir üstünlüktür.
- Aritmetiksel işlemlerde taşma olarak tanımlanan, işlem sonucunu ifade etmede sözcük bit sayısının yetersiz kaldığı durumlarla sıkça karşılaşılır. Herhangi bir aritmetiksel işlem komutunun hemen sonrasında *INTO* (*interrupt on overflow*) olarak adlandırılan özel bir yazılım kesilme komutu eklenerek taşma durumunda özel bir yordama sapma sağlanır. Bu yordamla ilgili başlangıç adresi bilgilerinin 12 ve 14 üncü bellek sözcüklerinde bulunması gereklidir (Çizim 2.24).

```
.
add ax, cx
into      {PSW(OF) = 1 ise → ((0C)) : ((0E)) adresine sapılır}
↓
.
```

Çizim 2.24. *into* Komutunun Kullanımı

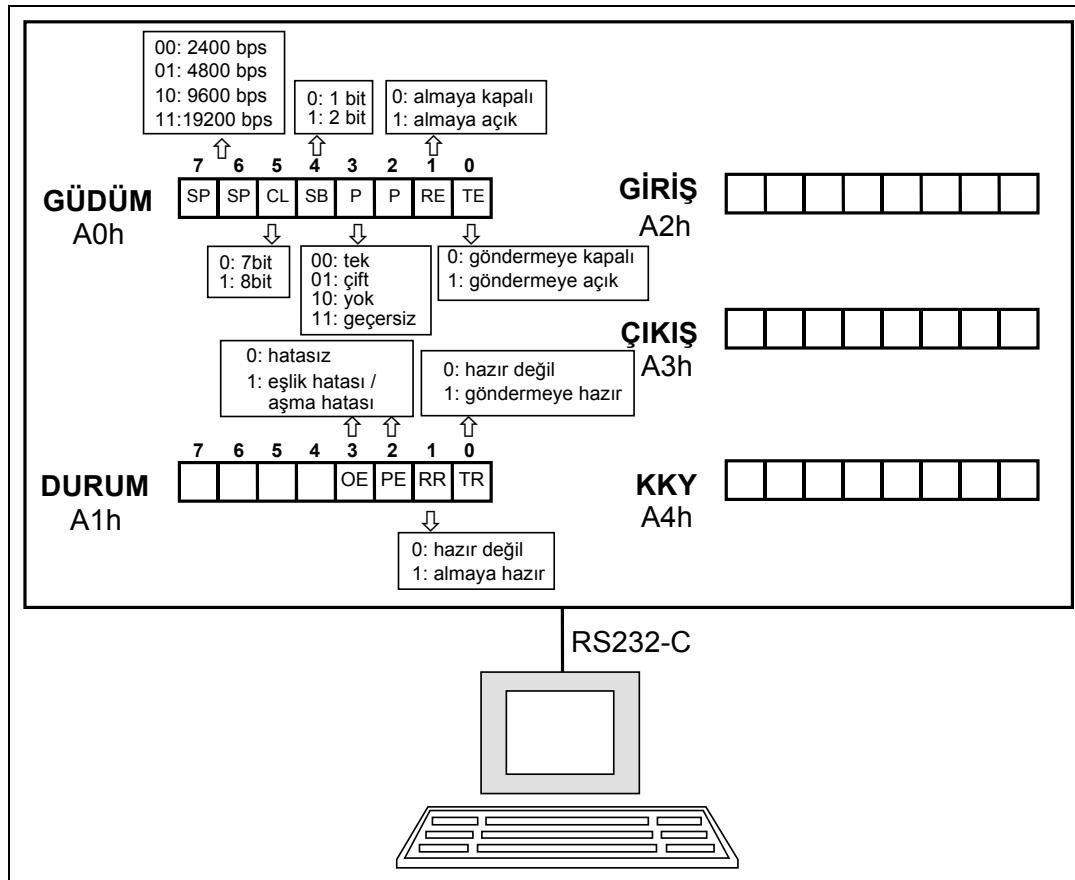
## 2.4. Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama

Daha önce, seçmeli giriş/çıkış programlama yöntemiyle ele alınan, örnek terminal sürücülerinden, *ctrl-z* damgasına rastlanana deðin girilen damgaların ana bellekte *dizgi-i* adlı ilgili yastık alanlarına aktarılması örneði, kesilmeli giriş/çıkış programlama bağlamında yeniden ele alınmıştır. Bu yolla hem kesilme düzeneðinin giriş/çıkışların programlanması hakkında kullanımı örneklenmiş hem de seçmeli giriş/çıkış programlama yöntemiyle kesilmeli giriş/çıkış programlama yöntemini karşılaştırma olanağı sağlanmıştır.

Sözkonusu örnek kapsamında, diğer birleşenlerin yanı sıra örnek terminal birimlerinden üç adedinin yer aldığı *80X86* tabanlı bir bilgisayar sisteminde, terminal klavyelerinden girilen damgaların, *ctrl-z* damgasına rastlanana deðin ilgili ekranдан görüntülenmesi

ve dizgi-i adlı ilgili bellek alanına yazılması amaçlanmaktadır. Terminal arabirimleri üzerindeki yazmaç ve yastıkların sistem giriş/çıkış adres evreni içindeki adreslerinin, (i)inci terminal düzeyinde :

Güdüm Yazmacı	için:	$A0 + 5 \times i$	( $i = \{0,2\}$ )
Durum Yazmacı	için:	$A0 + 5 \times i + 1$	
Giriş Yastığı	için:	$A0 + 5 \times i + 2$	
Çıkış Yastığı	için:	$A0 + 5 \times i + 3$	
Kesilme Kimlik Yazmacı	için	$A0 + 5 \times i + 4$	olduğu varsayılmıştır.

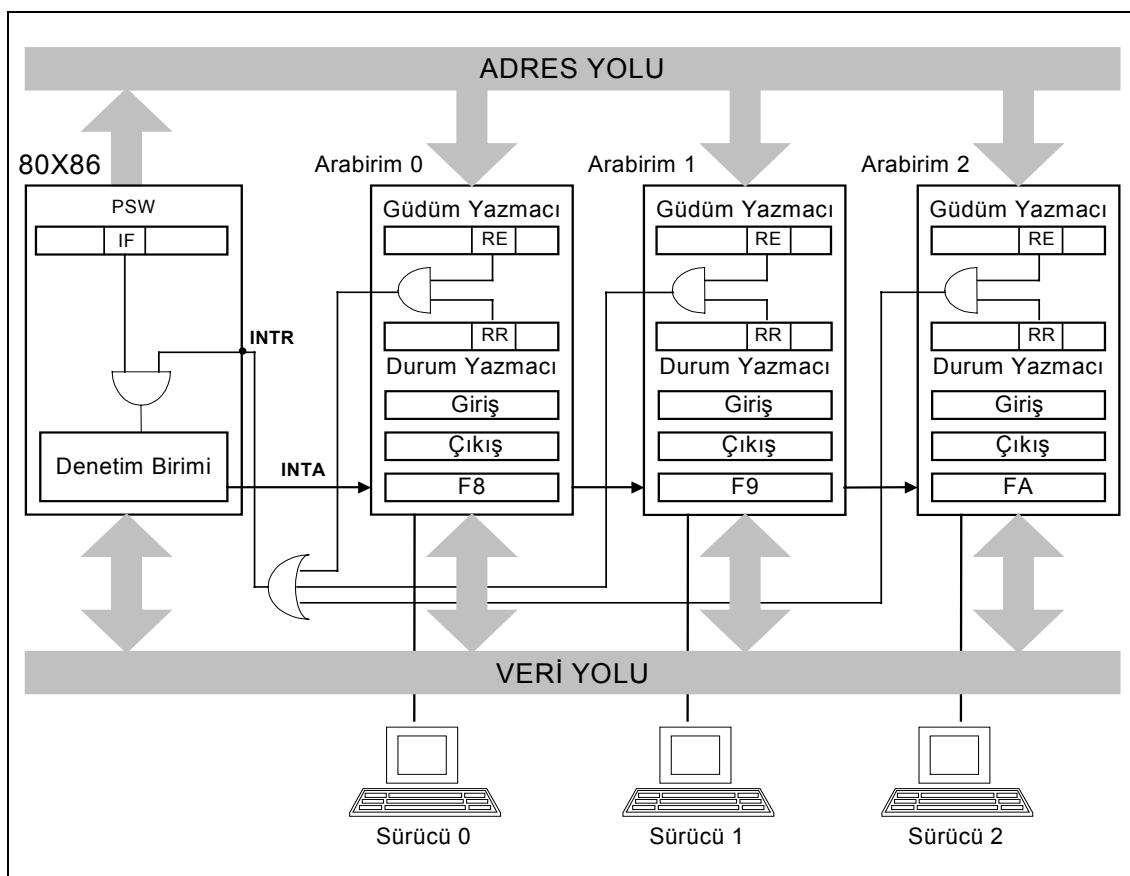


Çizim 2.25. Örnek (0 inci) Terminal Arabirimi Görünümü

Terminallerin, bir önceki örnekte olduğu gibi 9600 bps hızında, bir stop bit, çift eşlik sayısı ile çalışacağı öngörlülmüştür. Bunun yanısıra, terminal arabirimlerinin klavyelerinden herhangi bir tuşa basılması durumunda kurulan “almaya hazır” biti üzerinden kesilme istemi ürettiğleri; almaya hazır (RR) bitinin, alma işlem izin (RE) bitiyle maskelenerek üç girişli bir “ya da” geçiti üzerinden işleyiciye ulaştığı varsayılmıştır.

### 2.4.1. Zincirleme Bağlantı Yönteminin Kullanımı

Kesilme alındı (INTA) iminin arabirimlere zincirleme yöntemle bağlandığı durumda örnek terminal arabirim görünümü ile örneğe taban oluşturan sistem donanım ilke çizimi, sırayla Çizim 2.25 ve Çizim 2.26'da verilmiştir. Çizim 2.25'te verilen arabirim görünümü Çizim 2.7'de verilen çizimle hemen hemen aynıdır. Açıklanan örneğin izlenmesini kolaylaştırmak amacıyla yinelenmiştir. Ancak eski çizimde gösterilmeyen kesilme kimlik yazmacı yeni çizime eklenmiştir. Anımsanacağı üzere INTA kesilme alındı iminin arabirimlere zincirleme yöntemle bağlandığı durumlarda, kesilme kimliği (*type N*), işleyiciye arabirim tarafından sağlanmak zorundadır. Bu kimlikler: 0 inci arabirim için F8H, 1 inci arabirim için F9H, 2 nci arabirim için FAH olacaktır.



Çizim 2.26. Kesilmeli G/C Programlama Örneği-1 için Sistem İlkeleri Çizimi

Kesilmeli giriş/çıkış programlama yönteminde, ana belleğin ilk 1 KB'ında yer alan kesilme vektörü ile arabirim kesilme kimlik yazmaç içeriklerinin günlenmesi, arabirimlerin işlem izin bitlerinin kurulması gibi önbelirleme işlemlerinden sonra, ana işlem birimi, seçmeli giriş/çıkış programlama yönteminin tersine başka programların işletimine geçer. Bu programların işletimi sırasında, arabirimlerden gelen her kesilme istemi için ilgili kesilme yordamına sapılır ve giriş/çıkış işlemleri diğer programlarla koştur olarak yürütülür. Çizim 2.27'da verilen örnek programda, önbelirlemelerden sonra

işletimine geçileceği varsayılan diğer programlar `dön: jmp dön` sonsuz döngü komutu ile benetilmiştir. Doğal olarak sistem programları arasında bu tür komutların bulunması söz konusu olmayacağıdır.

Ana bellek kesilme vektörünün günlenmesi, arabirim kesilme kimlik yazmaç içeriklerinin yazılmaması gibi kesilme düzeneğinin sağlıklı çalışması açısından kritik olan önbölirleme işlemleri ana işlem biriminin kesilmelere kapalı olduğu bir evrede yapılır. Bu nedenle örnek programın hemen başında yer alan bu kesimler `cli`, `sti` komutlarıyla ayraç arasına alınmıştır.

Sistemde yer alan her terminal birimi için bir kesilme yordamı öngörülmüştür. Bunlar `t-kes-0`, `t-kes-1` ve `t-kes-2` olarak adlandırılmıştır. Kesilme yordamlarının herbiri: bağlam saklama, yerel maskelerin sıfırlanması, hizmet, yerel maskelerin ve bağlamın eski değerlerle günlenmesi kesimlerinden oluşmaktadır. Bu kesimlerden hizmet olarak adlandırılanı, birimler arası öncelikleri gözetmek üzere kesilmelere açık olarak çalıştırılmaktadır. Terminal arabirimlerinin zincirleme bağlantı içerisindeki konumları gereğince, sıfırıncı terminal en öncelikli, ikinci terminal ise son öncelikli birimi oluşturmaktadır. `t-kes-0` adlı sıfırıncı terminalle ilgili kesilme yordamı içinde, bu birimin en öncelikli birim olması dolayısıyla sistem kesilmelere açılmamış ve bu nedenle yerel maske sıfırlama ve günleme işlemlerine de yer verilmemiştir. En düşük öncelikli birim olan 2 numaralı terminal birimine ilişkin kesilme yordamında, yerel maskeleme bağlamında `0` ve `1` numaralı terminallerin kesilme isteminde bulunabilmelerine izin verilmiş, bu amaçla salt ikinci arabirimin maskelenmesiyle yetinilmiştir. `1` numaralı terminal kesilme yordamı içinde, `1` ve `2` numaralı terminal arabirimleri maskelenerek, bu yordamdan geri dönülene deðin `2` numaralı arabirimin kesilme üretmesinin engellenmesi amaçlanmıştır. `1` ve `2` numaralı arabirim kesilme yordamlarında, kesilme maskelerinin yukarıda açıklandığı biçimde kurulmasından sonra sistem kesilmelere hizmet kesimi öncesi açılmış ve bu yolla öncelikleri gözeten bir hizmet üretimi gerçekleştirilebilmiştir.

Hizmet kesimi içinde önce hata denetimi yapılmıştır. Bu denetim kapsamında arabirim durum yazmacı eşlik ve taşma hata bitleri sınanmıştır. Hata denetimini gerçekleştiren hata sınama adlı altyordam, hatalı durumu `d1` yazmacı içinde `0` döndürerek belirtmektedir. Bu yordamdan dönüste, `d1` yazmacının sıfır içerdigi durumlarda kesilme yordamından herhangi bir işlem yapılmadan dönülmekte, bu yolla herhangi bir geri bildirim alamayan kullanıcının girdiği son damgayı yeniden girmeye zorlanması amaçlanmaktadır. Hatalı durumların dışında, her terminal için özel, `t-hizmet-0`, `t-hizmet-1` ve `t-hizmet-2` adlı altyordamlar çağrılmaktadır. Hizmet altyordamları içinde hatasız okunan damganın ilgili `dizgi` alanına aktarılma ve damga yankılama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Okunan damganın `ctrl-z` damgası olması durumunda ilgili arabirim, alma izni kapatılarak işlem dışı bırakılmaktadır.

```
;Üç terminal için Kesilmeli G/C Programlama Örneği-1
```

```
veri           segment
gündüm          equ   0a0h
durum           equ   0a1h
giris            equ   0a2h
çıkış            equ   0a3h
kimlik           equ   0a4h
süren-hız        equ   0b0h
tür0              equ   0F8H
tür1              equ   0F9H
tür2              equ   0FAH
ilk-gündüm       equ   10000111B
alma-maskesi     equ   11111101B
gönd-hazır       equ   00000001B
almaya-hazır     equ   00000010B
eşlik-hatası    equ   00000100B
taşma-hatası    equ   00001000B
kapat             equ   10000100B
ctrl-z            equ   1ah

dizgi0           db    256 dup (?)
dizgil            db    256 dup (?)
dizgi2            db    256 dup (?)
dizin0            db    0
dizin1            db    0
dizin2            db    0
gösterge          db    0
veri           ends

yığıt          segment stack
db    100 dup (?)
yığıt-başı        equ   this word
yığıt          ends

kod             segment
assume cs:kod, ds:veri, ss:yığıt
program:
cli
; Kesim Yazmaçlarının günlenmesi
    mov   ax, veri
    mov   ds, ax
    mov   ax, yığıt
    mov   ss, ax
    mov   sp, offset yığıt-başı
```

Çizim 2.27. Üç Terminal için Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği-1

```

; kesilme vektörünün günlenmesi
    xor    ax, ax
    mov    es, ax
    mov    ax, cs
    mov    bx, tür0*4
    mov    word ptr es:[bx], offset t-kes-0
    mov    es:[bx+2], ax
    mov    bx, tür1*4
    mov    word ptr es:[bx], offset t-kes-1
    mov    es:[bx+2], ax
    mov    bx, tür2*4
    mov    word ptr es:[bx], offset t-kes-2
    mov    es:[bx+2], ax
; Kesilme Kimlik Yazmaçlarının günlenmesi
    mov    al, tür0
    out   kimlik, al
    inc   al
    out   kimlik+5, al
    inc   al
    out   kimlik+10, al
; Terminallerin işleme açılması, Dizinlerin günlenmesi
    mov   al, ilk-güdüm
    out  güdüm, al
    out  güdüm+5, al
    out  güdüm+10, al
    mov  dizin0,0
    mov  dizin1,0
    mov  dizin2,0
    sti
; Diğer işlemler
dön:      jmp  dön          ;Benzetim

t-kes-0:      push ax           ;Bağlam saklama
                  push bx
                  push dx
                  push si

                  xor   dx, dx          ;Hizmet
                  mov   dl, durum
                  call  hata-sınama
                  cmp   dl, 0
                  jz    son0
                  call  t-hizmet-0

son0:       pop   si           ;Bağlam günleme
                  pop   dx
                  pop   bx
                  pop   ax
iret          ;Geri dönüş

```

Çizim 2.27. Üç Terminal için Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği-1 (devam)

```

t-kes-1:      push ax          ;Bağlam saklama
                  push bx
                  push dx
                  push si
                  in  al, güdüm+5    ;Maske sıfırlama
                  push ax
                  and al, alma-maskesi
                  out güdüm+5, al
                  in  al, güdüm+10
                  push ax
                  and al, alma-maskesi
                  out güdüm+10, al
                  sti
                  xor dx, dx          ;Hizmet
                  mov dl, durum+5
                  call hata-sınama
                  cmp dl, 0
                  jz  son1
                  call t-hizmet-1
son1:           cli
                  pop ax          ;Maske günleme
                  out güdüm+10, al
                  pop ax
                  cmp göstergə, 0ffh
                  jz  devamlı
                  out güdüm+5, al
devamlı:        pop si          ;Bağlam günleme
                  pop dx
                  pop bx
                  pop ax
                  iret          ;Geri dönüş
;.....  

t-kes-2:      push ax          ;Bağlam saklama
                  push bx
                  push dx
                  push si
                  in  al, güdüm+10    ;Maske sıfırlama
                  push ax
                  and al, alma-maskesi
                  out güdüm+10, al
                  sti
                  xor dx, dx          ;Hizmet
                  mov dl, durum+10
                  call hata-sınama
                  cmp dl, 0
                  jz  son2
                  call t-hizmet-2

```

Çizim 2.27. Üç Terminal için Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği-1 (devam)

Çizim 2.27. Üç Terminal için Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği-1 (devam)

## 78 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
; dizgi sonu sınama
        cmp    al, ctrl-z
        jz     son1
        inc    dizin1
        ret
son1:      mov    gösterge, 0ffh
        mov    al, kapat
        out   güdüm+5, al
        ret
t-hizmet-1  endp
;.....
t-hizmet-2  proc near
; girilen damganın ilgili dizgiye konması
        mov    gösterge, 0
        lea    bx, dizgi2
        mov    si, dizin2
        in    al, giriş+10
        mov    [bx][si], al
        push  ax
; damga yankılama
dön2:       in    al, durum+10
        test   al, gönd-hazır
        jz     dön2
        pop   ax
        out   çıkış+10, al
; dizgi sonu sınama
        cmp    al, ctrl-z
        jz     son2
        inc    dizin2
        ret
son2:      mov    gösterge, 0ffh
        mov    al, kapat
        out   güdüm+10, al
        ret
t-hizmet-2  endp
;.....
hata-sınama proc near
        in    al, dx
        test   al, almaya-hazır
        jz     dön-hata
        test   al, eşlik-hatası
        jnz   dön-hata
        test   al, taşıma-hatası
        jnz   dön-hata
        mov    dl, 0ffh
        ret
```

Çizim 2.27. Üç Terminal için Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği-1 (devam)

```

dön-hata:      inc  dx     ; RRDY'nin sıfırlanması için
                in   al,dx  ; boş okuma
                mov  dl, 0
                ret
hata-sınama  endp

kod          ends
end  program

```

Çizim 2.27. Üç Terminal için Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği-1 (devam)

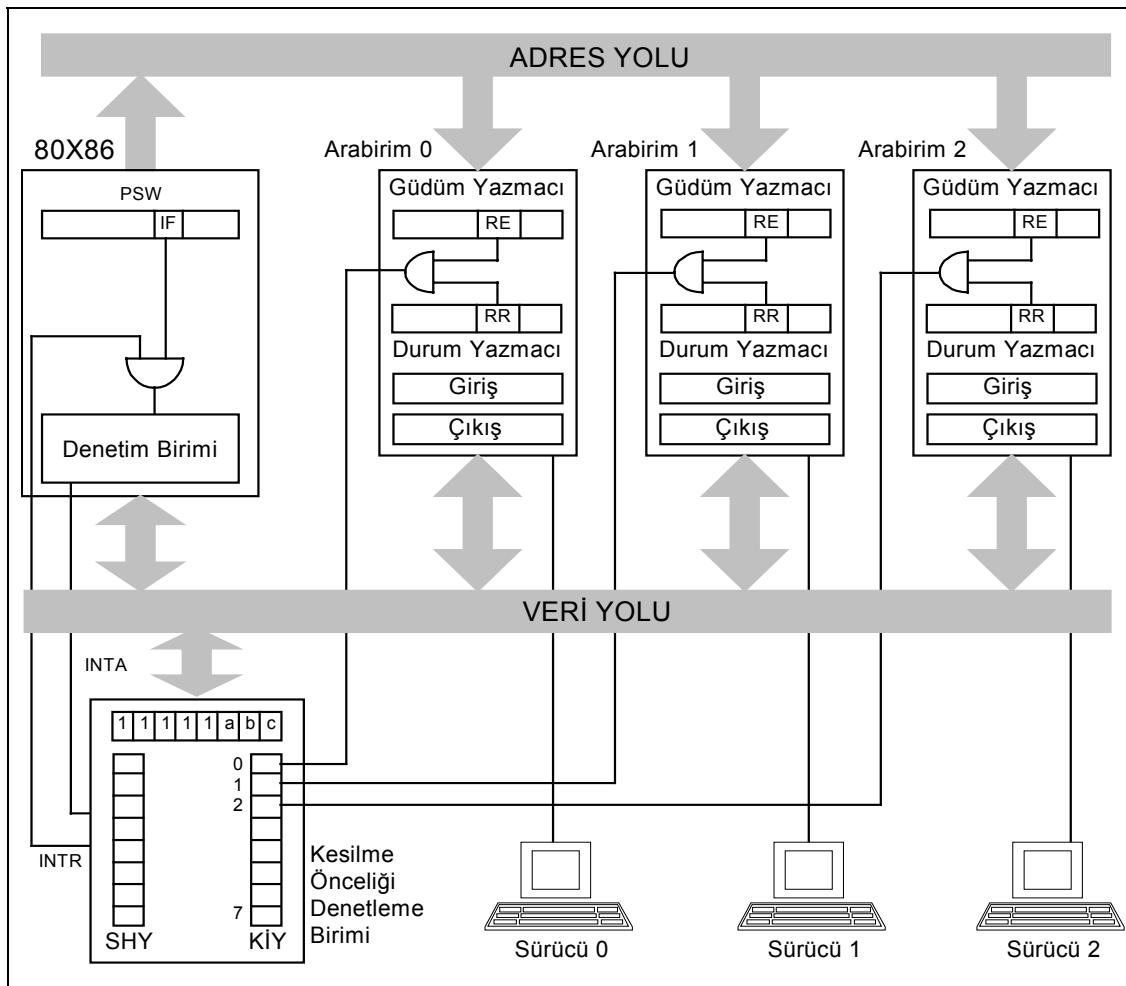
Kesilmeli Giriş/Çıkış Programlama Örneği-1'deki t-hizmet-0, t-hizmet-1 ve t-hizmet-2 adlı altyordamların herbirinde, aynı işlemler değişik arabirimler için aynı biçimde gerçekleştirilmektedir. Bu yordamlar içinde değişen sadece giriş/çıkış kapı adresleridir. Bu durumda doğal olarak, üç ayrı yordam yerine tüm terminal birimleri için ortak bir hizmet yordamı öngörmek ve değişen kapı adreslerini bu yordama parametre olarak aktarmak akla gelebilir. Ancak verilen örneklerde, açıklanan yöntem ve düzeneklerin kolayca algılanabilmesi için programların okunurluğu ön plana alınmış ve hizmet yordamlarının ayrı ayrı yazılması tercih edilmiştir.

#### 2.4.2. Kesilme Önceliği Denetleme Biriminin Kullanımı

Kesilme yordamları içinde, hizmet kesimlerinin kesilmelere açık olarak işletilmesi arabirimler arası önceliklerin gözetilmesini olanaklı kılar. Ancak bu olanak sözkonusu kesimin başında ve sonunda yerel maskelerin sıfırlanma ve kurulma işlemlerinin ele alınma zorunluluğunu doğurur. Arabirimler arası önceliklerin yazılım yoluyla ele alınması, özellikle arabirim sayısının çok olduğu sistemlerde kesilme yordamlarının işletim sürelerinin artmasına ve sistem başarımının düşmesine neden olur. Bu sakıncanın yanı sıra maskeleme işlevlerinin çok sayıda kesilme yordamının içine serpiştirilmiş olması sistem yazılımlarının karmaşıklaşması ve okunurluklarının olumsuz yönde etkilenmesi sonucunu da doğurur.

Bilindiği gibi kesilme önceliği denetleme birimi adlı özel donanım, arabirimler arası önceliklerin donanım yoluyla ele alınmasına olanak sağlayarak kesilme yordamlarını bu işlevi gerçekleştirme yükünden kurtarır. Çizim 2.28'de, terminal arabirimlerinin kesilme istemlerini doğrudan işleyiciye göndermek yerine, örnek bir kesilme önceliği denetleme birimine gönderdikleri sistemin ilke çizimi yer almıştır. Söz konusu öncelik denetleme biriminin, Çizim 2.20'de verilen öncelik denetleme biriminde olduğu üzere, 8 kesilme istem girişi ile birer baytlık bir kesilme istem yazmacı, bir süren hizmet yazmacı ve bir kesilme kimliği yazmacı bulunduğu düşünülmüştür. Bu birimin programlanır (okunur-yazılır) tek yazmacının süren hizmet yazmacı olduğu ve bu yazmacın giriş/çıkış evreni içinde, (süren-hiz sözcüğüyle simgelenen) adresinin B0H olduğu varsayılmıştır. Kesilme önceliği denetleme birimi, adına kesilme istediği arabirimin kesilme kimliğini bir baytlık kesilme kimliği yazmacının en küçük ağırlıklı son üç biti üzerinden kodlamaktadır. Kodlamada yararlanılmayan 5 bit, 1 değerini taşımaktadır. Bu

bağlamda, INTA imi alındığında sıfırıncı istem girişine bağlı arabirim için F8H, birinci istem girişine bağlı arabirim için F9H, ikinci istem girişine bağlı arabirim ise FAH değerleri, kesilme kimliği olarak işleyiciye yollanmaktadır.



Çizim 2.28. Kesilmeli G/Ç Programlama Örneği-2 için Sistem İlkे Çizimi

Bilindiği üzere, kesilme önceliği denetleme biriminin kullanılması sayesinde kesilme yordamları maske sıfırlama ve maske günleme amacını taşıyan kesimlerden arınmaktadır. Ancak bu yordamlardan geri dönüşten hemen önce, kesilme yordamına sapılırken kurulan, ilgili süren hizmet yazmaç bitinin sıfırlanması gerekmektedir. Kesilme önceliği denetleme biriminin kullanıldığı durumda, ctrl-z damgasına rastlanana deðin üç deðiþik terminal biriminden girilen damgaları ilgili dizgi alanına aktaran sistem programı, Çizim 2.27'de verilenle, t-kes-0, t-kes-1, t-kes-2 adlı kesilme yordamlarının dışında ayndır. Bu yordamlardan, yukarıda belirtildiği gibi yerel maskeleri günleyen kesimler çıkarılmış ancak iret komutlarından hemen önce, süren hizmet yazmacı bitlerini sıfırlayan komutlar eklenmiştir. Bu nedenle Çizim 2.29'da, t-kes-0, t-kes-1, t-kes-2 adlı kesilme yordamlarının yeni görünümlerinin verilmesiyle yetinilmiştir.

```

t-kes-0:    push ax          ;Bağlam saklama
                push bx
                push dx
                push si
                xor dx, dx      ;Hizmet
                mov dl, durum
                call hata-sinama
                cmp dl, 0
                jz son0
                call t-hizmet-0
son0:        in al, süren-hiz ;süren hizmet
                and al, 1111110B ;yazmacı 0inci bit
                out süren-hiz, al ;sıfırlama
                pop si           ;Bağlam günleme
                pop dx
                pop bx
                pop ax
                iret
;.....
t-kes-1:    push ax          ;Bağlam saklama
                push bx
                push dx
                push si
                sti
                xor dx, dx      ;Hizmet
                mov dl, durum+5
                call hata-sinama
                cmp dl, 0
                jz son1
                call t-hizmet-1
son1:        cli
                in al, süren-hiz ;süren hizmet
                and al, 11111101B ;yazmacı linci bit
                out süren-hiz, al ;sıfırlama
                pop si           ;Bağlam günleme
                pop dx
                pop bx
                pop ax
                iret
;.....
t-kes-2:    push ax          ;Bağlam saklama
                push bx
                push dx
                push si
                sti

```

Çizim 2.29. Kesilmeli G/Ç Prog. Örneği-2 Kesilme Yordamlarının Görünümü

```

        xor  dx, dx          ;Hizmet
        mov  dl, durum+10
        call hata-sinama
        cmp  dl, 0
        jz   son2
        call t-hizmet-2
son2:
        cli
        in   al, suren-hiz    ;suren hizmet
        and  al, 1111011B    ;yazmacı 2nci bit
        out  suren-hiz, al    ;sifirlama
        pop  si
        pop  dx
        pop  bx
        pop  ax
iret

```

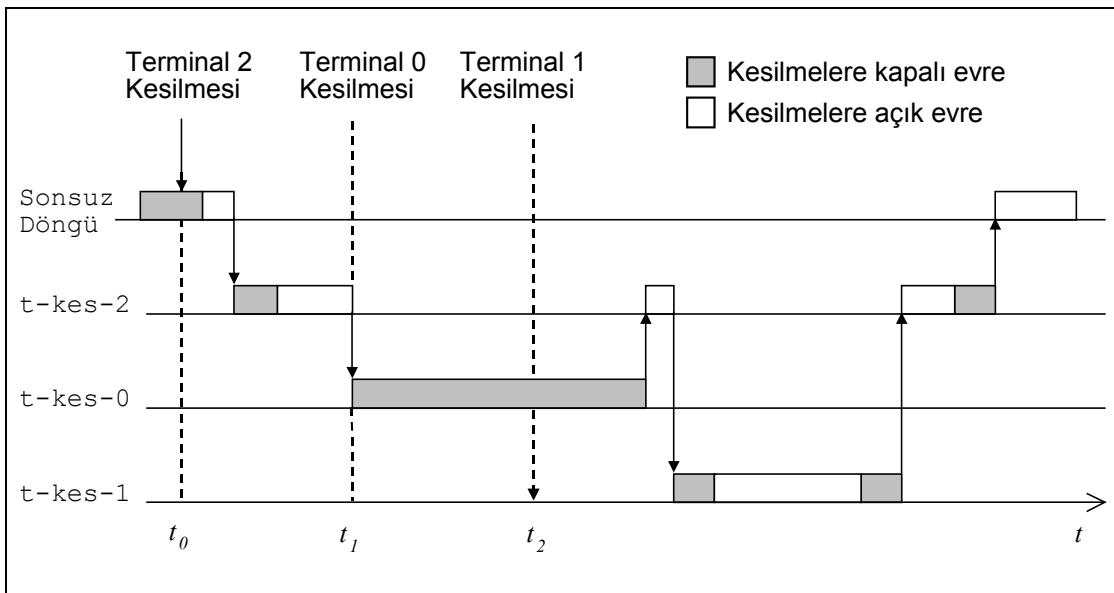
Çizim 2.29. Kesilmeli G/Ç Prog. Örneği-2 Kesilme Yordamlarının Görünümü (devam)

Kesilme önceliklerinin gerek kesilme yordamlarının içinden yazılım yoluyla, gerekse kesilme önceliği denetleme birimi tarafından donanım yoluyla denetlendiği durumlarda kesilme yordamlarının nasıl ve hangi sırada işletime girdiği Çizim 2.30'da örneklenmiştir. Bunun için, alma işlem izinlerinin açıldığı andan başlayarak arabirimlerin kesilme istemlerinin geliş sırası Çizim 2.30'da verilen zaman ekseni üzerinde gösterilmiştir. Buna göre kesilme istemlerinden ilki 2 numaralı terminalden  $t_0$  anında gelmektedir. Bunu  $t_1$  anında 0 numaralı terminalden ve  $t_2$  anında da 1 numaralı terminalden gelen istemler izlemektedir. Zaman ekseni üzerinde 1 ve 2 numaralı kesilme yordamlarının işletimleri üç dilim üzerinden gösterilmiştir. Bu dilimlerden ilki sti komutuna kadar olan kesilmelere kapalı kesimi, ikincisi, kesilmelere açık işletilen hizmet kesimini, üçüncüüsü ise cli komutundan başlayarak iret komutuna kadar olan ve yine kesilmelere kapalı olarak işletilen son kesimi temsil etmektedir.

Bu çizime göre 2 numaralı arabirimden gelen kesilme istemi ile, t-kes-2 adlı kesilme yordamına sapılmaktadır. Bununla ilgili hizmet kesimi işletilirken 0 numaralı arabirimin istemi ortaya çıkmaktadır. Daha öncelikli bir arabirim olması dolayısıyla t-kes-2 kesilerek t-kes-0 adlı kesilme yordamına sapılmaktadır. Bu yordam kesilmelere kapalı işletildiğinden, bu arada 1 numaralı arabirimden gelen kesilme istemi, ancak t-kes-2 adlı yordama geri dönüldükten sonra göz önüne alınabilmektedir. Zira sistemin kesilmelere açılması, t-kes-0 yordamı iret komutunun, PSW yazmacını, IF'nin kurulu olduğu eski değerle günlemesi sonucu gerçekleşmektedir.

Bir numaralı terminalden gelen kesilme istemi, t-kes-2 içinde dönen komutun işletimi sırasında algılanabilmektedir. t-kes-2'nin bir komutu işletildikten sonra yeniden kesilerek t-kes-1'e sapılmaktadır. t-kes-1 işletildikten sonra t-kes-2'ye

geri dönülmekte, bu yordam tamamlanınca da, bu işlemlerle koşut çalıştırılan programların benzetimini yapmaya yarayan bitmeyen döngü komutunun işletimine geçilmektedir.



Çizim 2.30. Kesilme Yordamlarının Önceliklerine göre İç içe İşletilmesi Örneği

#### 2.4.3. Disket Birimi Kesilmeli G/C Programlama Örneği

Kesilmeli giriş/çıkış programlama konusunda verilecek üçüncü örnekte, arabirim görünümü Çizim 2.31'de verilen disket sürücü üzerinde saklanan bir öbek verinin ana belleğe aktarılması söz konusu edilecektir. Sözkonusu öbeğin 512 bayt uzunluğunda bir sektörden oluşan varsayılacaktır. Örnek disket arabiriminin, bir önceki örnekte açıklanan kesilme önceliği denetleme biriminin 1 numaralı girişine bağlı olduğu; RDY, SC, ZR bitleriyle simgelenen durumlarda kesilme ürettiği; arabirim düzeyinde yer alan yazmaçlardan:

Güdüm	yazmacının	10H
Durum	yazmacının	11H
Sektör Kimliği	yazmacının	12H
İz Kimliği	yazmacının	13H
Giriş/Çıkış	yazmacının	15H

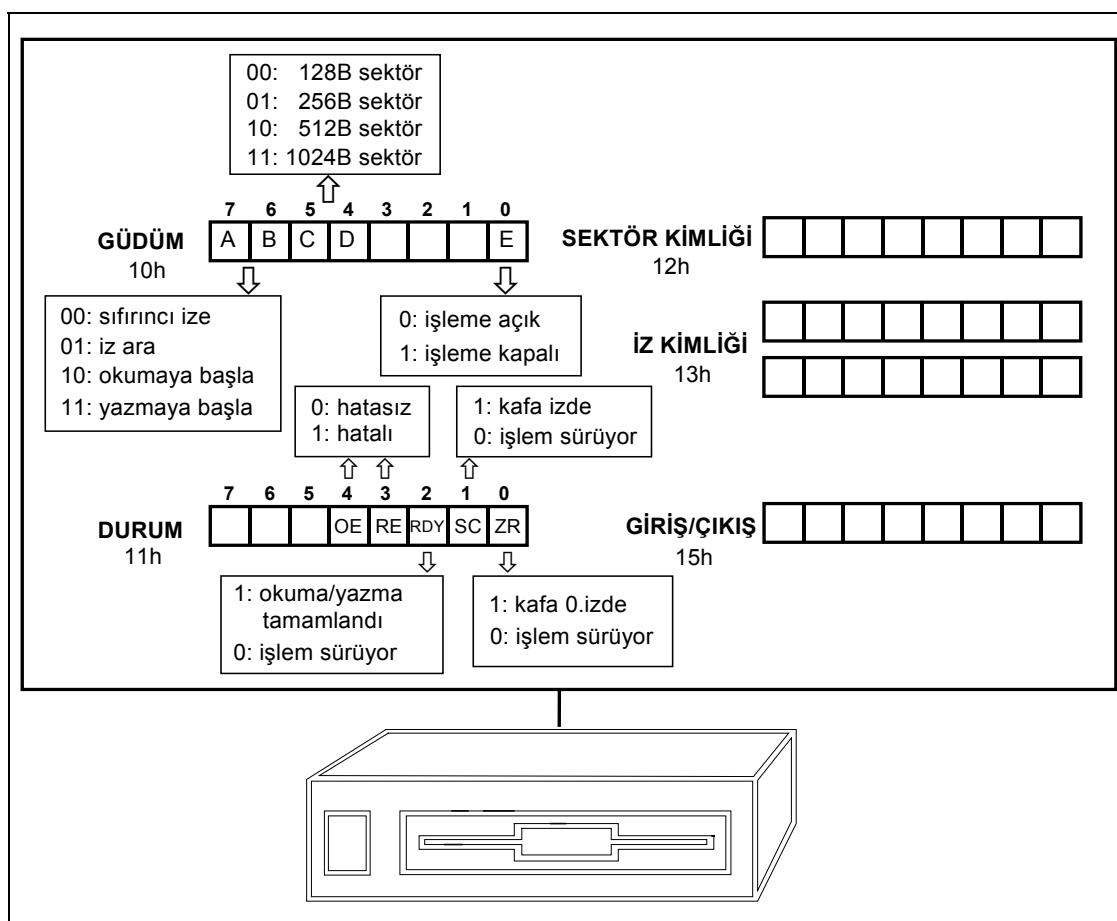
adreslerine atandığı varsayılacaktır. Okunacak disk öbeğinin  $\{\text{İZ}, \text{SEKTÖR}\}$  ikilisi ile tanımlı olduğu, ana bellekte disk-yastığı adlı yastık alanına aktarılacağı düşünülecektir.

$\{\text{İZ}, \text{SEKTÖR}\}$  ikilisi ile tanımlı öbeğin ana bellekte disk-yastığı adlı yastık alanına aktarılabilmesi için:

- önce disket okuma-yazma kafası İZ'le simgelenen iz üzerine taşınacak,
- sonra da SEKTÖR'le simgelenen sektör baytlarının okuma komutu işletilecektir.

## 84 İŞLETİM SİSTEMLERİ

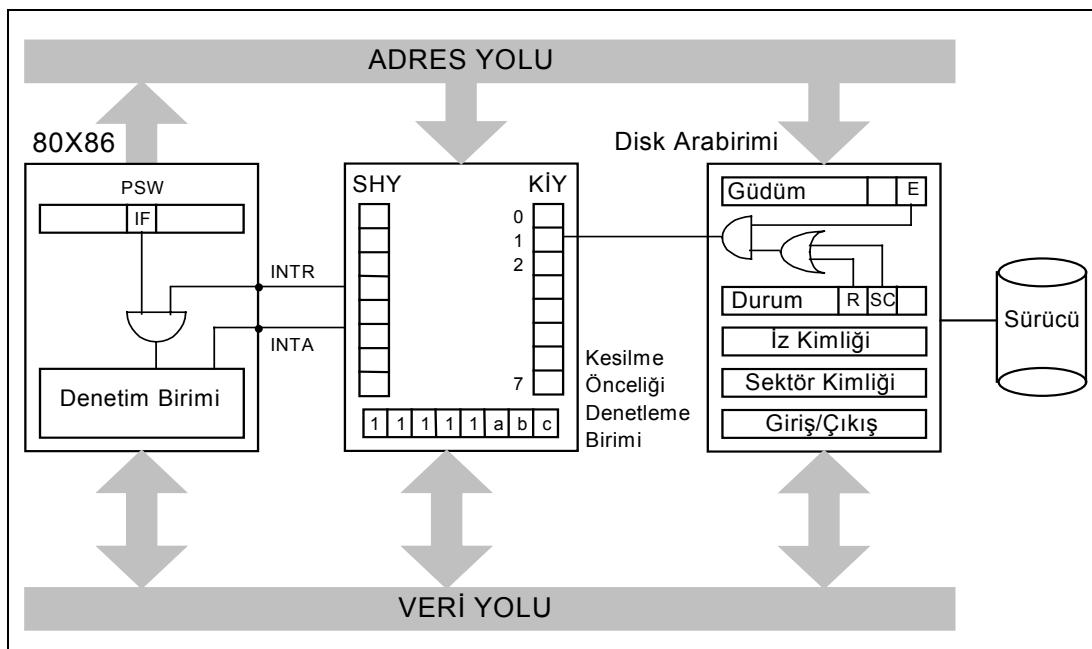
Bunun için disket arabirimini iz kimliği yazmacına ız değeri, sektör kimliği yazmacına da SEKTÖR değeri yazılacaktır. Bu işlemin sonrasında güdüm yazmacına, okuma-yazma kafasının ilgili ize götürülmesini sağlayan 0110XXX1 güdüm değeri yazılacaktır. Okuma-yazma kafası ilgili ize ulaşlığında arabirim, SC durum bitine bağlı olarak kesilme önceliği denetleme biriminin 1 numaralı girişine kesilme istemi gönderecektir. Bu istemle ilgili kesilme yordamı içinde disket arabirimini güdüm yazmacına, bu kez 1010XXX1 değeri yazılarak SEKTÖR baytlarının okunması başlatılacaktır. SEKTÖR baytları giriş / çıkış yastığında okunmaya hazır olukça, bu kez RDY biti üzerinden, kesilme önceliği denetleme biriminin 1 numaralı girişine kesilme istemleri gönderilecek ve giriş / çıkış yastık içeriklerinin, ardarda disk-yastığı adlı alana aktarılması sağlanacaktır. Bu işlemlerle ilgili örnek sistem programı Çizim 2.33'te, ilgili sistem ilke çizimi de Çizim 2.32'de verilmiştir. Çizim 2.8'de verilen disket arabirimini görünümü Çizim 2.31'de, izleme kolaylığı açısından yinelenmiştir.



Çizim 2.31. Örnek Disket Arabirimini Görünümü

Çizim 2.33'te verilen program önbelirleme ve disk-kes adlı kesilme yordamından oluşmaktadır. Önbelirlemeler kesiminde, kesim yazmacları ve kesilme vektörü günleme işlemleri tamamlandıktan sonra disket arabirimini iz ve sektör kimliği yazma içerikleri {İZ, SEKTÖR} ikilisi ile günlenip okuma-yazma kafasının ız'e taşınma güdümü

çalıştırılmaktadır. Bunun sonrasında sistem kesilmelere açılarak 512 baylıklı disk sektörünün (öbeğinin), kesilmeler yoluyla, bayt bayt, ana belleğe aktarılması sağlanmaktadır.



Çizim 2.32. Disket Birimi Kesilmeli G/C Programlama Örneği Sistem İlkeli Çizimi

disk-kes adlı kesilme yordamına iki durumda sapılmaktadır. Bu durumlardan ilki, SC bitiyle simgelenen, disket okuma-yazma kafasının iz kimliği yazmacı içinde verilen ize ulaşması durumudur. İkinci durum ise RDY bitinin kurulması durumudur. SC biti okuma-yazma kafasının ilgili ize taşınması için çalıştırılan ızegit disk gündemü sonrasında bir kez kurulurken RDY biti, öbeği oluşturan baytların herbiri için, 512 kez kurulacaktır. Bu nedenle bir öbeğin sürücüden ana belleğe aktarımı için disk-kes yordamı toplam 513 kez çağrılacaktır. SC biti okuma-yazma kafasının ilgili ize taşınması için çalıştırılan disk gündemünün gerçekleşmesi sonucu kurulacak, bunun üreteceği kesilme istemi ile sapılan kesilme yordamında, bu durum sınanarak okuma gündem kodunun arabirimde yazılması gerçekleşecektir. Arabirimin çalışma ilkesi gereği SC biti, arabirimde yeni bir gündem değeri yazılna deðin kurulu kalacağından okumayabashaða gündemünün arabirimde yazılması ile sıfırlanacaktır. Buna dayalı olarak, disk-kes yordamına ikinci sapistan başlayarak hep yineoku etiketi ile başlayan kesim işletilecektir.

## 86 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```

; Disket Birimi için Kesilmeli G/Ç Programlama Örneği
veri      segment
diskgündüm    equ 10h
diskdurum     equ 11h
sektörkimliği equ 12h
izkimliği     equ 13h
diskg/ç       equ 15h
iz            equ ...
sektör        equ ...
disktür        equ 0f9h
sc            equ 00000010B
rdy           equ 00000100B
izegit         equ 01100001B
okumayabaşla  equ 10100001B
kapalı         equ 11111110B
süren-hiz     equ 0b0h
diskyastığı   db 512 dup (?)
dizin          dw 0
veri      ends
yığıt      segment stack
db 100 dup (?)
yığıt-başı  equ this word
yığıt      ends
kod       segment
assume cs:kod, ds:veri, ss:yığıt
program:  cli
; Kesim Yazmaclarının günlenmesi
        mov ax, veri
        mov ds, ax
        mov ax, yığıt
        mov ss, ax
        mov sp, offset yığıt-başı
; Kesilme vektörünün günlenmesi
        xor ax, ax
        mov es, ax
        mov ax, cs
        mov bx, disktür*4
        mov word ptr es:[bx], offset disk-kes
        mov es:[bx+2], ax
; Okuma-yazma kafasının İZ'e taşınması
        mov ax, iz
        out izkimliği, ax
        mov al, sektör
        out sektörkimliği, al
        mov al, izegit
        out diskgündüm, al
        mov dizin, 0
        sti
dön:      jmp   dön           ; Benzetim

```

Çizim 2.33. Disket Birimi Kesilmeli G/Ç Programlama Örneği

```

disk-kes:
    push ax
    push si
    sti
    in al, diskdurum
    test al, sc
    jnz okumabaşlat
    test al, rdy
    jnz yineoku
    jmp son

okumabaşlat: ; SC kesilmesi
    mov al, okumayabaşa
    out diskgündüm, al
    jmp son

yineoku: ; RDY kesilmesi
    in al, diskg/ç
    mov si, dizin
    mov diskystığı[si], al
    inc si
    cmp si, 512
    jz kapat
    mov dizin, si
    jmp son

kapat: ; işlem tamam
    in al, diskgündüm
    and al, kapalı
    out diskgündüm, al

son:
    cli
    in al, süren-hiz ; süren hizmet
    and al, 11111101B ; yazmacı 1. bit
    out süren-hiz, al ; sıfırlama
    pop si
    pop ax

iret

kod
ends
end program

```

Cizim 2.33. Disket Birimi Kesilmeli G/Ç Programlama Örneği (devam)

Kesilmeli programlama yönteminde, arabirimlerin rasgele anlarda ortaya çıkan hizmet istemleri, kesilme yordamları aracılığıyla ele alınır. Arabirimler çoğu kez arabirim giriş/çıkış yastıkları ile ana bellek arası aktarım gereksinimi nedeniyle kesilme istemi üretirler. Arabirim ile ana bellek arasında veri aktarımı, kesilme yordamları içindeki bellek erişim ve giriş/çıkış komutlarının işletimiyle, başka bir deyişle ana işlem birimi aracılığıyla gerçekleşir. Özellikle, disk ve mıknatıslı şerit birimleri gibi, sürücüden arabirimle verilerin öbek tabanlı olarak aktığı giriş/çıkış birimleri için arabirim ana

bellek arası veri aktarımlarının, bizzat ana işlem birimi kullanılarak yapılması, bu sonuncunun kullanım verimliliğini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle, sistem donanımları içinde, sözkonusu bu aktarımları, gerektiğinde ana işlem birimi yerine yapacak, Doğrudan Bellek Erişim Denetleme Birimi olarak adlandırılan yardımcı işleyiciler öngörlür. Bu durumda, Doğrudan Bellek Erişim Düzeneği ve Doğrudan Bellek Erişimli Giriş/Çıkış Programlamadan söz edilir. İzleyen kesimde bu düzenek ve ilgili giriş/çıkış programlama yöntemi açıklanacaktır.

## **2.5. Doğrudan Bellek Erişim Düzeneği**

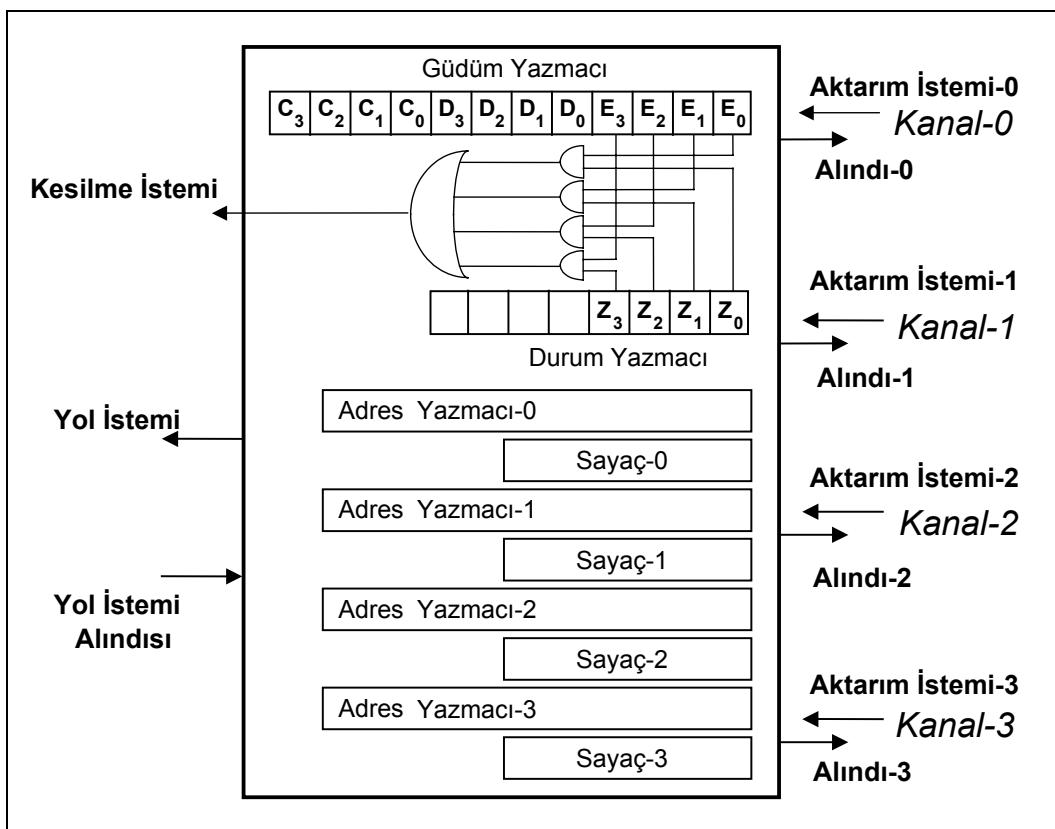
Giriş/çıkış arabirimleri ile ana bellek arasındaki veri aktarımını, ana işlem biriminin dışında tutarak gerçekleştirmede doğrudan bellek erişim düzeneğinden yararlanılır. Bu düzenek çerçevesinde arabirimlerden ana belleğe, ana bellekten arabirimlere veriler, doğrudan bellek erişim denetleme birimi olarak adlandırılan bir birimin yardımıyla aktarılır. Doğrudan bellek erişim denetleme birimi, birlikte çalıştığı ana işlem biriminin bellek erişimiyle ilgili işlevlerini yüklenen yardımcı bir işleyicidir. Doğrudan bellek erişim denetleme biriminin yer aldığı sistemlerde ana belleğe, ana işlem biriminin yanı sıra bu birimin erişimi de söz konusu olur. Birden çok işleyicinin aynı ana bellek birimine koşut erişimi kaynak paylaşımı sorununu ortaya çıkarır. Bu sorun, çoğu kez ana işlem biriminin efendi konumunda bulunduğu, efendi-köle ilişkisi içinde çözülür. Doğrudan bellek erişim denetleme birimi ana işlem biriminin onayı olmadan ana belleğe erişemez. Ana işlem birimi donanımı içinde yer alan bu onay düzeneği, doğrudan bellek erişim düzeneğinin bir parçasıdır. Bu düzenek, ana belleğe erişmede yararlanılan ve kullanılagelen donanım modeline göre biricik olduğu varsayılan adres ve veri yollarının kullanımını düzenler. İki ayrı işleyicinin, ana belleğe, aynı anda, aynı yolları kullanarak erişmesinin mümkün olmadığı açıklır.

### **2.5.1. Doğrudan Bellek Erişim Denetleme Birimi**

Doğrudan bellek erişim düzeneğinin kullanıldığı sistemlerde arabirimler, bağlı oldukları sürücülerden ana belleğe ya da ana bellekten bu sürücülere veri aktarımı söz konusu olduğunda bu aktarımla ilgili istemlerini, ana işlem birimi yerine doğrudan bellek erişim denetleme birimine yaparlar. Aktarım istemini alan denetleme birimi, bu istemi yerine getirebilmek için, ana işlem biriminden adres ve veri yollarının kullanım hakkını ister. Bu istem ana işlem biriminin, yol kullanım istemi girişi üzerinden yapılır. Ana işlem birimi, doğrudan bellek erişim denetleme biriminin yol kullanım isteminin bağlandığı bu girişini, kesilme istemi girişlerinde olduğu gibi, komut işletiminin belirli bir periyodunda sınar. Giriş üzerinde istemi simgeleyen bir gerilim düzeyi saptarsa adres ve veri yolları ile okuma, yazma gibi bellek denetim hatlarıyla ilişkisini keser. Bu durumu, erişim istemini yapan denetleme birimine, yol kullanım istemi alındısı çıkışını kurarak belirtir. Bu alındı ile doğrudan bellek erişim denetleme birimi, arabirim - ana bellek arasında, doğrudan gerçekleşecek aktarımın denetimini ele geçirir. Bu aşamadan sonra denetleme birimi, kullanım hakkını elde ettiği adres yolu üstüne, aktarımı konu olan bellek sözcük adresini koyarak bir bellek erişim döngüsü başlatır. Bunun yanı sıra, adresleme süreci başlatılan ana bellek sözcüğün içeriği, aktarım isteminde bulunan

arabirim giriş/çıkış yastığından sağlanacağından bu arabirimde aktarım istemi alındısını yollar. Bu alındı imi ile, aktarımı konu olan verinin arabirim tarafından, ya giriş/çıkış yastığından veri yoluna (yazma) ya da veri yolundan bu yastığa (okuma) aktarılması sağlanır.

Doğrudan bellek erişim denetleme birimi, ana bellekte erişilen sözcük adreslerini, adres yazmacı olarak nitelenen, programlanır bir yazmacı içinde tutar. Aktarım işlemlerinin başında bu yazmacı ana bellek aktarım alanı başlangıç adresini içerir. Aktarılan bayt (sözcük) sayısı bir sayaçla denetlenir. Gerçekleştirilen her doğrudan bellek erişim döngüsü için adres yazmacı otomatik olarak artırılırken sayaç içeriği bir eksiltilir. Aktarım işlemlerinin başında ana bellek aktarım alan boyu ile günlenen sayaç içeriği sıfırlandığında bu durum, denetleme birimince, ana işlem birimini, kesilme girişleri üzerinden uyarmada kullanılır. Bu uyarı ile adres yazmacı ile sayacın yeni bir aktarım için, yeni değerlerle günlenmesi sağlanır.



Çizim 2.34. Örnek bir Doğrudan Bellek Erişim Denetleme Birimi Görünümü

Yukarıda açıklanan çalışma ilkesi gereğince doğrudan bellek erişim denetleme birimi, öncelikle bir adres yazmacı ile bir sayaç içermek durumundadır. Çoğu kez doğrudan bellek erişim denetleme birimleri aynı anda birden çok arabirimde doğrudan bellek erişim hizmeti sunacak biçimde üretilirler. Bu tür denetleme birimlerinin birden çok aktarım istem girişi ve istem alındısı çifti bulunur. İstem-alındı çiftleri genellikle

doğrudan bellek erişim kanalı olarak adlandırılır. Bu durumda sözkonusu denetleme biriminin herbir kanal için bir adres yazmacı ve sayaç çifti bulunmak zorundadır. Adres yazmaçları ana bellekteki fiziksel adresleri tutarlar. 16 bit uzunluğundaki bir adres yazmacı 64 KB'lık bir bellek kesimini adreslemede yeterli olur. 512 baytlık bir tutanağın, doğrudan bellek erişim yöntemiyle aktarımının yapılabilmesi için, 9 bitlik bir sayaç yeterlidir.

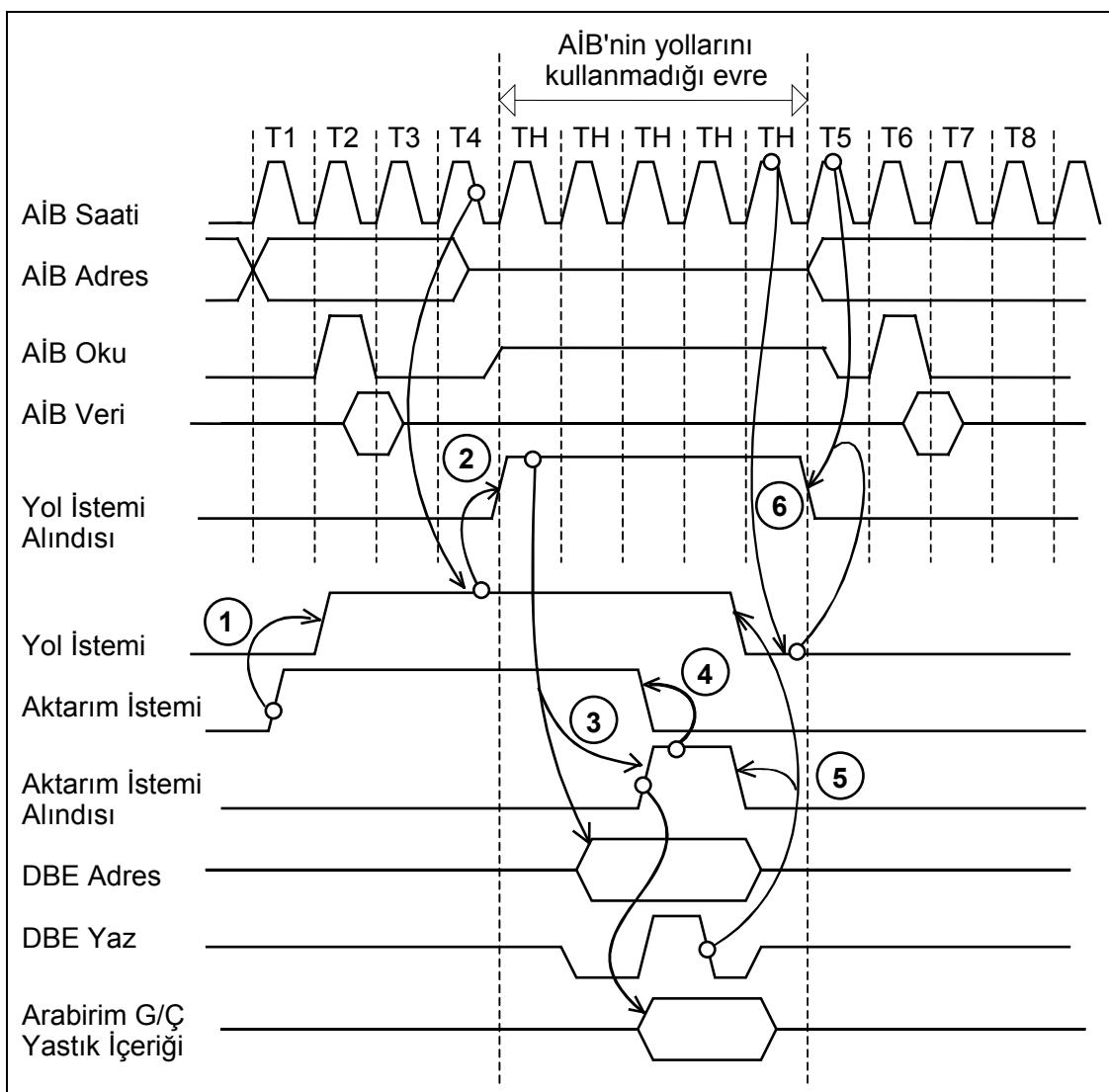
Arabirimler yönünden bakıldığından, doğrudan bellek erişim amacıyla başvurulan yardımcı bir işleyici olarak görünen doğrudan bellek erişim denetleme birimi, efendi-kole ilişkisi gereği, ana işlem birimi için, arabirim benzeri, bir dizi giriş/çıkış kapısından oluşan bir birimdir. Bu giriş/çıkış kapılarının bir kesimi, yukarıda belirtilen adres yazmaçları ve sayaçlardan oluşur. Bunların yanı sıra, denetleme biriminin, ana işlem birimi tarafından denetlenen güdüm ve durum yazmaçları da bulunur. Doğrudan bellek erişim denetleme birimi, arabirimler için işleyici, ana işlem birimi için ise bir arabirim görünümündedir (Çizim 2.34).

Doğrudan bellek erişim denetleme birimi güdüm yazmaçları, birimin her kanalı için işlem izin, yön (okuma/yazma), sürekli/kesikli aktarım bitleri gibi güdüm bitleri içerirler. İşlem izin biti ilgili kanal üzerinden gelen istemlerin gözönüne alınıp alınmamasına olanak verir. Yön biti aktarımın arabirimden ana belleğe mi, yoksa ana bellekten arabirime doğru mu yapılacağını belirlemeye kullanılır. Sürekli / kesikli aktarım biti ise aktarımın, bayt (sözcük) ya da öbek tabanlı bir aktarım olacağını belirler. Bayt tabanlı aktarımında arabirim aktarılacak her bayt için bir aktarım istemi üretir. Denetleme birimi de her istem için bir bellek erişim döngüsü kurar ve aktarılan baytlar arasında, ana işlem birimine yolladığı yol kullanım istem imini çeker. Öbek tabanlı aktarımında ise arabirim, aktarımın başında bir kez istemde bulunur. Denetleme birimi ilgili sayaç içeriği sıfırlanana deðin, öbek uzunluğu kadar bellek erişim döngüsünü, ara vermekszin ardarda gerçekleştirir. Aktarılan baytlar arasında ana işlem birimine yollanan yol kullanım istem imi, aktarım sonlanana deðin çekilmez.

Durum yazmaçları, çoğu kez kanallarla ilgili sayaçların sıfırlanması durumunda kurulan durum bitlerinden oluşur. Bu bitlerle simgelenen “sayaç sıfırlandı” durumu aynı zamanda, kesilme istem imi biçiminde kullanılmak üzere denetleme biriminin dışına taşınır. Daha önce de belirtildiği üzere, bu uyarı ile, ilgili adres yazmacı ve sayacın yeni aktarım değerleri ile günlenmesi sağlanır.

Çizim 2.35'te verilen zaman çizeneğinde, Çizim 2.36'da verilen sistem yapısına uygun olarak sürücüden arabirime ulaşan bir baytin, bayt tabanlı aktarım modunda ana belleğe yazılması açıklanmıştır. Bu amaçla, giriş/çıkış yastığı okunmaya hazır olduğunda arabirimce kurulan aktarım istemi iminin, doğrudan bellek erişim denetleme birimi tarafından yol istemi imine dönüştürülmesi **1** numaralı geçişle gösterilmiştir. İşleyicinin yol istemi girişini T4 numaralı periyotta sınadığı, izleyen TH adlı periyottan başlayarak yol istemi alındığını kurduğu, **2** numaralı geçişle belirtilmiştir. Zaman çizeneği üzerinde çizimi ağırlaştırmamak amacıyla açıkça belirtilmemiş olmasına karşın, TH periyotlarının hepsinde, yol istemi girişinin ana işlem birimince sınandığı, bu giriş üzerinde istem bulunması durumunda izleyen periyotta ana işlem biriminin adres, veri,

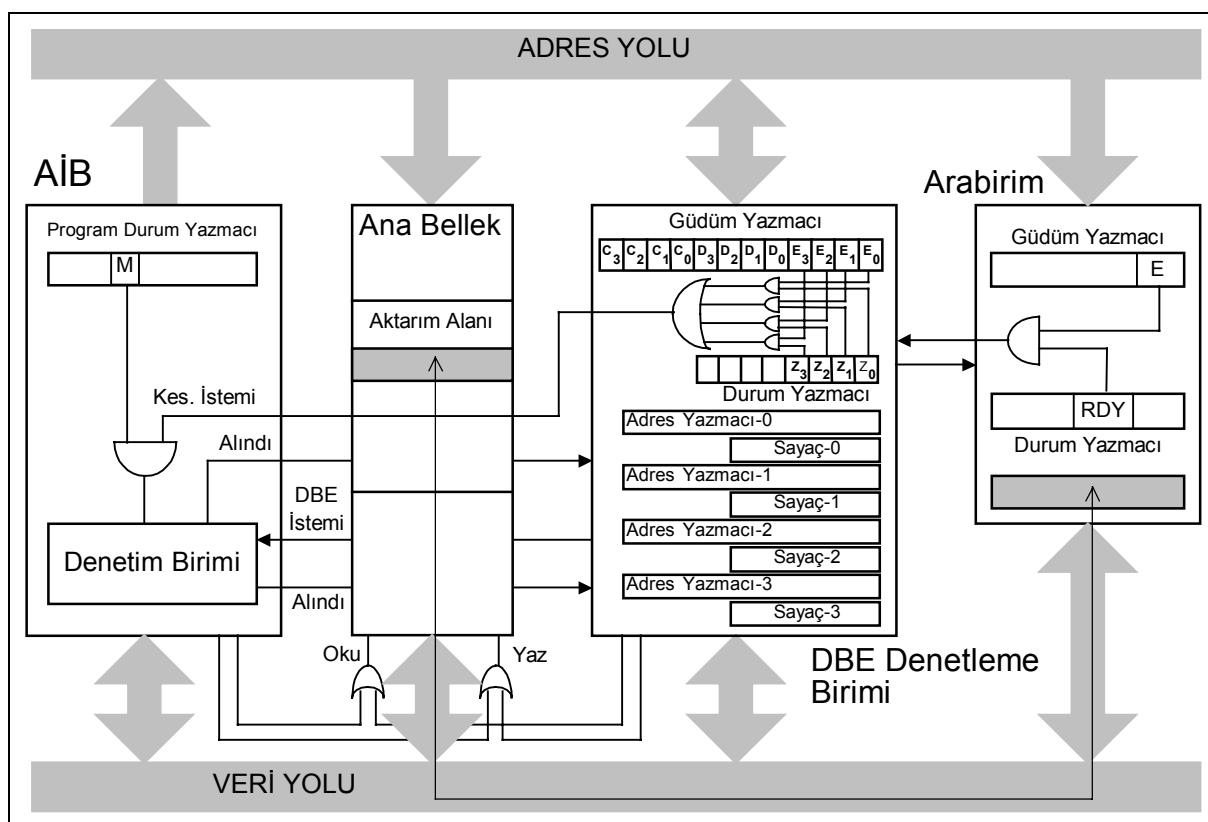
oku, yaz hatları ile ilişkisini kesik tuttuğu varsayılmalıdır. Yol istemi alındısının kurulmasından başlayarak doğrudan bellek erişim denetleme biriminin bir yandan arabirimde, giriş/çıkış yastık içeriğini veri yolu üstüne aktarması için aktarım istemi alındısı yolladığı; diğer yandan da, adres yolu üstüne, yazma yapılacak sözcük adresini koyduğu, 3 numaralı geçişle gösterilmiştir.



Çizim 2.35. Doğrudan Bellek Erişimi ile Arabirimde Veri Aktarma Zaman Çizeneği

3 numaralı geçişle başlayan bellek erişim döngüsü zaman çizeneği, doğrudan bellek erişim denetleme birimi tarafından gerçekleştirilen belleğe yazma döngüsünü simgelemektedir. Bu döngüyle ilgili imler ile yol istemi, aktarım istemi ve aktarım istemi alındısı imleri ana işlem birimi saat iminden bağımsız olduklarından, saat periyotlarını birbirinden ayıran ve çizeneğin üst kesiminde yer alan kesikli çizgiler bu kesime kadar indirilmemiştir.

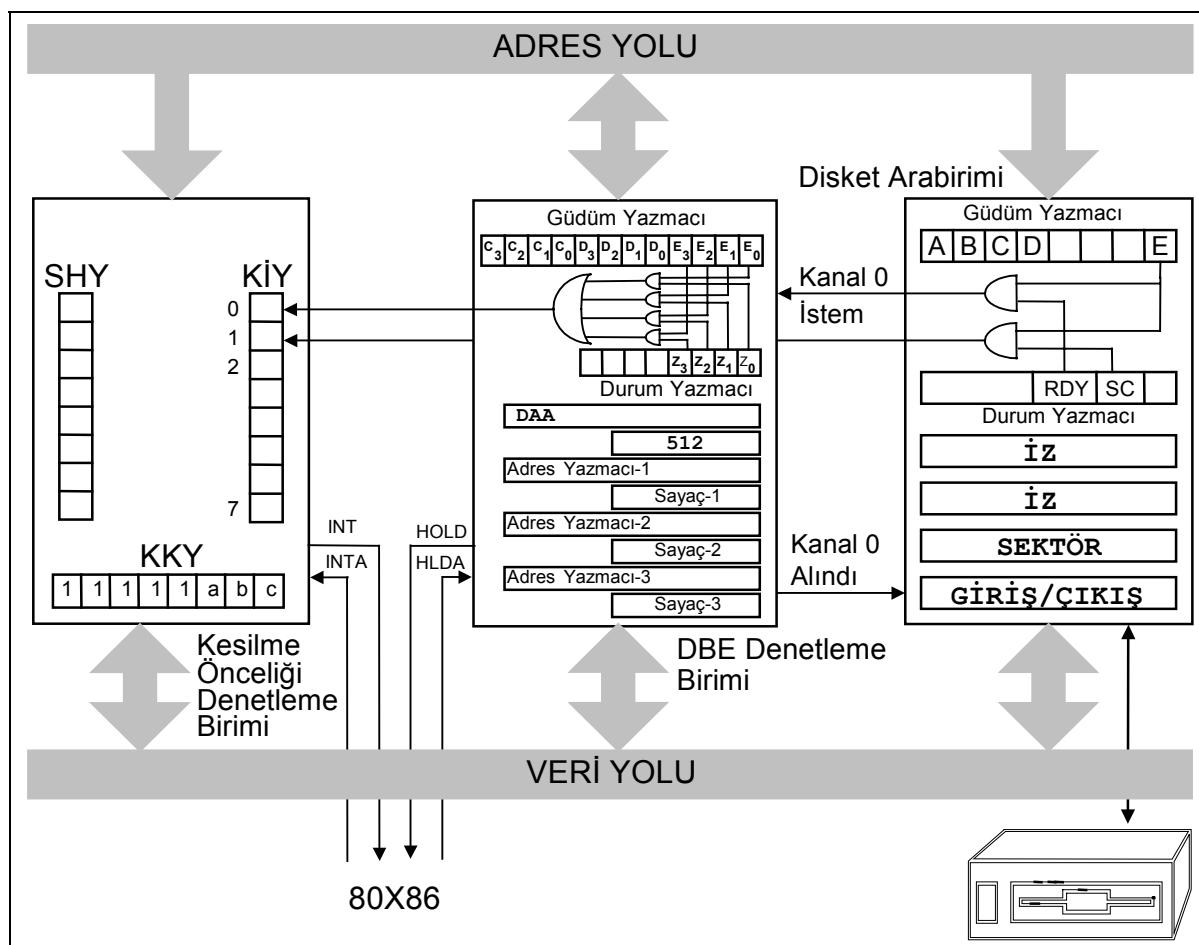
Aktarım istemi alındığının doğrudan bellek erişim denetleme birimi tarafından kurulması üzerine aktarım istemi iminin, arabirim tarafından sıfırlanması 4 numaralı geçişlerle gösterilmiştir. Bellek yazma döngüsünün tamamlanması sonucu aktarım istemi alındığının ve yol istemi iminin, doğrudan bellek erişim denetleme birimi tarafından sıfırlanması 5 numaralı geçişlerle gösterilmiştir. 6 numaralı geçişte, ana işlem biriminin, komut işletimini, sınayageldiği yol istemi girişi üzerinde sıfır düzeyini bulduğu son TH periyodunu izleyen periyottan başlayarak kaldığı noktadan sürdürmesi simgelenmiştir.



Çizim 2.36. Doğrudan Bellek Erişim Denetleme Biriminin Konumu

Çizim 2.36'da doğrudan bellek erişim denetleme biriminin bir bilgisayar sistemi içindeki konumuna ilişkin örnek bir çizim verilmiştir. Bu çizim üzerinde yer alan doğrudan bellek erişim denetleme birimi, Çizim 2.34'te verilen 4 kanallı denetleme biriminin aynısıdır. Doğrudan bellek erişim denetleme birimi içeren bilgisayar sistemleri içinde ana bellek, hem ana işlem birimi hem de denetleme birimi tarafından kullanılabiligidinden, her iki birimden ayrı ayrı gelen oku ve yaz denetim imleri, ana belleğe "ya da" mantığıyla uygulanmıştır. Bunun yanı sıra doğrudan bellek erişim denetleme birimi, hem yardımcı bir işleyici hem de (ana işlem birimi için) bir arabirim gibi işlev görebildiğinden, bu birime bağlı adres yolu iki yönlü olarak gösterilmiştir.

80X86 türü işleyicilerde doğrudan bellek erişim denetleme düzeneği, HOLD ve HLDA (*HOLD Acknowledge*) adlı giriş ve çıkışı içerir. HOLD girişi işleyiciye adres ve veri yolları ile bellek denetim imlerinin taşıdığı hatların kullanım isteminin yapıldığı girişir. Bu giriş işleyici tarafından sınandığında istem belirlenirse istemin belirlendiği anda gerçekleştirilmekte olan bellek erişim döngüsü tamamlanır tamamlanmaz adres ve veri yolları ile RD, WR gibi oku, yaz denetim imi çıkışları ve diğer bellek denetim im çıkışları üzerinde yüksek empedans konumuna geçilir. Çıkışlar üzerinde yüksek empedans konumuna geçiş işleyicinin bu hatları başka birimlerin kullanımına açması anlamına gelir.



Çizim 2.37. DBE Denetleme Düzeneği Kullanım Örneği için Sistem İlkeleri Çizimi

Çıkışlar üzerinde yüksek empedans konumuna geçmeye koşut olarak HLDA imi kurularak, HOLD (yol kullanım) isteminde bulunan birime alındı gönderilir. HOLD girişi üzerinde istem imi varlığını sürdürdüğü sürece ilgili yol ve denetim hatları üzerinde yüksek empedans konumundan çıkmaz. İşleyici HLDA imini kurdugu periyottan başlayarak HOLD girişini her saat periyodunda sınar. Bu giriş üzerinde HOLD isteminin sıfırlandığını belirlediği ilk periyodu izleyen periyottan başlayarak HLDA çıkışını sıfırlar. Bunu izleyen periyottan başlayarak da komut işletimini kaldığı yerden sürdürür.

### 2.5.2. DBE Denetleme Düzeneği Kullanım Örneği

Doğrudan bellek erişim denetleme düzeneğine ilişkin genel bilgiler verildikten sonra şimdiki, kesilme düzeneği incelenirken örneklenen, bir öbeklik verinin örnek disket biriminden ana belleğe aktarımı, bu kez, doğrudan bellek erişim denetleme birimi ile ele alınacaktır. {İZ, SEKTÖR} ikilisiyle tanımlı 512 baytlık öbeğin, doğrudan bellek erişim yöntemiyle disket sürücüden ana belleğe aktarılabilmesi için:

- sürücü okuma-yazma kafasının ilgili İZ'ye göre yönlendirilmesi;
- öbeği oluşturan baytlar, disket arabirimini giriş/çıkış yastığında okunmaya hazır olup olmadığı, RDY biti aracılığıyla, doğrudan bellek erişim denetleme biriminden ardarda aktarım isteminde bulunularak aktarımın yapılması;
- aktarımın tamamlanmasından sonra ilgili aktarım kanalının kapatılması

İşlemlerinin gerçekleşmesi gereklidir. Bu işlemlerden sürücü okuma-yazma kafasının İZ'ye göre yönlendirilmesi ile başlar. Bu işlem, diğer önbölürleme işlemlerinin de yerine getirildiği ana program içinde başlatılır. Sürücü okuma-yazma kafasının İZ'e ulaşması, arabirim tarafından SC bitinin kurulmasını ve ilgili disk kesilme yordamına yapılmasını sağlar. Bu yordam içinde, arabirim güdüm yazmacına ilgili güdüm kodu (10100001) yazılarak sürücüden SEKTÖR (öbek) okuma işlemi başlatılır ve RDY bitinin bağlı olduğu doğrudan bellek erişim denetleme biriminin 0 numaralı kanalı işlemlere açılarak geri dönülür. Aktarım işlemlerinin tümü, ana işlem birimi devreye girmeden (herhangi bir yordam çalıştırılmadan), doğrudan bellek erişim denetleme birimi tarafından gerçekleştirilir. Bunun sonrasında, Z0 bitinin ürettiği istem ile yapılan kesilme yordamı içinde doğrudan bellek erişim denetleme birimi kapatılarak işlemler son bulur. Bu durumda {İZ, SEKTÖR} ikilisiyle tanımlı öbeğin, doğrudan bellek erişim düzeneği kullanılarak disket sürücüden ana belleğe aktarılmasında, herbiri birer kez çağrılan iki kesilme yordamı ile ilgili ana yordam kesiminin işletimi yeterli olur.

Bu bağlamda, örnek disket arabiriminin, RDY durumunda, görünümü Çizim 2.34'te verilen 4 kanallı doğrudan bellek erişim denetleme biriminin sıfırıncı kanalından aktarım isteminde bulunduğu; denetleme biriminin sayaç sıfırlanması (Z0) durumunda, bir önceki örnekte kullanılan kesilme önceliği denetleme biriminin sıfır numaralı; disk arabiriminin ise SC durumunda 1 numaralı girişten kesilme isteminde bulundukları varsayılacaktır. Doğrudan bellek erişim denetleme birimi öbek tabanlı aktarım moduna ve belleğe yazma yönüne kurulacaktır. Bu bilgi ve varsayımların işliğinde sistem ilke çizimi, Çizim 2.37'de verildiği biçimde olacaktır. İlke çizimi verilen bu sistemle uyumlu olarak, {İZ, SEKTÖR} ikilisiyle tanımlı öbeğin, doğrudan bellek erişim düzeneği kullanılarak disket sürücüden ana belleğe aktarılmasını sağlayan örnek sistem programı Çizim 2.38'de yer almıştır.

```

; Disket Birimi DBE ile G/Ç Programlama Örneği

veri      segment
diskgündüm    equ 10h
diskdurum     equ 11h
sektörkimliği equ 12h
izkimliği     equ 13h
diskg/ç       equ 15h
iz            equ ...
sektör        equ ...
dbegündüm    equ 20h
dbeadres0     equ 30h
dbesayaç0     equ 32h
dbetur        equ 0f8h
disktür        equ 0f9h
izegit        equ 01100001B
okumayabasha   equ 10100001B
sıfırıncıbit  equ 11111110B
birincıbit    equ 11111101B
açık          equ 0000000000000001B
dbekanal0     equ 0000000100010000B
kapalı         equ 111111111111110B
surenhiz      equ 0b0h
daa           db 512 dup (?)
daaboyu       dw 512
veri      ends
yığıt      segment stack
yığıt-başı  db 100 dup (?)
yığıt      ends
kod       segment
assume cs:kod, ds:veri, ss:yığıt
program: cli
; Kesim Yazmaçlarının günlenmesi
        mov ax, veri
        mov ds, ax
        mov ax, yığıt
        mov ss, ax
        mov sp, offset yığıt-başı
; kesilme vektörünün günlenmesi
        xor ax, ax
        mov es, ax
        mov ax, cs
        mov bx, disktür*4
        mov word ptr es:[bx], offset disk-kes
        mov es:[bx+2], ax
        mov bx, dbetur*4
        mov word ptr es:[bx], offset dbe-kes
        mov es:[bx+2], ax

```

Çizim 2.38. Disket Birimi DBE ile G/Ç Programlama Örneği

## 96 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
; Disket Okuma-yazma kafasının İZ'e taşınması
    mov ax, iz
    out izkimliği, ax
    mov al, sektör
    out sektörkimliği, al
    mov al, izegit
    out diskgündüm, al
; dbe kanal 0'ın kurulması
    mov ax, dbekanal0
    out dbegündüm, ax
    mov ax, offset daa
    out dbeadres0, ax
    mov ax, daaboyu
    out dbesayaç0, ax
    sti
; Diğer işlemler
dön:         jmp   dön           ; Benzetim
.....
disk-kes:
    push ax
    sti
; dbe kanal0'ın işlemlere açılması
    in    ax, dbegündüm
    or    ax, açık
    out   dbegündüm, ax
; disket birimine okumaya başla komutunun yollanması
    mov   al, okumayabaşa
    out   diskgündüm, al
    cli
    in    al, sürenhiz      ;süren hizmet
    and   al, birincibit   ;yazmacı 1. bit
    out   sürenhiz, al       ;sıfırlama
    pop   ax
iret
dbe-kes:
    push ax
    in    ax, dbegündüm      ;DBE birimini
    and   ax, kapalı          ;işlemlere
    out   dbegündüm, ax       ;kapama
    in    al, sürenhiz        ;süren hizmet
    and   al, sıfırıncıbit   ;yazmacı 0. bit
    out   sürenhiz, al        ;sıfırlama
    pop   ax
iret
kod           ends
end program
```

Çizim 2.38. Disket Birimi DBE ile G/C Programlama Örneği (devam)

Çizim 2.38'de verilen programın, Çizim 2.27, Çizim 2.29 ve Çizim 2.33'de verilen program örnekleriyle karşılaştırılması sonucunda, kesilme önceliği denetleme birimi ile doğrudan bellek erişim denetleme biriminin, arabirim - ana bellek arası veri aktarımlarında ana işlem birimine düşen yükün hafiflemesini; bunun sonucunda sistem programlarının yalnızşarak kısalmasını sağladıkları kolayca görülebilir. Ayrıca doğrudan bellek erişim denetleme biriminin kullanımıyla, arabirim - ana bellek arası veri aktarımlarının, ana işlem biriminin doğrudan denetimiyle yapılan aktarımlara göre daha hızlı gerçekleştirilebildiği de unutulmamalıdır.

## **2.6. Giriş / Çıkış Kanalları - Giriş / Çıkış İşleyicileri**

Bilgisayar sistemlerinde, önceleri ana işlem birimi tarafından, yazılım yoluyla yerine getirilen işlevler, teknolojik gelişmeye paralel olarak, ana işlem birimiyle işbirliği yapan çok sayıda özel donanım tarafından yerine getirilir olmuştur. Giriş/çıkış sistem donanımlarının teknolojik gelişimi bu konuda verilebilecek en anlamlı örneği oluşturur. Seçmeli programlama yönteminden başlayarak doğrudan bellek erişim denetleme düzeneğini kullanan yönteme gelinceye deðin izlenen çizgide, giriş/çıkış işlevlerinin yerine getirilmesinde ağırlığın nasıl ana işlem biriminden özelleşmiş donanım birimlerine kaydığını açıkça görmek olanaklıdır.

Bu bağlamda, sözkonusu gelişim adımlarından ilki giriş/çıkış sürücülerinin denetiminin ana işlem biriminden arabirimlere geçmesidir. Bilindiði üzere giriş/çıkış arabirimleri ana işlem birimi tarafından bir dizi giriş/çıkış kapısı olarak algılanan ve gündem yazmaçlarının programlanması yoluyla bağlı oldukları sürücüler üzerinde işlem yapılabilen birimlerdir. Giriş/çıkış sürücülerinin denetimi, tümüyle arabirimlerinin yükümlülüğündedir. Gelişim adımlarından ikincisi arabirimlerin programlanmasında, kesilme uyarı düzeneði ve bu düzenekle ilgili öncelik denetleme birimlerinin kullanıldığıdır. Kesilme uyarı düzeneði ve öncelik denetleme birimi aracılığıyla, giriş/çıkış sürücüler ile sistem arası veri aktarım işlemlerinin ana işlem birimine yüklediği yük oldukça azalmakta ve bu yolla bu birimin kullanım verimliliði önemli ölçüde artırılabilmektedir. Tek iş düzeninden çok iş düzenine geçiş kesilme düzeneði ile olanaklı olmuştur. Doðrudan bellek erişim denetleme birimlerinin kullanımı ana işlem birimini, arabirim - ana bellek arası veri aktarımının sorumluluðundan da kurtarmıştır. Bu yolla ana işlem birimi, giriş/çıkış işlemlerinin başında ve sonunda devreye girmekle yetinen bir birim kimliği kazanmıştır.

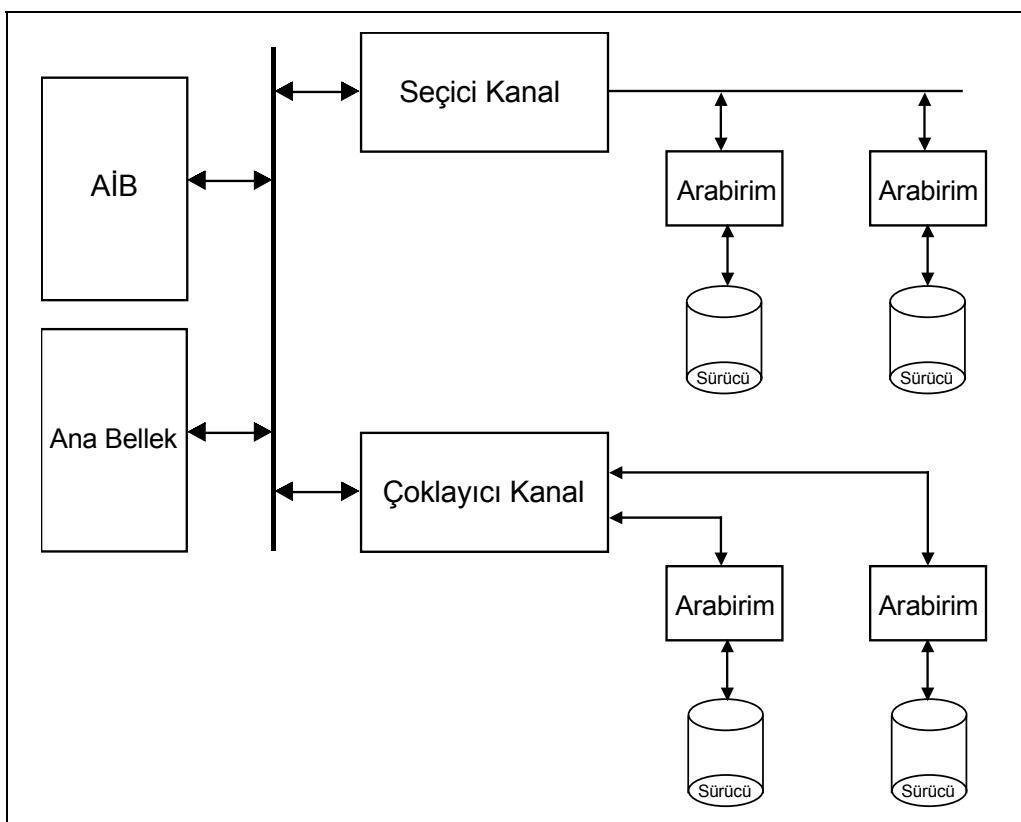
Ana işlem biriminin giriş/çıkış işlemlerinden tümüyle soyutlanması:

- giriş/çıkış işleyicileri ve
- giriş/çıkış kanalları

adlı birimlerin kullanılmasıyla gerçekleşir. Giriş/çıkış işleyicisinden söz edildiðinde, genelde, bilgisayar sistemi içinde kimi giriş/çıkış arabirimlerinin bağlı olduğu, yerel bir bellekle donatılmış, ana işlem birimi ile eşgündüm içinde ancak bağımsız çalışabilen, genel amaçlı yardımcı bir işleyici akla gelir. Bir bilgisayar sisteminde terminal sürücüler, örneğin bir mikroişleyicinin denetimine bırakılmış terminal arabirimlerine bağlı olarak çalışabilirler. Terminal sürücülerinden yapılan veri girişleri, damga yankılama işlemleri gibi işlemler bu mikroişleyicinin yükümlülüğünde gerçekleşir.

Yerel bellekte saklanan veriler *enter*, *new line*, *return* gibi adlarla anılan damgaların girilmesi ile doğrudan, mikroişleyici yerel belleğinden sistem ana belleğine aktarılır. Ana işlem birimi ancak bu aşamada uyarılır.

Giriş/çıkış kanalları, çoğu kez doğrudan bellek erişim denetleme birimlerinin gelişmiş türleridir. Giriş/çıkış kanalları ana bellekte tutulan özel giriş/çıkış programlarını, ana işlem biriminin istemi üzerine işletebilen özel amaçlı yardımcı işleyicilerdir. Ana bellekte tutulan özel giriş/çıkış programları; aktarım yapılacak sürücüler, ana bellek aktarım alanları, öncelik, hata durumunda izlenecek yol gibi tanımları içerirler. Kanallar giriş/çıkış işlemlerini, başka bir deyişle ana bellekten sürücülere, sürücülerden ana belleğe veri aktarımlarını bu programları, ana işlem biriminin istemi üzerine çalıştırarak gerçekleştirirler. Yukarıda tanımlanan giriş/çıkış işleyicileri de, yerel bellekleri ile ana bellek arasındaki veri aktarımlarında kanallardan yararlanabilirler.



Çizim 2.39. Giriş/Çıkış Kanal Türleri

Verilen bu açıklamalarda giriş/çıkış işleyicileri ile giriş/çıkış kanalları tanım olarak ayırtırılmıştır. Ancak yardımcı işleyici nitelikleri dolayısıyla, kanallar da, giriş/çıkış işleyicileri olarak nitelenebilmektedir. Kanal, doğrudan bellek erişim denetleme biriminin gelişmiş bir biçimde olarak düşünüldüğünden daha çok, disk, mıknatıslı şerit gibi hızlı giriş/çıkış birimlerinden veri aktarımında gerekli olan bir donanım birimi olarak algılanmalıdır. Ancak günümüz bilgisayar sistemlerinde kanallar, ana bellek ile tüm giriş/çıkış birimleri arasındaki aktarılardan sorumlu donanım katmanını

oluştururlar. Giriş/çıkış işleyicileri, burada verilen tanımları itibarıyla, ana işlem biriminden sürücüye uzanan donanımsal sıradüzen içinde kanaldan sonra gelen birleşenlerdir.

Giriş/çıkış kanallarından yaygın olarak kullanılanları iki tipe ayrıılır. Bunlar:

- Seçici Kanal
- Çoklayıcı Kanal

türleridir. Birden çok hızlı giriş/çıkış arabirimine hizmet verebilen seçici kanallar bu hizmeti, aynı anda tek bir arabirimme sağlayabilirler. Kanal, hizmet vereceği arabirim mi bunların istem durumunu sınayarak seçer. Bir arabirimle ilgili aktarım işlemleri tümüyle tamamlanmadan diğer arabirimlerin istemleri, dolayısıyla işlemleri ele alınamaz.

Çoklayıcı kanallar aynı anda birden çok arabirimme hizmet verebilen kanallardır. Bu kanallar kendi içerisinde:

- bayt çoklayıcı ve
- öbek çoklayıcı

kanallar olarak ikiye ayrılır. Bayt çoklayıcı kanal, damga tabanlı birden çok arabirimme aynı anda damga aktarabilir. Damga tabanlı 3 değişik arabirimme aktarılacak  $a_1a_2a_3a_4a_5a_6a_7a_8a_9$ ;  $b_1b_2b_3b_4b_5b_6b_7b_8b_9$ ;  $c_1c_2c_3c_4c_5c_6c_7c_8c_9$  damga dizgileri kanaldan  $a_1a_2b_1c_1a_3c_2b_2$ ..... sırasında, karma biçimde akabilir. Ancak her damga ilgili arabirimme ya da arabirim yastık alanına anahtarlanır. Öbek çoklayıcı kanallar ise bu çalışma ilkesini öbek tabanlı arabirimlere, öbekler için uygular. Çizim 2.39'da seçici ve çoklayıcı kanalların sistem içindeki yerleri ve arabirimlere göre konumları gösterilmiştir.



# 3. BÖLÜM

i s l e t i m s i s t e m l e r i

## GÖREV YÖNETİMİ

Bilgisayar sistemlerinin verimli kullanımı, ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimleri gibi kaynakların, programlar arasında paylaşılmasını gerektirir. Ana işlem biriminin paylaşılması, programların işletimlerinin birlikte sürdürülmesi yoluyla sağlanır. Ana işlem biriminin bir programın işletimini, ileride sürdürmek üzere, bırakıp diğer bir programın işletimine geçmesi anahtarlanma olarak adlandırılır. Ana işlem biriminin paylaşımı, bu durumda, değişik programların bu birime belirli bir sıra ile anahtarlanması yoluyla gerçekleştirilir. Programların ana işlem birimine hangi sıra ve kurallar çerçevesinde anahtarlanacağı, ana işlem biriminin yönetimi kapsamında ele alınır. Programlar işletimleri sırasında görev olarak adlandırılırlar. Ana işlem biriminin yönetimine, paylaşılan kaynak yerine, bu kaynağı paylaşan görevler yönünden bakılarak görev yönetimi de denir.

Programların, çalışabilmek için ana işlem birimine anahtarlanması zorunludur. Ancak bunun yanı sıra ana belleğe yüklenmeleri, işletimleri sırasında gereksinim duyacakları giriş/çıkış türü kaynakları, diğer programlarla yarışarak elde etmeleri de gerekir. Programlar, ana işlem birimi dışındaki, ana bellek, giriş/çıkış birimleri gibi kaynakları, yine ana işlem birimi aracılığıyla tüketebilirler. Programlarının, ana belleğe yüklenemeleri, giriş/çıkış birimlerinden okuma-yazma yapabilmeleri, işletimleri sırasında gereksinim duyabilecekleri ek bellek alanlarını elde edebilmeleri, işletim sistemi içinde yer alan, ilgili yönetici ve sürücü görevlerin ana işlem birimine anahtarlanarak çalıştırılmaları sonucu gerçekleşebilir. Buradan, bir bilgisayar sisteminde paylaşılan kaynaklar arasında en önemli kaynağın ana işlem birimi olduğu söylenir.

İzleyen kesimde, işletim sistemlerinde ana işlem biriminin yönetiminin nasıl ele alındığı görev yönetimi adı altında incelenecektir. Bu amaçla, önce çok önemli bir kavram olarak ortaya çıkan görev kavramı açıklanacak ve örnekleneciktir. Bunu izleyen kesimde görevlerin işletim aşamaları ya da bulundukları durumlar, durumlar arası geçişleri sağlayan sistem komutları ya da sistem çağrıları açıklanacaktır. Bundan sonra görev yönetimi, görev yönetiminin diğer işletim sistemi yönetim kesimleriyle ilişkileri ve görev yönetiminin gerçekleştirimidde kullanılan algoritmalar incelenecektir.



Çizim 3.1. Görev İşskeleti Örneği

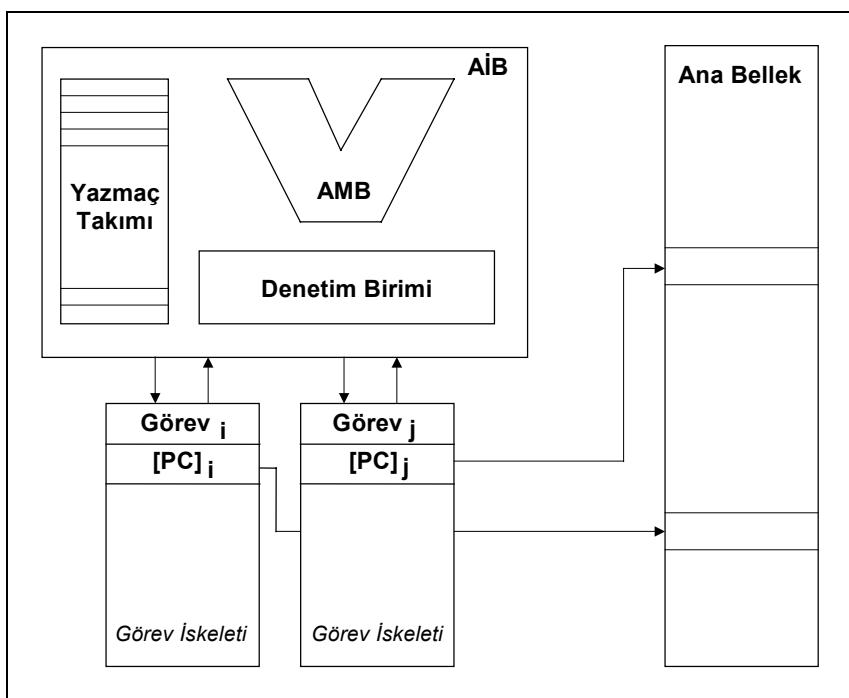
### 3.1. Görevin Tanımı

Görev bir programın işletimi sırasında aldığı addır. İşletilen her program için en az bir görev tanımlanır. Çok kullanıcılı bilgisayar sistemlerinde yer alan metin düzenleyici gibi, aynı anda birden çok kullanıcı tarafından yararlanılan programların her kullanıcı için ayrı ayrı sürdürülen her bir işletimine ayrı bir görev karşılık gelir. Program, içerdiği komutlar yönünden biricik iken değişik kullanıcılar için, değişik veri takımları ile yapılan birden çok işletim, başka bir deyişle birden çok görev bulunabilir. Görev, program kavramına işletim boyutunu da katan daha geniş bir kavramdır. Program durgun komut dizisini tanımlarken görev bu komut dizisinin devingen işletimine karşılık gelir.

Bilindiği üzere ana işlem biriminin verimli kullanımı birden çok işin (programın), koşut işletimiyle sağlanır. Ana işlem biriminin, koşut işletimi sağlamak üzere bir işletimi bırakıp diğer bir işletime geçmesi belirli önlemler alınmadan yapılamaz. Yarım bırakılan bir işletimin, tutarlı bir biçimde, kalınan noktadan sürdürülebilmesi, işletimin bırakıldığı andaki durum bilgilerinin saklanması yoluyla sağlanır. Bu nedenle, her görev için işletim sistemi tarafından bir veri yapısı tutulur. Bu veri yapısı, örneğin işletimin hangi komuttan başlayarak sürdürüleceği bilgisini de içeren ana işlem birimi yazmaç

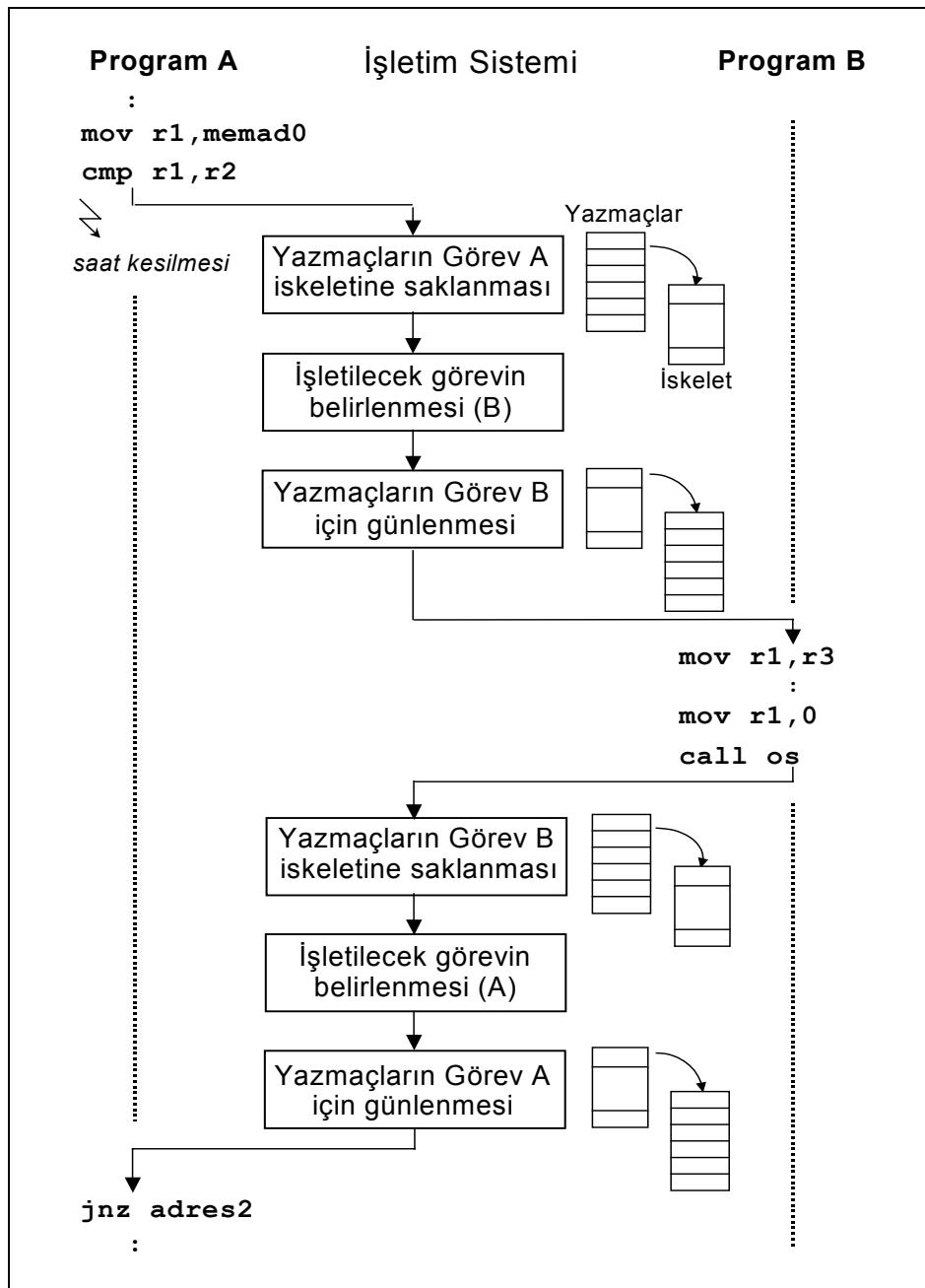
iceriklerini, varsa kullanılan kütüklerle ilgili (kılavuz kütük, açık kütükler gibi) kimi bilgileri içermek durumundadır. Bu yapı, görev denetim öbeği, görev iskeleti gibi adlarla anılır. İzleyen kesimde bu adlandırmalardan iskelet adlandırması kullanılacaktır.

Görev iskeleti, genelde görev kimliği başta olmak üzere, görevin program sayacı, yiğit sayacı, diğer ana işlem birimi yazmaç içeriklerini, durum, öncelik, sayışım ve bellek atama bilgilerini, işlenen kütükler ve bunlarla ilgili kimi gösterge bilgilerini tutar (Çizim 3.1). Görev iskeleti, programların sırayla ana işlem birimine anahtarlanarak çalışmaları sırasında işletim bütünlüğünün korunabilmesi, başka bir deyişle bir çalışmanın diğer bir çalışmayı bozmaması için gerekli tüm bilgileri eksiksiz içermek zorundadır.



Çizim 3.2. Görevlerin Ana İşlem Birimine Anahtarlanması

Birden çok görevin eşanlı işletildiği bir bilgisayar sisteminde,  $G_i$  adlı görev işletilirken,  $G_j$  adlı görev, sırası gelip ana işlem birimine anahtarlanacağı zaman, önce, o anki ana işlem birimi yazmaç içerikleri, bu yazmaçlar arasında yer alan ve “görev yazmacı” olarak adlandırılan yazmacın, ana bellekte gösterdiği (işletimi kesilen) görev iskeletine saklanır. Bunun sonrasında görev yazmacı,  $G_j$  adlı görevin iskeletini gösterecek biçimde, işletim sistemi (görev yönetici) tarafından günlenir. Ana işlem birimi yazmaçları görev yazmacının gösterdiği iskeletteki değerlerle günlenip yeni görevin işletimi başlatılır. Görev yazmacının günlenmesi durumunda, o anki ana işlem birimi yazmaç içeriklerinin, saklanması ve yeni görevdeki değerlerle günlenmesi genellikle ana işlem birimi tarafından otomatik olarak (herhangi bir işletim yordamı çalıştırılmaksızın) gerçekleşir. Bu işleme “görev anahtarlama” işlemi denir.



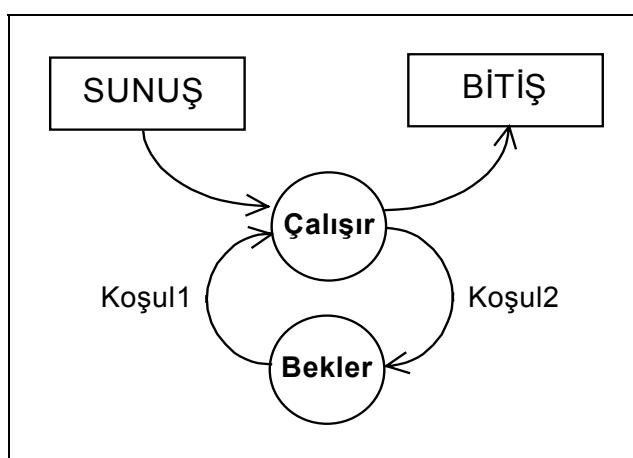
Çizim 3.3. Görev - İşletim Sistemi Etkileşimi

Bu tanımla ilişkili olarak, bir de “bağlam anahtarlama” işlemi vardır. Herhangi bir altyordamın çağrılması ya da kesilme yordamına sapiş gibi durumlarda da, yordamlar arası işletim bütünlüğünün korunması amacıyla, görev yazmacı dışındaki ana işlem birimi yazmaçlarının bir kesiminin saklanması ve günlenmesi de sözkonusu olabilir. Bu durumda bağlam anahtarlama işleminden söz edilir. Görev anahtarlama, bağlam anahtarlamaya göre daha geniş, dolayısıyla zaman yönünden daha pahalı bir işlemdir. Aynı görev içinde, görev anahtarlama olmaksızın, yordam çağrıma, kesilme yordamına

sapma gibi nedenlerle bir dizi bağlam anahtarlama işlemi gerçekleştirilebilir. Buradan, görev anahtarlama ve bağlam anahtarlama kavramları arasında ayırm gözetmenin zorunlu olduğu görülür.

### 3.2. Görevlerin İşletim Süresince Bulunduğu Durumlar

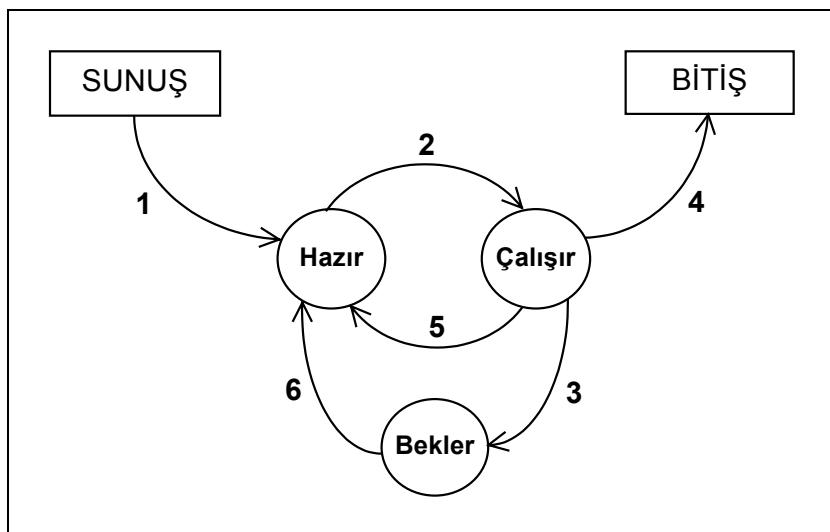
Görev bir programın işletimine verilen addır. Bir program, işletimi sonlanana deðin deðiþik işletim evrelerinden geçer. Bunlar, ana işlem biriminin kullanımı yönünden kabaca çalışma ve bekleme evreleridir. Bu evrelere durum adı verilir. Buradan görevlerin, herhangi bir anda çalışır ve bekler durumlarında bulunduğu söylenir (Çizim 3.4).



Çizim 3.4. Yalın Görev Durum Çizeneği

Görevlerin, işletimleri sırasında bulunduğu durumlar, durum çizenekleri ile gösterilir. Durumların herbiri, bu çizenekler üzerinde bir çember ile simgelenir. Görevin bir durumdan diğer bir duruma geçmesi oklar ile ifade edilir ve geçiş olarak adlandırılır. Bir durumdan diğer bir duruma geçebilmenin gerektirdiği koşul, bu geçiş temsil eden okun üstüne yazılabılır. Görevlerin işletimleri süresince bulunabildikleri tüm durumlar ile bu durumlar arası geçişlerden oluşan çizimlere görev durum çizeneği denir. Çizim 3.4'te gösterilen görev durum çizeneğinde yer alan çalışır durumu, görevin ana işlem birimini kullanıyor olmasını, bekler durumu ise görevin ana işlem birimini yeniden kullanabilmek üzere, başlattığı bir işlemin (örneğin diskten okuma işleminin) sonlanması beklemesi anlamına gelmektedir.

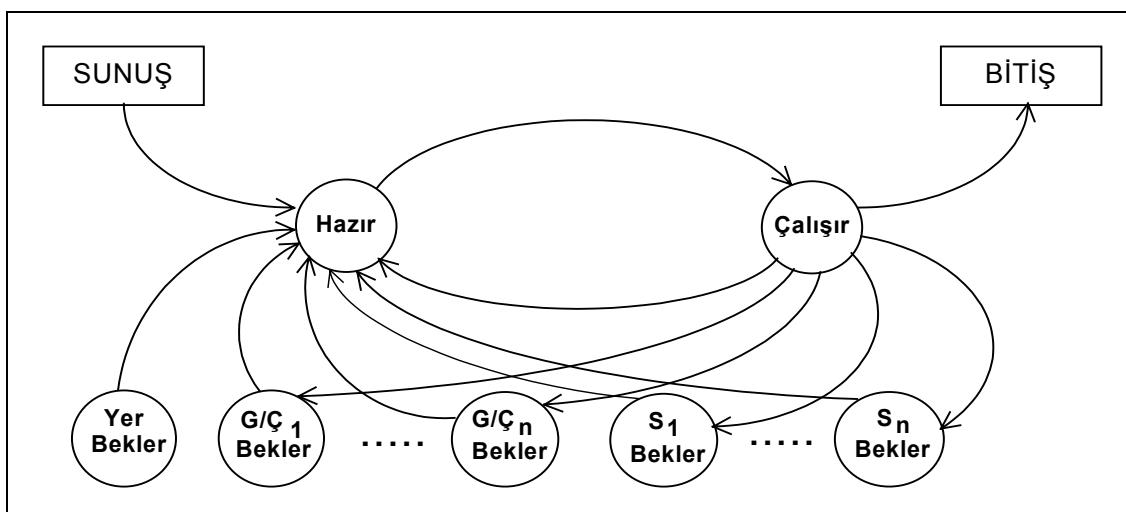
Oluşumunu beklediği bir koşulun gerçekleşmesi, bir görevye, ana işlem birimine anahtarlanarak çalışabilir ya da ana işlem birimine anahtarlanmak üzere seçilebilir görev özelliğini kazandırır. Ana işlem birimini kullanabilir duruma gelen görevler kısaca hazır görevler olarak anılırlar. Bu durumda, Çizim 3.4'te bekler olarak tanımlanan görevler, daha ayrıntılı bir biçimde bir koşulun oluşmasını bekleyen görevler ve ana işlem birimine anahtarlanmak üzere hazır bekleyen görevler olarak ayırtılabilirler (Çizim 3.5).



Çizim 3.5. Görev Durum Çizeneği

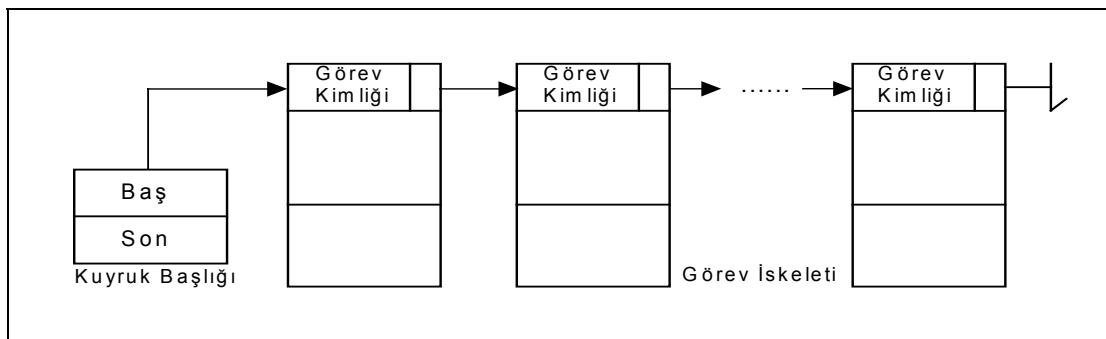
Programlar ya da daha genel olarak işler, bilgisayar sistemine çalıştırılmak üzere sunulduklarında, iskeletleri çatılarak görev ya da görevlere dönüştürülürler. Tanımları yapılan bu görevler hazır görev sınıfına girerler (1). Hazır görevlerden biri, Görev Yönetimi kesiminde ayrıntılı olarak açıklanacak kıstaslara dayanılarak, Görev Yöneticisi diye adlandırılan özel bir sistem görevi aracılığıyla ana işlem birimine anahtarlanır ve çalışır görevde dönüşür (2). Çalışmakta olan bir görev değişik nedenlerle bu özelliğini yitirebilir. Çalışırken giriş/çıkış işlemi başlatan bir görev, bu işlem tümüyle sonlanmadan işletimine devam edemeyeceğinden bekler görev durumuna geçer ve ana işlem birimini kaybeder (ana işlem birimini bırakır) (3). Bunun gibi, Birlikte Çalışan Görevler bölümünde incelenen  $p$ , *wait*, *down* gibi adlarla anılan, semafor olarak adlandırılan özel değişkenler üzerinde işlem yapan zamanuyumlama işleçlerini çalıştırın görevler de, ana işlem birimini bırakıp bekler durumuna geçebilirler (3). Çalışmakta olan bir görev, işletiminin bitmesi durumunda ana işlem biriminin yanı sıra genelde sistem içindeki tanımını ve varlığını da yitirir (4). Görevler ana işlem birimini kendilerinden kaynaklanmayan nedenlerle de bırakmak zorunda kalabilirler. Etkileşimli işlemin uygulandığı bir bilgisayar sisteminde görevlerin ana işlem birimini belirli süreler içinde, sırayla kullanması istenir. Ana işlem birimine anahtarlanan bir görev, kendine ayrılan süre sona erdiğinde, yeniden hazır görev durumuna getirilir (5). Giriş/çıkış istemi, zamanuyumlama gibi nedenlerle bekler duruma geçen görevler, istemin yerine gelmesi, zamanuyumlamanın gerçekleşmesi  $v$ , *signal*, *up* gibi adlarla anılan, semafor olarak adlandırılan özel değişkenler üzerinde işlem yapan zamanuyumlama işleçlerinin çalıştırılması gibi hallerde de yine çalışmaya hazır görev durumuna dönerler (6). Çizim 3.5'te verilen görev durum çizeneğinde yer alan durum ve geçişlerle ilgili açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, bekler görevlerle ilgili olarak, beklemenin niteliğine göre bekler durumunun giriş/çıkış bekler, zamanuyumlama bekler gibi çok sayıda alt duruma ayırtılabilceği görülür. Bu ayırtma, gerektiğinde bilgisayar sisteminde yer alan değişik giriş/çıkış sürücülerinin, zamanuyumlama değişkenlerinin (semaforların) adları ile anılan durumlara kadar indirilebilir.

Bunun yanı sıra kimi görevler, işletimleri sonlanmadığı halde, önceliklerinin düşüklüğü gereği, Ana Belleğin Yönetimi adlı bölümde açıklanacağı üzere, bellekte işgal ettikleri alanları başka görevlerin program kodlarına yer açmak üzere yitirirler. Örneğin görüntü bellek yönetiminin uygulanmadığı bir sistemde, giriş/çıkış isteminde bulunarak ana işlem birimini kullanmayı sürdürmeyecek düşük öncelikli bir görev ana bellekte gereksiz yer işgal etmemesi amacıyla bellekten çıkarılır. Bu görevde ilişkin bellekten çıkarılan alanlar, işletme devam edileceği zaman ana belleğe yeniden yüklenmek üzere diskte saklanırlar. İşletilebilmek için ana işlem biriminin yanı sıra, bir de ana bellekte yer açılmasını bekleyen bu tür görevler için de özel bir bekler durumu tanımlanabilir. Bunlara benzer ayrıntıların durum çizeneğine yansıtılması durumunda Çizim 3.6'daki daha ayrıntılı görev durum çizeneği elde edilir. Çizim üzerinde Yer Bekler adıyla yer alan bu duruma görevler, çoğunlukla bekler (G/Ç, Zamanuyumlama bekler) durumlarından geçebilirler. Bellekte kendilerine yeniden yer sağlanan görevler, bu arada bekler durumları da son bulmuşsa hazır görev niteliklerini yeniden kazanırlar. Çizim 3.6'da, Yer Bekler durumundan hazır görev durumuna geçiş belirtilmiş ancak bu duruma gelişti simgeleyen geçişler, çizeneği karmaşıklaştırmamak için gösterilmemiştir.



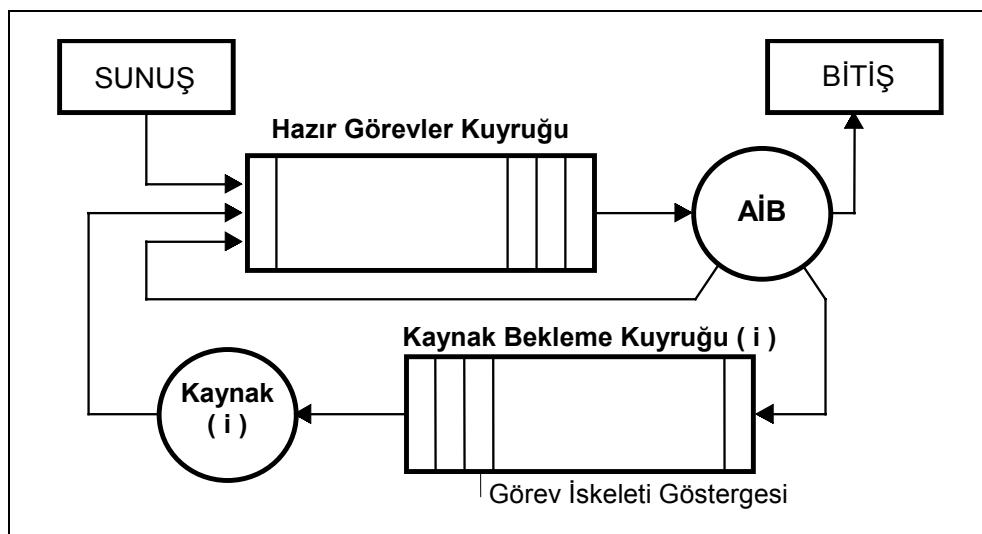
Çizim 3.6. Ayrıntılı Görev Durum Çizeneği

Görevlerin işletimleri boyunca bulunabildikleri evreleri belirtmek için kullanılan durum çizeneği güçlü bir gösterim yöntemidir. Ancak varolan tek gösterim yöntemi değildir. Görevler, işletimleri sonlanana deðin ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimlerinden oluşan donanımsal kaynakları diğer görevlerle paylaşmak zorundadırlar. Bir bilgisayar sisteminde yer alan kaynak sayısı işletilen görev sayısından çok daha az olduğundan görevler bu kaynakları kullanırken (örneğin ana işlem birimine anahtarlanabilmek, diskte okuma - yazma yapabilmek amacıyla) belirli öncelik kıstaslarına göre sıralanmak zorundadırlar. Görevlerin kaynakları kullanmak üzere kurdukları sıralara kuyruklar denir (Çizim 3.7). Bu kuyruklar gerçekleştirim açısından bakıldığında, genellikle görev iskeletlerinden oluşan bağlı listelerdir. İşletim sisteminde, görevler tarafından paylaşılan kaynakların herbiri için; ana işlem birimi kuyruğu, giriş/çıkış birimi kuyruğu, semafor kuyruğu gibi bir kuyruk öngörülür (Çizim 3.8).



Çizim 3.7. Görev Kuyruklarının Gerçekleştirimi

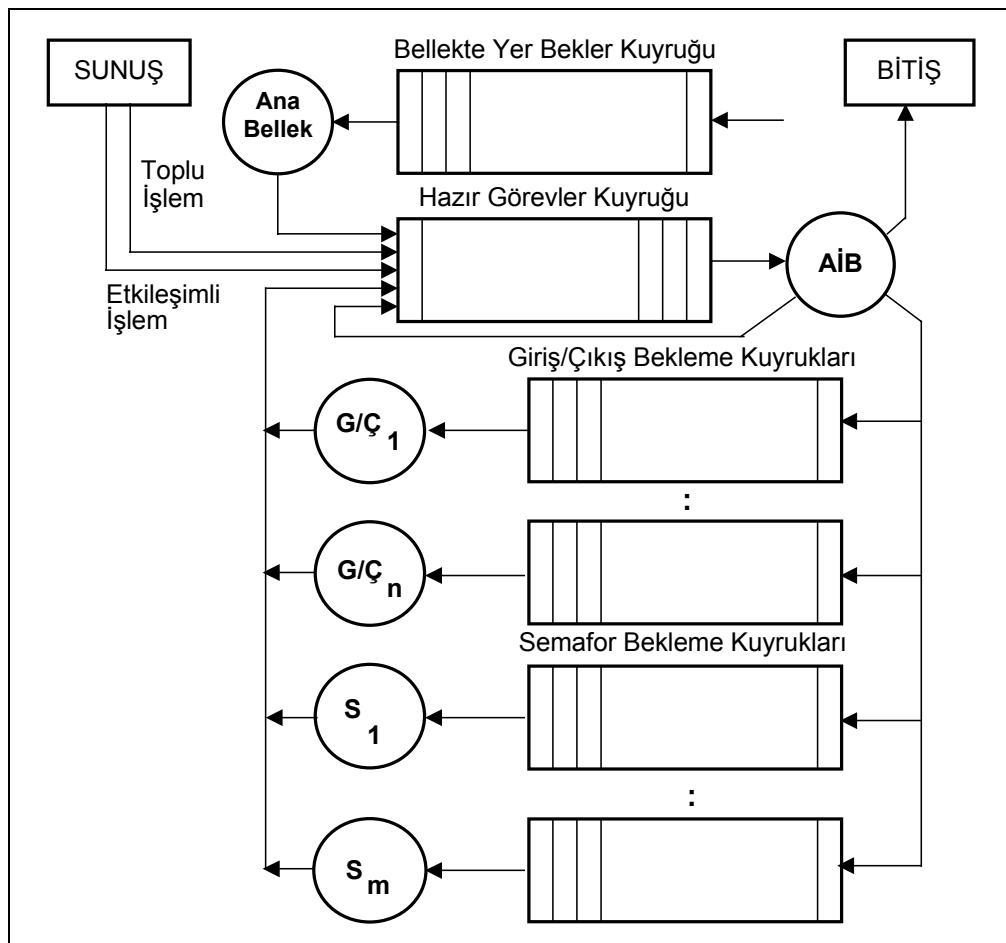
Görevleri, işletimlerinin değişik evrelerine ilişkin olarak, bu kuyruk yapıları içinde kuyruk çizerekleriyle göstermek de olanaklıdır. Bu yapıldığında ana işlem birimi kuyruğu, görev durum çizeneğinde hazır olarak anılan görevleri tuttuğundan hazır görevler kuyruğunu, giriş/çıkış birimi kuyruğu ise giriş/çıkış bekler durumuna ilişkin görevleri kapsadığından giriş/çıkış bekler kuyruğunu oluşturur. Buradan, görev işletim evrelerinin temsiline ilişkin görev durum çizeneği ile görev kuyruk çizeneğinin özdeş gösterim biçimleri olduğu söylenebilir.



Çizim 3.8. Kaynak Paylaşımının Kuyruklarla Gösterimi

Kuyruk çizereklerinde paylaşılan kaynaklar bir çemberle, bu kaynakları kullanmak üzere bekleyen görev kuyrukları ise bir dikdörtgenle simgelenir. Çizim 3.8'den de anlaşılacağı gibi, ana işlem birimi üzerinde çalışırken giriş/çıkış işlemi başlatan bir görev, (görev iskeleti göstergesi kullanılarak) giriş/çıkış işleminin yapılacakı birimin bekleme kuyruğuna (örneğin disk okuma-yazma kuyruğuna) eklenir. İşlemi sonlanan görev ise bu kuyruktan silinerek hazır görevler kuyruğuna aktarılır. Buradan bir görevin durum değiştirmesi (örneğin giriş/çıkış bekler durumundan hazır durumuna geçmesi) ile kuyruk değiştirmesi (örneğin giriş/çıkış bekler kuyruğundan hazır görevler kuyruğuna aktarılması) arasında herhangi bir ayrim olmadığı söylenebilir.

Çizim 3.6'da verilen ayrıntılı görev durum çizeneğine özdeş kuyruk çizeneği Çizim 3.9'da verilmiştir. Görevlerle ilgili işletim komutları, sistem çağrıları ve görev yönetimi incelenirken, daha çok bu gösterim biçimi kullanılacaktır. Çizim 3.9'da, yukarıda açıklandığı üzere paylaşılan kaynaklar bekleme kuyruklarıyla birlikte gösterilmiştir.

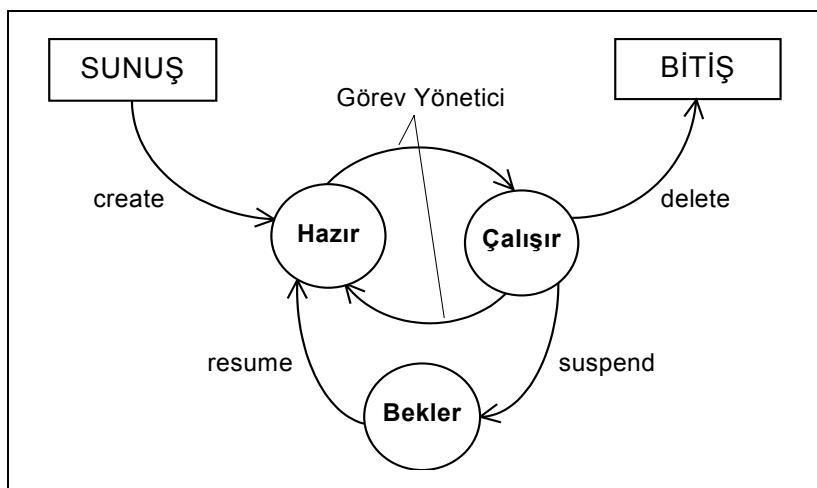


Çizim 3.9. Ayrıntılı Görev Kuyruk Çizeneği

### 3.3. Görevlerle İlgili Sistem Çağrıları

Sistem çağrıları, gerek derleyiciler gerekse sistem programcıları tarafından, işletim sistemine ilişkin yordamları çağrımak ve bu yolla hizmet almak amacıyla programlara yerleştirilen özel komutlardır. Görevlerle ilgili, işletim sistemi çekirdek katmanında yer alan kimi hizmet yordamlarının üst katmanlardan çağrılmaması özel sistem çağrıları aracılığıyla olur. Bunlar, hem uygulama programları hem de işletim sisteminin kendisi tarafından kullanılırlar. Sisteme değişiklik gösteriyor olmalarına karşın, görevlerle ilgili sistem çağrılarına örnek oluşturabilen bir alt kümeyi tüm sistemlerde bulmak olanaklıdır. Görevlerin yaratılması, sonlandırılması; işletimlerinin başlatılması, geciktirilmesi ya da kesilmesi; öznitelik bilgilerinin günlenmesi ve sorgulanması gibi amaçlarla kullanılan bu sistem çağrıları *create*, *delete (kill)*, *suspend*, *resume*,

*delay, change-priority, change-attributes* gibi İngilizce adlarla anılırlar (Çizim 3.10). Bu çağrılar, birebir işletim sistemi komutlarına karşı geldiklerinde komut olarak da anılırlar<sup>11</sup>.



Çizim 3.10. Sistem Çağrıları ve Görev Durum Çizeneği

Görevlerle ilgili sistem çağrı ya da komutları genelde argümanlarla kullanılır. Görev kimliği argümanlarından birini oluşturur. Görev kimliğinin yanı sıra, çağrılan işlevle aktarılmak üzere süre, öznitelik, öncelik gibi başka argümanlar da bulunabilir. Örneğin yeni bir görevin yaratılmasında kullanılan *create* (*görev-kimliği, öznitelik-alanı*) komutu, yaratılacak görevin kimliği ile bu görevle ilişkin iskeletin günlenmesinde kullanılacak özel bilgilere (öznitelik bilgilerine) göstergeyi argüman olarak taşımak durumundadır. *create* komutunu çalıştıran görev (başka bir deyişle ata görev), bu işlevi yerine getirecek işletim sistemi kesiminden, yaratılacak görevin (oğul görevin) kimliğini alır. İlgili işletim sistemi çekirdek katman kesimi, boş iskeletler listesinden bir iskeleti, yeni bir görev kimliğiyle ilişkilendirir. İskelet içeriği öncelik ve ayrıcalık düzeyi, bellek boyu, yiğit sıgası, erişim hakları, çalıştırılacak program gibi öznitelik bilgileri ve sistemce belirlenen diğer ek bilgilerle günlenerek hazır görevler kuyruğuna bağlanır. Böylece *create* komutunun gereği yerine getirilmiş olur. Bunun gibi *delete* (*görev-kimliği*) komutu da kimliği verilen görevin iskeletini boş iskeletler listesine ekleyerek görevin sistem içindeki varlığına son vermek için kullanılır.

*suspend(görev-kimliği,kuyruk-kimliği)* ve *resume(görev-kimliği,kuyruk-kimliği)* sistem çağrıları, sırasıyla, kimliği verilen görevi, gene kimliği verilen bekler türü bir

<sup>11</sup> Bilindiği gibi, bilgisayar sistemlerimde ana bellek, işletim sistemi ve kullanıcı programları tarafından paylaşılır. Kullanıcı programlarının işletim sistemine ayrılan kesime, giriş / çıkış işlemleri gibi kimi istisnalar dışında erişim yapmaları, işletim bütünlüğünü korumak için engellenir. İşletim sistemine, istisnalar dışında, daha geniş haklarla erişim yapabilen programcılar sistem programcılardır. Sistem programcılar diğer programların yararlandığı işletim ortamını kurmaya yaranan işlemleri yerine getiren, bu nedenle de işletim sistemi üzerinde güncelleme yapabilen programcılardır. Programcılar arasında yapılan *uygulama programcısı / sistem programcısı* ayrimı, daha geniş bir bağlamda, *sıradan* ve *ayraklı kullanıcılar* olarak, kullanıcılar arasında yapılır.

kuyruğa bağlamak ve bağlı bulunduğu bekler türü kuyruktan hazır görevler kuyruğuna aktarmak amacıyla kullanılan çağrılardır. *suspend*, giriş/çıkış isteminde bulunma, görevler arası zamanuyumlama gibi durumlarda görevin kendisi tarafından çalıştırılır. *suspend* çağrısıyla işletimi durdurulan bir görevin yeniden işletime alınabilmesi, o görevle ilgili olarak *resume* çağrısının çalıştırılmasını gerektirir. *suspend* çağrısının tersine *resume* çağrısı, ilgili görevin dışındaki görevler tarafından çalıştırılabilir.

*delay(süre)* komutu *suspend* komutuna benzer bir işlev sahiptir. Bu komut çalıştırıldığında ilgili görevin, argüman olarak verilen süre kadar bekler durumunda kalması sağlanır. Bu yolla, görevin işletimi belirli bir süre geciktirilir. Zaman aşımının denetimi, gerçek zamanlı uygulamalarda zamana bağımlı etkinliklerin programlanması gibi uygulamalar bu komutun kullanım örnekleri arasında sayılabilir. *UNIX* işletim sisteminde, *delay* komutu olarak *sleep(n)* komutu kullanılmaktadır. *n*, genelde saniye türünden beklenenek süreyi belirlemektedir.

*change-priority(görev-kimliği)*, *change-attributes(görev-kimliği, öznitelik-alanı)* gibi komutlar, kimliği verilen görevlerin öncelik ve öznitelik bilgilerinin gözlenmesi ve günlenmesi amacıyla kullanılırlar. *change-priority* komutu, ilgili görevin işletim önceliğini gözlemenin yanı sıra günlemeye de olanak sağlayan bir komuttur. Bu komut gerek sistem işletmeni gerekse işletim sisteminde, kendiliğinden, örneğin işletimi aşırı gecikmiş görevlerin işletimlerini, dönem dönem hızlandırmak amacıyla da kullanılır.

Görevlerin değişik durumlar ya da kuyruklar arasında geçişlerini sağlamak amacıyla gerek işletim sisteminin kendisi, gerekse işletmen ya da sistem programcılar tarafından kullanılmak üzere öngörülen ve yukarıda sıralanan sistem çağrılarının yanı sıra, işletim sistemlerine özgü başka çağrılar da bulunur. *UNIX* işletim sisteminde *fork* ve *exec* diye adlandırılan özel sistem çağrıları bunlara bir örnektir. Genel olarak *fork* çağrı (ya da komut), içinde bulunduğu programı, bu komutu izleyen satırдан başlayıp *join* adlı diğer özel bir komut satırına kadar iki parçaaya ayırmak ve parçaların işletimini, biri *fork* komutu tarafından yaratılan oğul görev, diğeri de *fork* komutunu çalıştırın ata görev aracılığıyla, koşut olarak yürütmek için kullanılır. Bu komutlar, birlikte çalışan görevlerin programlanması olanağın veren programlama dillerinde yer alan (*fork-join*, *cobegin-coend* gibi) üst düzey komutlara altyapı sağlamayı amaçlar. Ancak *UNIX* işletim sistemi kapsamında *fork* komutu, yeni görevler yaratmak amacıyla, yukarıda açıklanan *create* komutunun yerine kullanılabilen tek komuttur.

*UNIX* işletim sisteminde yeni bir görev yaratmak amacıyla *fork* ve *exec* sistem çağrı ikilisi kullanılmaktadır. *fork()* sistem çağrısı, bu çağrıyı işleten görevle (kimlik bilgileri dışında) aynı görev iskeletine sahip bir diğer görevi yaratıp hazır görev durumuna getirmek için kullanılmaktadır. Bu bağlamda, *fork()* sistem çağrımasını işleten görev, ata, atanın bir kopyası olarak yaratılan görev de oğul görev olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda *fork()* sistem çağrımasını izleyen program satırları (komutları), biri ata biri de oğul olmak üzere, koşut iki görev tarafından işletilir. Bu nedenle *fork()* sistem çağrısının üreteceği geri dönüş değeri her iki görevce de ele alınır. *fork()* sistem çağrısı ata ve oğul görevlere değişik değerler geri döndürür. Ata

görevde yaratılan oğul görevin görev kimliği (*PID*), oğul görevde ise 0 değeri döndürülür. Oğul görevin ata görevin görünümünden çıkararak özelleşmesi geri dönüş değerleri arasındaki bu ayrim sayesinde olur. Oğul görev, örneğin, `execlp` adlı bir sistem çağrısını kullanarak görev iskeletinde, işletilen programı temsil eden *instruction segment* ve işlenen verileri temsil eden *user data segment* kesimlerini günler. `execlp` adlı sistem çağrısının görünümü aşağıda verilmiştir:

```
int execlp(char* path, char* program, char* arg1, char* arg2,
           ...., char* argn, char* NULL)
```

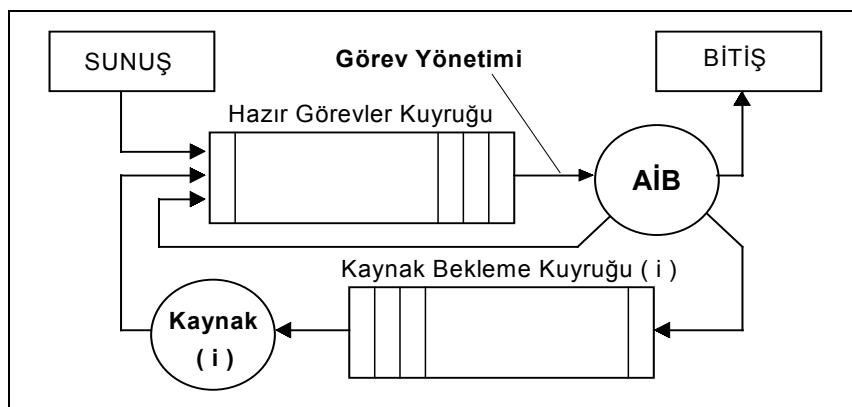
Burada `path` oğul görevin işleteceği amaç `program`'ın yer aldığı kılavuz kütüğü, `arg1`, `arg2`, ..., `argn` ise `program`'ın beklediği argümanları göstermektedir. `program`'ın beklediği argümanlar, C programlama dilinde, `main` adlı ana yordamın `argv[]` olarak anılan argüman dizisi üzerinden aktarılmaktadır. Her uygulamada argüman sayısı değişik olabileceğinden, satırın 0 damgası ile sonlanması gerekmektedir.

Aşağıda `fork` ve `exec` komut ikilisini kullanan 3 program örneklenmiştir. Bu programlardan `prog1` `prog2`'yi, `prog2` ise `prog3`'ü yaratıp başlatmaktadır. `prog1` `fork()` komutu ile önce kendisinin kopyasını yaratmakta ve `if` komutu ile `fork()`'un döndürdüğü değeri sınamaktadır. Kendisi bu değeri sıfırdan büyük bulacağından işletimine `for` döngüsüyle devam etmektedir. `fork()` komutuyla yaratılan kopya oğul görev ise `fork()`'un döndürdüğü değeri 0 bulduğundan `execlp("./prog2","prog2","3",NULL)` komutu ile, `prog2` komutlarını `argv[]` üzerinden aktarılan argümanlarla çalışmaktadır. Aynı açıklama `prog2` ve `prog3` program ikilisi için de geçerlidir. Bu durumda `prog1` 4 kez ana, `prog2` 3 kez kız, `prog3` ise 4 kez torun yazdırıp sonlanmaktadır.

```
/* cc -o prog1 program1.c komutuyla derlenen program1.c */
main()
{
    int i;
    if(fork()==0)
        execlp("./prog2","prog2","3",NULL);
    for(i=0; i<4; i++)
        printf("ana\n");
}
/* cc -o prog2 program2.c komutuyla derlenen program2.c */
main(argc,argv)
int argc;          /* iletilen toplam argüman sayısı */
char *argv[];      /* execlp ile iletilen argümanlar */
{
    int i,son;
    son=atoi(argv[1]);      /* convert char to integer */
    if(fork()==0)
        execlp("./prog3","prog3","2",NULL);
    for(i=0; i<son; i++)
        printf("kız\n");
}
```

```
/* cc -o prog3 program3.c komutuyla derlenen program3.c */
main(argc,argv)
int argc;
char *argv[];
{
int i,son;
son=atoi(argv[1]);
for(i=0; i<son; i++)
printf("torun\n");
}
```

*UNIX*'te her yeni görev değişik bir programı çalıştırıyor olmakla birlikte ata görevden kalan açık kütükleri, *UNIX* kuralları gereği sahiplendirmeyi sürdürmektedir.



Çizim 3.11. Görev Yönetiminin Konumu

### 3.4. Görev Yönetimi

Bir bilgisayar sisteminde görev, işletim sisteminin, ana işlem birimi yönetimi açısından taban aldığı varlıktır. Sistemden hizmet almak amacıyla tanımlanan işler, sunuș aşamasında bir ya da daha çok görevde dönüştürülürler. Bu aşamadan sonra sistemde bir dizi görevin bulunduğu, bunların sistem kaynaklarını kullanabilmek için değişik işletim evrelerinden geçerek birbirleriyle yarışıkları söylenebilir. Görevler arasında yer alan bu yarışın kuralları görev yönetimi kapsamında belirlenir. Daha önceden de belirtildiği üzere sistem kaynaklarının görevler tarafından kullanılabilmesi, ana işlem birimine anahtarlanarak çalışılabilmeyi gerektirir. Bu nedenle görev yönetimi ana işlem biriminin yönetimi demektir. Görev durum çizeneğinde yer alan hazır görev durumundan çalışır görev durumuna geçişler ya da bu gösterime özdeş görev kuyruk çizeneğinde, hazır görevler kuyruğundan ana işlem birimine anahtarlanma işlemleri görev yönetimi kapsamında ele alınır (Çizim 3.11). Görev yönetiminden, görev yönetici olarak adlandırılan ve işletim sistemi çekirdek katmanında yer alan özel bir yordam sorumludur. Görev yönetici:

- Görevlerin giriş/çıkış ve zamanuyumlama istemlerinde bulunmaları, sonlanmaları gibi, görevlerin ana işlem birimini bırakmasını gerektiren durumlarda,

- Yeni bir görevin sisteme sunulması, giriş/çıkış ve zamanuyumlama istemlerinin yerine getirilmesi gibi, hazır görevler kuyruğuna yeni bir görevin eklenmesini gerektiren olaylar sonucunda, ya da,
- Etkileşimli işlem bağlamında, gerçek zaman saatı vuruları sonucunda

ana işlem birimine anahtarlanarak kendisinden sonra işletilecek görevin belirlenmesini sağlar.

Görev yöneticiden sonra ana işlem birimini kullanacak görev, ya görev yöneticinin çalışabilmesi için işletimi kesilen görev ya da (kavramsal olarak) hazır görevler kuyruğunun başında yer alan diğer bir görev olacaktır. Örneğin bir giriş/çıkış işlemi başlatarak bekler duruma düşmüş bir görev, bu işlemin sona ermesi sonrasında ilgili bekler görevler kuyruğundan hazır görevler kuyruğuna bağlanacaktır. Hazır görevler kuyruğuna yeni bir görevin bağlanmış olması, bu aşamadan sonra hangi görevin ana işlem birimini kullanacağı değerlendirmesinin yeniden yapılmasını gerektirecektir. Bu nedenle, yeni bir görevin sisteme sunulması (*create*), giriş/çıkış ya da zamanuyumlama işlemlerinin sonlanması (*resume*), işletim için görevde ayrılan sürenin dolması (gerçek zaman saatı vurusu) gibi olaylar sonrasında ortaya çıkan uyarılarla görev yönetici, ana işlem birimine anahtarlanacak, ilgili görevin hazır görevler kuyruğuna bağlanması ve bunun sonrasında da ana işlem birimini kullanacak görevin belirlenmesini sağlayacaktır.

Yukarıda anılan nedenlerin yanı sıra, bir görevin işletiminin son bulması, durdurulması (*suspend*), önceliğinin değiştirilmesi (*change-priority*) gibi, hazır görevler kuyruğuna yeni bir görev eklemeyi gerektirmeyen nedenlerle de görev yöneticinin işletilmesi ve işletme alınacak yeni görevin belirlenmesi gereklidir. Buradan, görev yöneticinin, ana işlem birimine çok sık anahtarlanan bir sistem görevi olduğu söylenebilir. Ana işlem birimine çok sık anahtarlanan bir görev olması nedeniyle, görev yöneticinin, sistem işletim hızını düşürmemek için küçük boyutlu olması gereklidir.

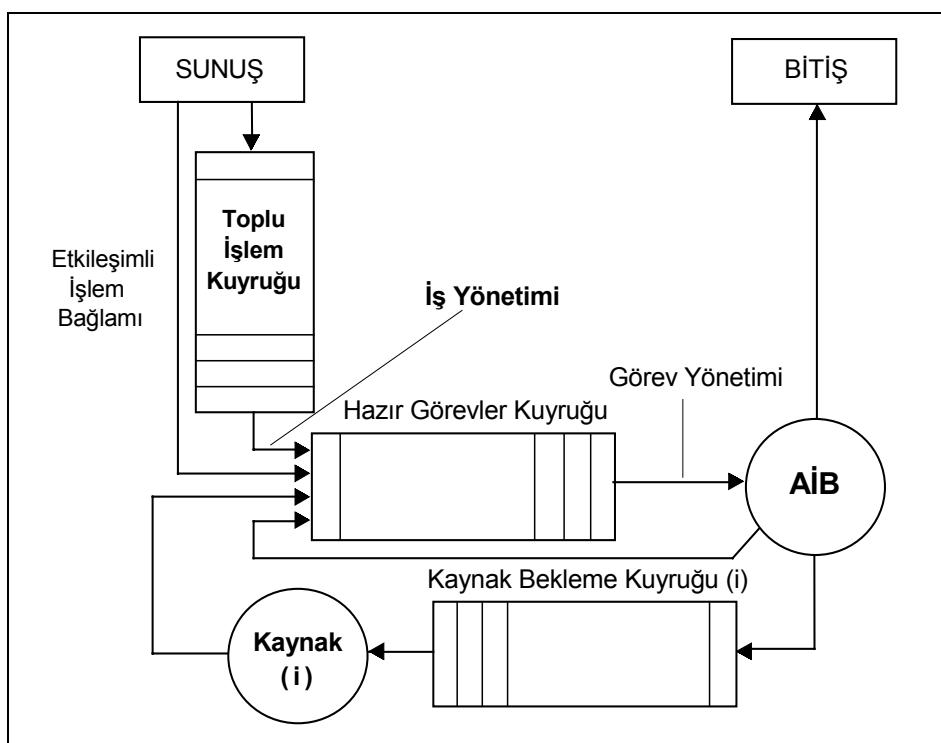
Cocuk sık gündeme gelmesi nedeniyle kimi zaman, görev yönetimi, kısa dönemli planlama olarak da anılır. Bu bağlamda orta dönemli planlama ve uzun dönemli planlama kesimleri de vardır. Görev yönetici, özetle, hazır görevler kuyruğunun düzenlenmesi ve düzenleme sonucu kuyruk başında yer alan görevin ana işlem birimine anahtarlanmasılığını gerçekleştiren işletim sistemi kesimi olarak düşünülebilir. Görev yönetici hazır görevler kuyruğunun düzenlenmesinden sorumlu olmakla birlikte bu kuyruğa eklenecek görevleri belirleyen bir kesim değildir. Hazır görevler kuyruğuna yeni görevlerin eklenmesi işletim sisteminin diğer yönetim kesimleri tarafından sağlanır.

## İş Yönetimi

Kullanıcılar, almayı istedikleri hizmetleri iş tanımlarına dönüştürerek ya etkileşimli ya da toplu işlem düzenlerinde bilgisayar sisteme sunarlar. Sunulan işler, görev tanımları yapılarak görevlere dönüştürülürler. Oluşturulan bu görevler hazır görevler kuyruğuna bağlanarak işletilmek üzere görev yöneticinin yönetimine bırakılırlar. Toplu işlem, dengesiz kaynak talebinde bulunan, örneğin salt ana işlem birimini kullanan

ya da giriş/çıkış kanallarını aşırı yükleyen düşük öncelikli işlerin ele alındığı bir işletim düzenidir. Bu düzen, daha çok, öncelikli işlere ilişkin etkinliklerin azaldığı işletim dönemlerinde, sistem kaynaklarının (ana işlem biriminin, ana belleğin, giriş/çıkış kanallarının) kullanılabilir tutulmasını gözetir.

Sisteme toplu işlem içinde sunulan işler, toplu işlem kuyruğuna bağlanırlar. Bu kuyrukta bekleyen işlerin görevlere dönüştürülüp hazır görevler kuyruğuna bağlanması iş yönetimi kapsamında ele alınır. Toplu işlem kuyruğunda işletilmek üzere bekleyen işlerin ele alınarak görevlere dönüştürülmeleri çok sık yapılan bir işlem değildir. Bu nedenle, toplu işlem kuyruğunda bekleyen işlerin görev tanımlarının yapılarak hazır görevler kuyruğuna bağlanmalarını gerçekleştiren iş yöneticiye, kısa dönemli ile tezat oluşturacak biçimde uzun dönemli planlama kesimi de denir.

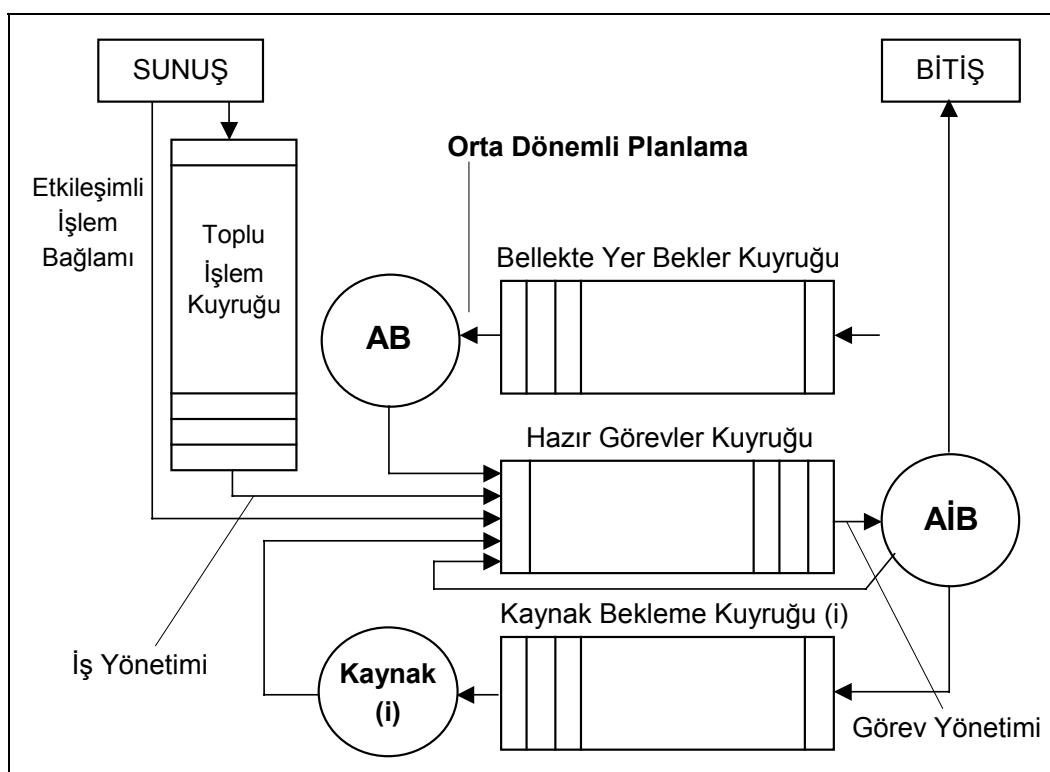


Çizim 3.12. İş Yönetiminin Konumu

Bilgisayar sisteme işler, toplu işlemin yanı sıra etkileşimli işlem bağlamında da sunulurlar. Ancak sisteme etkileşimli işlem içinde sunulan işler, beklemeksizin doğrudan görevlere dönüşüp hazır görevler kuyruğuna eklenirler. Bu nedenle sisteme sunulan işlerin tümünü kapsayan iş yönetimi adlandırmasını, salt toplu işlem kuyruğunu ele alan uzun dönemli planlama olarak düşünmek yanlış olmaz. Bu durumda iş yönetici, dönem dönem, örneğin ana işlem birimi kullanım oranı belirli bir düzeyin altında düşüğünde çalışan ve toplu işlem kuyruğunda bekleyen işleri görevlere dönüştürerek hazır görevler kuyruğuna bağlayan bir kesim olarak tanımlanabilir. Nasıl görev yönetici hazır görevler kuyruğunun düzenlenmesinden ve gerektiğinde bu kuyruğun başında yer alan görevin ana işlem birimine anahtarlanmasıdan sorumlu ise, iş yönetici de toplu

işlem kuyruğunun (ya da kuyruklarının) düzenlenmesinden ve dönem dönem bu kuyruğun başındaki işleri görevlere dönüştürerek hazır görevler kuyruğuna aktarmaktan sorumlu bir işletim sistemi olarak düşünülebilir (Çizim 3.12).

İş yönetimi ana işlem birimi kullanımı ağırlıklı işlerle giriş/çıkış kullanımını ağırlıklı işlerin dengeli bir biçimde işletilebilmelerini gözetir. Zira sistem kaynaklarının verimli kullanımını buna bağlıdır. Bu amaçla iş yönetici, ana işlem birimi kullanım oranını bir ölçüt olarak alıp bu oran düştüğünde hazır görevler kuyruğundaki görev sayısını artırır; bunun tersi olduğu durumlarda ise bu kuyruktaki görev sayısını sınırlı tutmaya çalışır. Buradan iş yöneticinin, görev yönetimi girdilerini düzenleyen bir kesim olduğu söylenebilir. Yukarıda da belirtildiği üzere, bu düzenlemeyi sık sık yapma gereği bulunmadığı açıklar. Bu nedenle iş yönetici sıkça işletilen bir kesim değildir. Ana işlem birimine az sıklıkta anahtarlanıyor olması, görelî çok sayıda kísticası ele alan, karmaşık algoritmalar dayalı olarak gerçekleştirilebilmesine izin verir. Görev yönetici yalnız ve kısa bir yordam iken iş yönetici, genellikle, görelî karmaşık ve uzun bir işletim sistemi kesimi olarak ortaya çıkar.



Çizim 3.13. Orta Dönemli Planlamanın Konumu

## Orta Dönemli Planlama

Hazır görevler kuyruğuna görevler, ya sunuş kesiminden ya da bekleme kuyruklarından ulaşırlar. Sunuş kesiminden gelen görevler, etkileşimli işlem sunuş katmanı (kabuk katmanı) ya da toplu işlem kuyruğundan gelen görevlerdir. Hazır görevler kuyruğuna

girdi üreten bekleme kuyrukları, değişik giriş/çıkış sürücülerine erişim ve zamanuyumlama değişkenlerine (semaforlara) ilişkin bekleme kuyrukları ile bellekte yer bekler görevler kuyruğudur. (Çizim 3.9). Görevlerin giriş/çıkış ve semafor kuyruklarından hazır görevler kuyruğuna geçişleri, giriş/çıkış işlemlerinin sonlanması, zamanuyumlamanın gerçekleşmesi gibi nedenlerle ortaya çıkan uyarılar sonucu gerçekleşir. Başka bir deyişle, bu geçişler iş ve görev yönetiminden bağımsız, kendiliğinden gerçekleşen geçişlerdir.

Bekleme kuyrukları kapsamında düşünülen bellekte yer bekler kuyruğu, bu yönden diğer bekleme kuyruklarından ayrılır. Bellekte yer bekler kuyruğundan bir görevin hazır görevler kuyruğuna bağlanması, toplu işlem kuyruğundan olduğu gibi, değişik kıstaslara dayalı değerlendirmeleri yapacak ve aktarılacak görevi belirleyecek bir kesimin çalışmasını gerektirir. Bu kesimin gerçekleştirdiği yönetim, görev ve iş yönetimlerinin adlandırılmasında olduğu gibi, işletim sıklığı göz önüne alınarak orta dönemli planlama diye anılır.

Çalışan bir görevin bitmesi sonucu ana bellekte yer açılması, hazır görevler kuyruğunda bekleyen görev sayısının belirli bir sınırın altına düşmesi gibi durumlarda ana işlem birimine anahtarlanan bu kesim, bellekte yer bekleyen görevler kuyruğundan bir görev'e, ana bellek yönetim kesimiyle eşgüdüm içerisinde bellekte yer bulunmasını sağlayarak hazır görevler kuyruğuna bağlanmasını gerçekleştirir. Bu durumda orta dönemli planlama kesimi, dönem dönem işletme girerek bellekte yer bekler kuyruğundan hazır görevler kuyruğuna girdi sağlayan bir kesim olarak düşünülür (Çizim 3.13). Nasıl iş yönetici ana işlem birimi ile giriş/çıkış birimlerinin dengeli kullanımını kıtasalarak hazır görevler kuyruğuna girdi oluşturuyorsa, orta dönemli planlama kesiminin de, ana işlem birimi ile ana belleğin birlikte, dengeli kullanımını sağlamak üzere girdi oluşturan ve bu yolla görev yönetimini destekleyen bir kesim olduğu söylenebilir.

### **3.5. Yönetim Algoritmaları**

İşletim sistemlerinin kullandığı yönetim algoritmaları, genel hatlarıyla hem uzun dönemli (iş yönetimi), hem kısa dönemli (görev yönetimi), hem de orta dönemli planlamaların tümü için kullanılabilir. Yukarıda da açıklandığı üzere, iş yönetimi toplu işlem kuyruğunun, görev yönetimi hazır görevler kuyruğunun, orta dönemli planlama kesimi ise bellekte yer bekler kuyruğunun düzenlenmesinden sorumludur. Bunlar sorumlu oldukları kuyruklera yeni bir iş ya da görev eklenmesi gerektiğinde ana işlem birimine anahtarlanan, kuyruklarda yer alan görev kimliklerini, belirli kıstaslara göre sıralı yapıda tutan ve kuyruk başında yer alan işin ya da görevin, yönetim kesiminin niteliğine göre ya hazır görevler kuyruğuna aktarılmasını ya da ana işlem birimine anahtarlanmasını gerçekleştiren sistem görevleri olarak düşünülebilirler. Yönetikleri kuyruklar farklı olmakla birlikte yerine getirdikleri yönetim ya da düzenleme işlevleri aynıdır. Bu nedenle, gerek iş yönetimi, gerek görev yönetimi ve gerekse orta dönemli planlama kesimlerinin kullanabildiği algoritmalar da kabaca aynıdır. İzleyen kesimde bu algoritmalar, daha çok görev yönetimi çerçevesinde açıklanacaktır. Ancak iş yönetimi

ya da orta dönemli planlamanın gerektirdiği özel durumlar söz konusu olduğunda ilgili ayrıntılar ayrıca açıklanacaktır<sup>12</sup>.

Bilindiği üzere, işletim sisteminin görev yönetimi kesimi, ana işlem biriminin, sistemde tanımlı görevler arasında paylaştırılmasından sorumludur. Bu paylaşırma yapılrken temel amaç sistem başarımının yükseltilmesidir. Sistem başarımı dendiğinde, bir yandan sistemden yararlanan kullanıcırlara verilen hizmetin niteliğini belirleyen (toplu işlemde) iş tamamlanma süresi, (etkileşimli işlemde) yanıt süresi gibi kıtaslar göz önünde tutulurken diğer yandan, bu kıtasalarla kimi zaman çelişebilen sistem kaynaklarının verimli kullanımı akla gelir. Sistem başarımını gözetlen görev yönetimi kesimi de, bu bağlamda:

- Ana işlem biriminin verimli kullanımı
- Birim sürede sonlandırılan iş sayısı
- Ortalama iş tamamlanma süresi
- Bekleme süresi
- Yanıt süresi

gibi, hem kullanıcırlara verilen hizmetin niteliğine, hem de bilgisayar sisteminin verimli kullanımına ilişkin kıtasları gözetlen algoritmala dayalı olarak gerçekleştirilir.

- Ana işlem biriminin verimli kullanılmasından, bu kaynağı mümkün olduğunca çalışır durumda tutulması anlaşılır. Ana işlem birimi, çalıştığı sürelerin dışında boşta. Boşta olan ana işlem birimi komut işletimi yapmayan (ana belege erişmeyen) ancak bulunduğu boşta durumundan çıkışmasını sağlayacak yeniden başlatma, kesilme gibi kimi dış uyarıları bekleyen bir ana işlem birimidir. Ana işlem biriminin çalışıyor olması makina komutları işletiyor olması demektir. Bu bağlamda, işletilen komutların hizmete dönük, yararlı iş üretip üretmedikleri gözetilen bir husus değildir. Örneğin bir koşulun oluşması (örneğin klavyede bir tuşa basılması) beklenirken işletilen sinama döngü komutları, hizmet üretmeyen ancak ana işlem birimini çalışır tutan komutlardır. Bununla birlikte ana işlem biriminin büyük oranlarda çalışır tutulması, hizmete dönük yararlı iş üretebilmenin de (yeterli olmamakla birlikte) gerekli bir ön koşuludur.
- Ana işlem biriminin çalışır durumda tutuluyor olması, yukarıda da belirtildiği gibi, tek başına, üretilen hizmetin tam bir ölçüsü olamayacağından birim sürede tamamlanan ortalama iş sayısı sistem başarımının daha dolaysız bir ölçüsüdür. Yönetim yazılımlarının kullandığı algoritmalar, bu parametreye dayalı olarak öngörülebilirler.

---

<sup>12</sup> Bilindiği gibi, bilgisayar sisteme programlar, genelde ya toplu işlem ya da etkileşimli işlem bağlamında sunulur. Günümüzde bilgisayar hizmetleri, işlem ve saklama sığaları gelişmiş, tekil ya da bir ağ içinde kümelenen kişisel bilgisayar sistemlerinden alınır bir biçimde gelmiştir. Bunun doğal sonucu olarak bu bilgisayar sistemlerinin kullandığı işletim sistemleri de salt etkileşimli işlem gözetilerek tasarlanmıştır. Bu durumda, çok kullanıcılı bilgisayar sistemlerinde anlamlı olabilen iş yönetimi işletim sisteminin bir parçası olma özelliğini kabettiş, görev yönetimi ön plana çıkmıştır. Bu nedenle, tarihsel süreç içerisinde, daha çok iş yönetimi için geliştirilen yönetim algoritmaları, günümüzde görev yönetimi için kullanılmaktadır.

- Birim sürede tamamlanan iş sayısı yerine, işlerin ortalama tamamlanma süreleri de sistem başarımının bir ölçüsüdür. İş tamamlanma süresi, işlerin sisteme sunuluşlarından bitişlerine (sonlanmalarına) kadar geçen sürelerin ortalamasıdır. Bir işin tamamlanma süresi, o işin sunuş kuyruğunda (örneğin toplu işlem kuyruğunda) bekleme, görev tanımlarının yapılmasıından sonra işletme alınma, dönüşümlü olarak giriş/çıkış, zamanuyumlama kuyruklarında bekleme ve işletilme sürelerinin toplamıdır.
- İş tamamlanma süresi işletim ve bekleme sürelerinin toplamıdır. Bu toplamın yanı sıra, sistem kaynaklarını diğer işlerle (ya da görevlerle) paylaşmaktan kaynaklanan bekleme süresinin kendisi de, yönetimin dayanabileceği bir kıtas ve sistem başarım ölçüsüdür. Bekleme süresi, işlerin ya da görevlerin, ana işlem birimi kullanımı dışında kaynak bekleyerek geçirdikleri sürelerin ortalamasıdır.
- Etkileşimli işlem ortamında işletilen iş ve görevlerin sonlanma hızı, terminali başında sonuç bekleyen kullanıcıya hemen yansyan bir durumdur. Bu bağlamda kullanıcının, çalıştırıldığı komutlara aldığı yanıtların süreleri de verilen hizmetin niteliğinin bir ölçüsüdür. Bu sürelerin ortalaması, kısaca yanıt süresi olarak anılır. Yanıt süresinin ölçümünde genellikle aritmetik ortalama kullanılır. Ancak yanıt sürelerinin standart sapması da kullanılabilen diğer anlamlı bir ölçümdür. Standart sapmanın küçük tutulmaya çalışıldığı sistemlerde, yanıt sürelerinin işletimden işletme büyük değişiklikler göstermediği, yanıt süreleri açısından öngörülebilir bir sistem görünümü sağlanabilmektedir.

Görev yönetimi kapsamında, bu kıstaslardan bir ya da birkaçını birlikte gözetlen değişik yönetim algoritmaları kullanılır. Bunlardan kimileri:

- İlk gelen önce (*First Come First Served*)
- En kısa işletim süresi kalan önce (*Shortest Remaining Time First*)
- Öncelik tabanlı (*Priority Based*)
- Zaman dilimli (*Time Sliced, Round-Robin*)
- Çok kuyruklu (*Multi-level queues*)

gibi adlarla anılırlar. Bu algoritmaları, işletilmekte olan bir görevin işletimini, bu görevin iradesi dışında kesen ya da kesmeyen algoritmalar olmak üzere iki değişik sınıfta ele almak olanaklıdır. Bilindiği gibi görev yönetici, ya giriş/çıkış isteminde bulunma, sonlanma ve zamanuyumlama gereksinimleri gibi işletilmekte olan görevlerin kendilerinden kaynaklanan nedenlerle ya da hazır görevler kuyruğuna yeni bir görevin bağlanması gerektiğini gerektiren durumlarda ana işlem birimine anahtarlanmaktadır. Hazır görevler kuyruğuna yeni bir görevin bağlanması, bileşimi değişen hazır görevler kuyruğundan hangi görevin çalıştırılacağına yeniden belirlenmesini gerektirir. Eğer bu belirleme, o anda işletilmekte olan görevi de içerecek biçimde yapılrsa uygulanan algoritmanın kesen (*preemptive*) algoritma olduğu söylenir. Başka bir deyişle, bir görev, uygulanan yönetim gereği bir kez ana işlem birimine anahtarlandıktan sonra giriş/çıkış, zamanuyumlama gereksinimleri gibi, kendisinden kaynaklanan nedenler

dışında (kendi istemi dışında) da ana işlem birimini bırakmak zorunda kalıyorsa uygulananan yönetim algoritması kesen algoritma olarak adlandırılmaktadır. Doğal olarak görevlerin işletimlerinin kendi istemleri dışında kesilmediği durumlarda da kesmeyen (*non-preemptive*) algoritmalar söz edilmektedir.

### **3.5.1. İlk Gelen Önce Algoritması (*First Come First Served*)**

İlk gelen önce algoritması, adından da anlaşılacağı üzere, görevlerin eş öncelikli olarak ele alındığı ve görevlerin, hazır görevler kuyruğuna geliş sırasında işletildiği, çok yalın bir yönetim algoritmasıdır. Bir görevin, sisteme ilk kez sunulma, başlatılan bir giriş/çıkış işleminin sonlanması, zamanuyumlanmanın gerçekleşmesi gibi herhangi bir nedenle hazır görevler kuyruğuna bağlanması gerektiğinde, bu algoritma gereğince, kuyruğa sonuncu öge olarak bağlanır. İşletilmekte olan görevin, kendi istemiyle ana işlem birimini bırakması sonucu, kuyruk başında yer alan görev ana işlem birimine anahtarlanır. İlk gelen önce algoritması, görevlerin eş öncelikli olması nedeniyle kesen bir algoritma değildir.

Gerçekleştirimi çok yalın ve kısa bir biçimde yapılabilen bu algoritma, yönetiminin üstlendiği tüm görevleri, niteliklerini gözetmeksizin aynı öncelikle ele alması nedeniyle, genelde yüksek başarıyı sağlayan bir algoritma değildir. İlk gelen önce algoritması, iş yönetimi kapsamında da aynı ad ve ilkeye dayalı olarak kullanılır. Bu bağlamda işlerin, toplu işlem kuyruğundan alınıp görevlere dönüştürülerek hazır görevler kuyruğuna aktarılmaları, sisteme sunulmuş sırasında gerçekleştirilir.

### **3.5.2. En Kısa İşletim Süresi Kalan Önce (*Shortest Remaining Time First*)**

En kısa işletim süresi kalan önce algoritmasında, görevlerin ana işlem birimine anahtarlanmasında göz önüne alınan kıtas, görevlerin sonlanabilmeleri için arda kalan işletim süreleridir. En kısa işletim süresi kalan göreve öncelik sağlanarak bir an önce sistemden çıkışması ve bu yolla en kısa ortalama bekleme süresinin elde edilmesi amaçlanır. En kısa işletim süresi kalan önce algoritması, var olan diğer yönetim algoritmaları içinde, kuramsal olarak, ortalama bekleme süresi yönünden en iyi sonucu veren algoritmadır. Ancak kalan işletim süresi ölçülebilin bir değer değildir. Bu değerin bir biçimde kestirilmesi gereklidir. Bu kestirim iş yönetimi kapsamında sağlıklı bir biçimde yapılabilir. İşler bilgisayar sistemine sunulurken, gereksedikleri ana işlem birimi zamanı ( $t_{max}$ ) bilgisi, genelde kullanıcılarından alınır. Bu bilgi, algoritmanın iş yönetimi çerçevesinde kullanımını için yeterlidir. Zira her işin, işletiminin herhangi bir aşamasında ne kadar süreyle ( $\sum t_i$ ) ana işlem biriminden yararlandığı, sayışının bir gereği olarak bilinir. Bu iki değer arasındaki ayırım ( $t_{max} - \sum t_i$ ), işin kalan işletim süresi olarak kullanılır. Aynı bilginin görev yönetimi çerçevesinde de kullanılması düşünülebilir. Ancak bu süre, ilgili işe ilişkin görev ya da görevlerin ana işlem biriminden gereksediği toplam süredir. Bu sürenin, görev(ler) tarafından kaç anahtarlanma sonucu tüketileceği, her anahtarlanmada hangi görevin ana işlem birimini ne kadar süre işgal edeceği, bu bilgiye dayanılarak kestirilemez. Söz konusu algoritma görev yönetimi için kullanılacağı zaman, görevlerin herbiri için, her anahtarlanmada,

ana işlem birimini ne kadar süre işgal edeceklerinin başka bir yolla kestirilmesi gerekir. Bu amaçla üstel (eksponansiyel) ortalama olarak anılan bir kestirim yöntemi kullanılabilir. Bu yöntemde, bir görevin gelecek işletiminde harcayacağı ana işlem birimi süresi; o görevin bir önceki işletiminde harcadığı süre ile bir önceki kestirimden (tarihçesinden) yararlanılarak, aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanır:

$$\tau_{n+1} = \alpha t_n + (1 - \alpha) \tau_n$$

$\tau$  : kestirilen işletim süresi;

$t$  : gerçekleşen işletim süresi

Bu formül içinde yer alan  $\alpha$  değişmez {0-1} aralığında değer alan bir sayıdır.  $\alpha$  değişmezinin 0 değerini alması durumunda  $\tau_{n+1} = \tau_n$  olacağından geçmişte gerçekleşen işletim süreleri göz önüne alınmaksızın, aynı görev için hep aynı kestirim değerinin kullanıldığı durum ortaya çıkar.  $\alpha$  değişmezinin 1 değerini alması durumunda ise, bu kez  $\tau_{n+1} = t_n$  olacağından gelecek işletim süresinin kestirimi olarak, bir önce gerçekleşen işletim süresi alınmış olacaktır. Yukarıda verilen formülün açılmış biçimini aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}\tau_{n+1} &= \sum \alpha (1-\alpha)^i t_{n-i} \quad (0 \leq i \leq N) \quad \text{ya da} \\ \tau_{n+1} &= \alpha t_n + \alpha (1-\alpha) t_{n-1} + \dots + \alpha (1-\alpha)^k t_{n-k} + \dots\end{aligned}$$

Bu açılımdan da anlaşılacağı üzere  $\alpha$  değişmezinin {0-1} aralığındaki değerleri alması durumunda, gelecek işletim süresinin kestirim değeri olarak, geçmiş işletim sürelerinin  $\alpha(1-\alpha)^k$  çarpımı ile dengelenen bir ortalaması kullanılır.

Görevlerin bu ya da buna benzer yöntemlerle belirlenen gelecek işletim süreleri taban alınarak ana işlem birimine anahtarlanmaları gerçekleştirilir. Örneğin herhangi bir görev hazır görevler kuyruğuna bağlanacağı zaman, işletime alındığında ana işlem birimini ne kadar süre işgal edeceğini hesaplanır. Elde edilen kestirim değerine göre hazır görevler kuyruğunda ilgili yere eklenir. Bu algoritma ile, hazır görevler kuyruğunun, görevlerin, gelecek işletim sürelerine ilişkin kestirimlere göre sıralı bir düzende tutulabileceği söylenir.

En kısa işletim süresi kalan önce algoritması, görev yönetimi kapsamında hem kesen hem de kesmeyen algoritma olarak gerçekleştirilebilir. Bu algoritma, iş yönetimi (toplu işlem kuyruğunu düzenlenmesi) için kullanıldığında en kısa iş önce (*Shortest Job First*) olarak adlandırılmaktadır.

### 3.5.3. Öncelik Tabanlı Algoritma (*Priority based*)

Öncelik tabanlı algoritma, yukarıda açıklanan algoritmanın genelleştirilmiş biçimidir. Bu algoritma için her görevin bir önceliği bulunur. Bu öncelik değeri görev iskeleti içinde, öncelik alt alanında tutulur. Görevler genelde, sisteme sunulmuşları sırasında 0'dan  $N'$ 'ye kadar değişen bir öncelik değeri alırlar. Örneğin görev iskeleti içinde öncelik alt alanı bir bayttan oluşuyorsa görevler 0'la 255 değerleri arasında bir önceliğe sahip olabilirler. Bu bağlamda yüksek öncelikli ya da düşük öncelikli görevlerden söz edilir.

Görev öncelikleri, ana işlem birimi kullanım süresi, ana bellek gereksinimi, giriş/çıkış kanal kullanım sıklığı gibi görevin sistem kaynaklarına ilişkin ölçülebilir taleplerine, ait olunan kullanıcı grubunun özelliklerine, sisteme sunuluş (etkileşimli - toplu işlem) biçimine dayalı olarak belirlenir.

Bu algoritmaya göre, ana işlem birimine yeni bir görev anahtarlanacağı zaman en yüksek önceliğe sahip görev seçilir. Bunun için hazır görevler kuyruğunun görev önceliği sırasında tutulması ve hep kuyruk başındaki görevin ana işlem birimine anahtarlanması bir gerçekleştirim yöntemi olarak düşünülebilir. Bu yaklaşım anlaması kolay, mantıklı bir yaklaşımdır. Ancak görevlerin, hazır görevler kuyruğa, geliş sırasında eklenmesi ve en öncelikli görevin, ana işlem birimine anahtarlama yapma aşamasında, kuyruğun taranarak saptanması da bir diğer gerçekleştirim biçimini olabilir. Buradaki tercihi, doğal olarak sıralı tutulan bir kuyruğa yeni bir öğe ekleme ile kuyruk tarama maliyetlerin oranı belirleyecektir. Öncelik tabanlı görev yönetim algoritması, hem kesen hem de kesmeyen algoritma olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Bir bilgisayar sisteminde çalışan tüm görevler, ana işlem birimine, her zaman hazır görevler kuyruğu üzerinden anahtarlanmazlar. Kimi görevler, (kesilmeler gibi) donanımdan kaynaklanan uyarılar sonucunda, görev yöneticinin denetimi dışında da ana işlem birimine anahtarlanabilirler. Ana işlem birimine bu biçimde anahtarlanan görevler, yerine getirdikleri hizmetler yönünden, çoğunlukla zamana bağlı, gecikme tanımayan özel sistem görevleridir. Öncelik tabanlı görev yönetimi, uyarılara bağlı olarak ana işlem birimine anahtarlanan görevler için uyarı tabanlı (*event driven*) görev yönetimi olarak adlandırılır. Uyarı tabanlı görev yönetiminde görev önceliği, görevlerin bağlı oldukları uyarıların ana işlem birimi tarafından ele alınma önceliğiyle belirlenir. Uyarı tabanlı görev yönetimi, daha çok süreç denetimi gibi gerçek zamanlı uygulamaların yürütüldüğü sistemlerde kullanılır.

Görevlerin öncelikleri, sunuş aşamasında bir kez belirlendikten sonra, tüm işletimleri boyunca, genellikle bir daha değişmez. Ancak özellikle çok yüklü sistemlerde, yüksek öncelikli işlerin, sistemde hiç eksik olmaması yüzünden düşük öncelikli işlerin işletimleri, aşırı boyutlarda gecikebilir. Bu sakincayı ortadan kaldırmak üzere öncelik yaşlanması (*priority aging*) olarak anılan bir yöntem kullanılır. Bu yöntemle, kimi istisnalar dışında, sistemde çalışan tüm görevlerin öncelikleri, işletim sistemi tarafından, belirli sıklıkta (örneğin her yarım saatte bir) *modulo N* bir artırılır. (*i*) öncelik değerine sahip bir görevin (*i+1*) öncelik değerine sahip bir görevden daha öncelikli olduğu varsayılarak, öncelik değeri *N*'ye ulaşan bir görevin, bu yöntemle, bir sonraki adımda 0 değeri ile en öncelikli görev'e dönüşmesi gerçekleşir. Böylece düşük öncelikli görevlere de yüksek öncelik kazanarak işletilebilme şansı sağlanmış olur.

### **3.5.4. Zaman Dilimli Algoritma (*Time Sliced - Round Robin*)**

Zaman dilimli görev yönetim algoritmasıyla, hazır görevler kuyruğunda bekleyen görevler, eşit uzunluktaki zaman dilimleri içinde ana işlem birimine, sırayla anahtarlanır. Örneğin, her 5 milisaniyede bir gelen saat uyarılarıyla ana işlem birimine anahtarlanan görev yönetici, çalışmakta olan görevi, hazır görevler kuyruğunun sonuna

ekler. Kuyruk başındaki görevi de, kendisinden sonra çalışmak üzere ana işlem birimine anahtarlar. Görevlerin işletimi, giriş/çıkış ve zamanuyumlama istemi gibi nedenlerle kendilerine ayrılan zaman dilimi dolmadan sonlanabilir. Bu durumda da, yine görev yönetici ana işlem birimine anahtarlanır. Zaman aralığı sayacını sıfırlayarak kuyruk başındaki görevi, yeni bir zaman dilimi için çalıştırır.

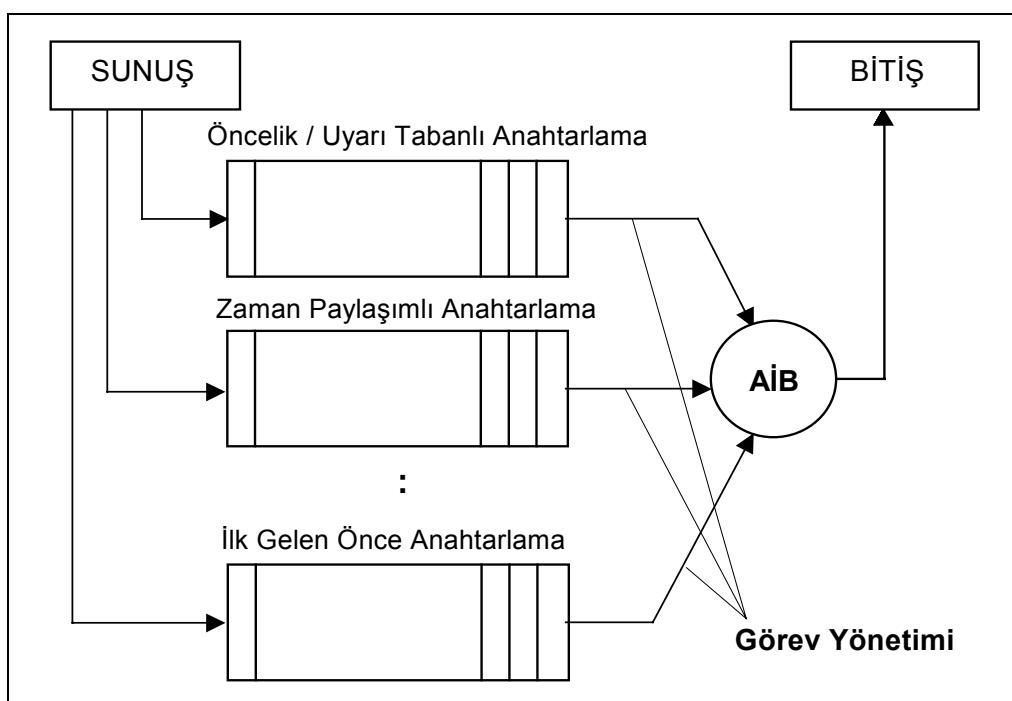
Zaman dilimli görev yönetim algoritması, çoğunlukla, etkileşimli işlemin uygulandığı sistemlerde kullanılır. Etkileşimli işlem kapsamında işletilecek işler, görev tanımları yapılarak hazır görevler kuyruğuna bağlanırlar. Görevlere ayrılan zaman aralığının  $t$  milisaniye, sistemde aynı anda işletime alınan görev sayısının da  $n$  olduğu varsayılsa bu sistemde her görevin  $t \times n$  milisaniye sıklığında işletileceği söylenebilir. Yukarıda verilenörnekte olduğu gibi, görevlerin 5 milisaniye süreyle ana işlem birimine anahtarlandığı düşünülürse, sistemde aynı anda 20 görevin çalıştığı bir durumda her göreven en geç 100 milisaniyede bir (1/10 saniyede bir) sıra geleceği söylenebilir. Zaman dilimli yönetim algoritması uygulanırken kullanılan zaman aralığının (diliminin) seçimi önemlidir. Eğer bu süre çok uzun tutulursa görevlere sıra gelme sıklığı ve etkileşimli işlem başarımı düşer. Bu sürenin çok kısa tutulması durumunda ise görev anahtarlama işlemlerine harcanan sürenin görev işletimine ayrılan süreye oranı artarak ana işlem birimi kullanım verimliliğinin düşmesine neden olunur.

Zaman dilimli görev yönetim algoritması, öncelik tabanlı görev yönetimi çerçevesinde düşünüldüğünde eş öncelikli bir algoritma olarak değerlendirilebilir. Zira görevler, başkaca hiçbir kistas göz önüne alınmaksızın, sırayla, eşit zaman aralıklarında ana işlem birimini kullanmaktadır. Zaman dilimli görev yönetimi, şimdideki açıklandan diğer algoritmalarдан farklı olarak, doğası gereği, salt, kesen bir algoritmadır.

### **3.5.5. Çok Kuyruklu Algoritma (*Multi-level Queues*)**

Şimdideki incelenen görev yönetim algoritmalarında, görevlerin, ana işlem birimine anahtarlanabilmek için tek bir hazır görevler kuyruğu üzerinde beklediği ve bu kuyruk üzerinde bekleyen tüm görevlere aynı yönetim algoritmasının uygulandığı varsayılmıştır. Bunun yanı sıra, söz konusu yönetim algoritmalarının herbiri için, belirgin bir işletim ortamı bulunduğu söylemiştir. Örneğin en kısa işletim süresi kalan önce algoritmasının, görevlerin sonlanması açısından en kısa bekleme süresini sağlayan bir algoritma olduğu belirtildikten, zaman dilimli yönetim algoritmasından, etkileşimli işlem ortamının kurulmasında yararlanılan bir algoritma olarak söz edilmiştir. Bir bilgisayar sisteminde işletme alınan görevler çok değişik niteliklerde olabilirler. Bu görevlerden kimileri, örneğin etkileşimli işlem ortamında program geliştiren kullanıcı görevleri olabilirken, kimileri de toplu işlem kuyruğundan sisteme sunulmuş ve sistem kaynaklarını boş dönemlerinde çalışır tutmayı amaçlayan işlerle ilgili görevler olabilir. Bunun yanı sıra işletilen görevler arasında hiç bekletilmeden ana işlem birimine anahtarlanması gereken çok öncelikli sistem görevleri de bulunur. Bu görevlerin hepsini aynı hazır görevler kuyruğuna bağlamak ve bunların tümüne aynı yönetim algoritmasını uygulamak tüm görevler için uygun bir yol olmayabilir. Örneğin en kısa işletim süresi kalan önce algoritmasının tüm görevlere uygulanması, etkileşimli işlem ortamını tümüyle yozlaştırabilir.

Bu nedenle, değişik yönetim algoritmalarının olumlu yanlarını biraraya getirmek ve sakıncalarını azaltmak üzere çok kuyruklu algoritma kullanılır. Çok kuyruklu algoritmada ana işlem birimine anahtarlanmayı bekleyen görevler, ortak bir hazır görevler kuyruğu yerine, görevin türüne göre ayrı kuyruklara bağlanırlar. Ortaya çıkan birden çok kuyruğun herbiri için, yukarıda açıklanan algoritmaların uygun olanı kullanılır (Çizim 3.14). Bu durumda, örneğin, sistemde etkileşimli işlem ortamında çalışmak üzere tanımlanan görevler, zaman dilimli algoritmanın uygulandığı kuyruk üzerinden, toplu işlem kapsamında sunulan işlerle ilgili görevler ise ilk gelen önce ya da en kısa işletim süresi kalan önce algoritmalarının uygulandığı diğer kuyruklar üzerinden işletme alınırlar. Bunun gibi, öncelik tabanlı algoritmanın yönetim başarısını yükselttiği görevler için de, bu algoritmanın uygulandığı ayrı bir kuyruk öngörülür.



Çizim 3.14. Çok Kuyruklu Görev Yönetimi

Değişik kuyruklara bağlı olmalarına karşın, görevlerin, anahtarlanmayı bekledikleri ana işlem birimi sayısı kısıtlıdır. Bu nedenle ana işlem birimine yeni bir görev anahtarlanacağı zaman bu görevin hangi kuyruktan seçileceğinin de belirlenmesi gereklidir. Bu bağlamda izlenebilecek yollardan biri, hazır görev kuyruklarına çeşitli önceliklerin verilmesidir. Bu durumda bir görevin ana işlem birimine anahtarlanabilmesi için hem bulunduğu kuyruğun başında yer olması hem de bulunduğu kuyruktan daha öncelikli kuyrukların boş olması gereklidir. Bu yöntemin sakıncası, öncelik tabanlı algoritma açıklanırken belirtildiği üzere, çok yüklü sistemlerde, düşük öncelikli kuyruklarda yer alan görevlerin aşırı derecede gecikmesidir. İzlenebilir diğer bir yol, değişik hazır görev kuyrukları arasında, zaman dilimli yönetim algoritmasını uygulamaktır. Bu yöntemle, sistemde bulunan değişik kuyruklara, öncelikleriyle uyumlu sayıda zaman dilimi verilir. Eğer sistemde, örneğin 3 değişik kuyruk varsa, bu

kuyruklardan en önceliklisine örneğin 5, onu izleyene 3, son kuyruğa da 1 zaman dilimi ayrılır. Kuyruklara ayrılan zaman dilimleri içinde, kuyruk içi sırada, işletilebilen sayıda görev işletilir. Bu yolla kuyruk ve görevler arası öncelikler korunurken çok düşük öncelikli işlere de, dönem dönem işletim hakkı tanınarak aşırı gecikmeleri önlenir.

Çok kuyruklu görev yönetim algoritmasını da kesen algoritmalar çerçevesinde düşünmek gereklidir. Zira bu algoritma, buraya deðin bilinen kesen ya da kesmeyen algoritmaların bir karışmasıdır. Çok kuyruklu görev yönetim algoritması, genel amaçlı büyük boy bilgisayar sistemlerinde kullanılan bir yönetim algoritmasıdır.

### **3.6. İşletim Dizileri (*Threads*)**

Görev bir programın işletimine verilen addır. Kimi programlar, yerine getirdikleri işlev açısından koþut işletilebilecek kesimler içerirler. Bu kesimlerin tek bir program içinde yer almaları ardarda işletilmelerini zorunlu kılar. Koþut işletilebilir her kesim için ayrı bir program öngörüp bunları koþut işletmek ve bu yolla işletimi hızlandırmak ve verilen hizmetin niteliðini artırmak mümkündür. Ancak ortak bir amaca (işlevle) dönük değişik kesimlerin ayrı programlar tarafından ele alınması, bu kesimlere ana bellekte işletim sistemi tarafından ayrı adres (kod ve veri) alanları ayrılması sonucunu doğurur ve sözkonusu kesimlerin ortak verileri paylaşmalarını zorlaştırr. Bu paylaşım, çoðunlukla bir programın adres evreninden diğer bir programın adres evrenine veri aktarma yoluyla gerçekleşir. Örneðin *UNIX* işletim sisteminde koþut çalışan iki ayrı programın (görevin) veri alış verisi, Birlikte Çalışan Görevler konu başlığı altında ayrıntılı olarak açıklanacağı üzere, genelde bir adres evreninden diğer bir adres evrenine veri aktarımı yapan *pipe* ve *fifo* gibi kimi görevlerarası veri iletişim araçları (sistem çağrıları) ile, işletim sistemi ve sistem kaynakları yönünden pahalı bir biçimde mümkün olabilmektedir.

Bu durum, aslında, işletim sisteminin her görevi tek bir işletim dizisi gibi görmesinden kaynaklanmaktadır. Tek bir program içinde birden çok koþut çalıştırılabilir işletim dizisi öngörülebilmesi durumunda bu dizilerin aynı adres evrenini paylaşması ve bu yolla veri alışveriþinin kolaylaştırılması sağlanır. Bir program içinde yer alan koþut çalıştırılabilir kesimler işletim dizileri (*threads*) olarak adlandırılır. Bu bağlamda görev, ilgili işletim dizilerinin çalıştığı ortak bir işletim ortamı olarak düşünülür. İşletim sistemi, ana bellek, giriş/çıkış (kütükler) gibi sistem kaynaklarını görevler düzeyinde atar ve o düzeyde izler. Bir görev içinde tanımlı işletim dizileri sözkonusu bu kaynakları paylaşırlar. Ancak işletim dizisi olarak tanımlanmış her kesimin kendine özgü bir program sayacı bulunur. Bu yolla ana işlem birim(ler)ine ayrı ayrı anahtarlanarak koþut bir biçimde işletilebilirler. Bir görevle ilişkin işletim dizilerinin ana işlem birimine anahtarlanmaları “görev anahtarlama”ya göre daha dar kapsamlı dolayısıyla daha hızlı ve daha ucuz bir yol olan “baðlam anahtarlama” yoluyla gerçekleşir. İşletim dizileri, aynı görevler gibi, işletimleri sırasında hazır, bekler, çalışır gibi durumlarda bulunurlar.

İşletim dizilerinin yönetimi genelde, kullanıcı evreninde ya da işletim sistemi evreninde olmak üzere iki değişik biçimde gerçekleşir. Eğer yönetim kullanıcı evreninde ele alınıyorsa işletim sistemi işletim dizilerinin varlığından habersizdir. Bu durumda

kullanıcı evreninde çalışan bir yönetim paketi bir görev içinde tanımlanmış değişik işletim dizilerinin yönetimini üstlenir. Bir işletim dizisi herhangi bir nedenle işletimi bıraktığında, aynı görev içinde tanımlı hangi işletim dizisinin işletime alınacağını, ilgili görevle birlikte işletimde bulunan sözkonusu yönetim paketi belirler. Aynı yönetim paketi birden çok işletim dizisi içeren programlar tasarılanırken, programcılara işletim dizisi tanımlama, çalışma, durdurma, zamanuyumlama gibi işlevleri de sağlarlar. Başka bir deyişle bu tür programlar tasarılanırken ilgili paketin tanım ve işlevleri kullanılır. *POSIX P-Threads* ve *Mach C-Threads*, günümüzde bu tür işletim dizisi yönetim paketlerine verilebilecek iki örnektir.

Kimi modern işletim sistemleri, görevlerin yanı sıra görevler altında yer alan işletim dizilerinin yönetimini de üstlenir. Çok işletim dizili işlem (*multi-threading*), bu durumda işletim sisteminin bu amaçla sağladığı sistem çağrıları kullanılarak gerçekleştirilir. *Windows NT* böyle bir işletim sistemine verilebilecek en belirgin örnektir.

Çok işletim dizili işleminin, kullanıcı evreni yönetim paketleriyle mi yoksa işletim sisteminin sağladığı araçlarla mı ele alınması gerektiği halen tartışılan bir konudur. Her iki yaklaşımın da kendine özgü üstünlükleri ve sakıncaları sözkonusudur. Bununla birlikte *UNIX* gibi çok yaygın kullanımı olan işletim sistemlerinde çok işletim dizili işlemi, yukarıda anılan kimi yönetim paketleriyle gerçekleştirmenin dışında da başkaca bir seçenek mevcut değildir.

# 4. BÖLÜM

i s l e t i m   s i s t e m l e r i

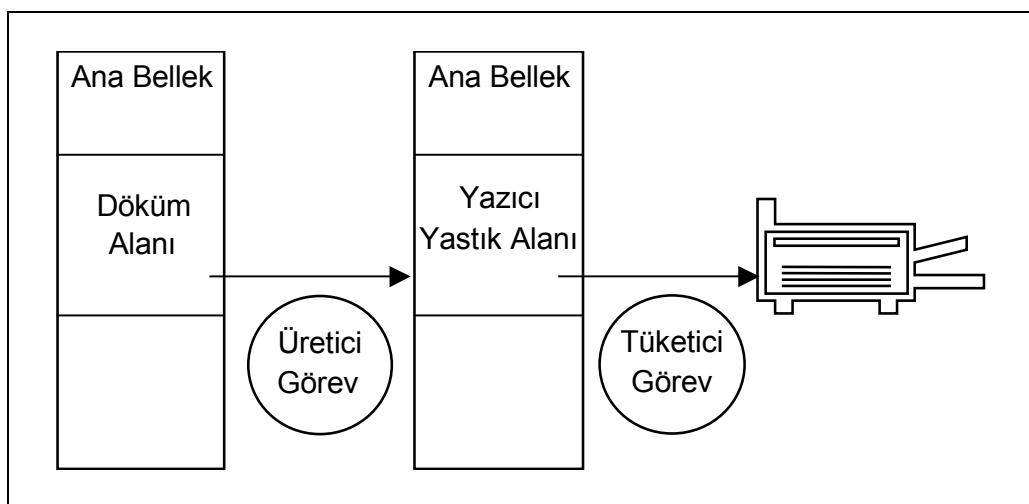
## BİRLİKTE ÇALIŞAN GÖREVLER

Birlikte çalışan görevler zaman içinde koşut işletilen görevlerdir. İki görevin koşut işletimi, bunlardan birinin işletimi tümüyle sonlanmadan diğerinin de işletme alınması durumunda sözkonusu olur. Görev işletiminin koşutluğu gerçek ya da görüntü koşutluk olabilir. Birden çok işleyici içeren sistemlerde, eğer iki görev, herbiri bir işleyiciye atanmış biçimde işletiliyorsa buradaki koşutluğa gerçek koşutluk denir. Tek ana işlem birimi içeren sistemlerde iki görevin koşut işletimi, bu görevlerin, zaman içinde ana işlem birimini sırayla kullanmaları yoluyla sağlanır. Buradaki koşutluk, doğal olarak görüntü koşutluktur. Zira bu durumda, mutlak anlamda, her iki görevin de aynı anda işletiliyor olması sözkonusu değildir. Bir sistemde birlikte işletme alınan görev sayısı genelde, sistemde bulunan ana işlem birimi sayısından çok daha büyütür. Bu nedenle koşut işletim, daha çok görüntü koşutluk kapsamında yürütülür. İster gerçek, ister görüntü olsun koşut işletim, çok önemli işletim bütünlüğü sorunlarını beraberinde getirir. İzleyen kesimde bu sorunların neler olduğu ve bunların nasıl aşılacağı incelenecaktır. Bu bağlamda, önce, koşut işletilen görevler arası etkileşimden söz edilecek ve bunun yarattığı sorunlar irdelenecektir. Bu sorunların aşılmasına yaranan görevler arası alt düzey ve üst düzey zamanuyumlama araçları incelenecaktır. Alt düzey araçlar kapsamında semaforlar ve bunlar üzerinde işlem yapan ilkel zamanuyumlama işleçleri açıklanacaktır. send ve receive ileti aktarım komutlarından, uzaktan yordam

çağırma düzeneğinden ve *monitor* kavramından üst düzey zamanuyumlama araçları kapsamında söz edilecektir. Son olarak, görevler arası zamanuyumlanmanın yol açtığı görevler arası kilitlenme sorunu irdelenecek ve bu sorunu aşmak için kullanılan yaklaşımlar açıklanacaktır. Bu bağlamda verilen açıklamalar görev kavramı taban alınarak veriliyor olmakla birlikte görevlerin altında yer alan işletim dizileri için de, tümüyle geçerlidir.

#### 4.1. Koşut İşlem ve Görevler arası Etkileşim

Birlikte çalışan ya da işletimleri koşut sürdürulen görevler birbirleriyle etkileşebilirler. Bu etkileşme, görevlerin, işletimleri sırasında kimi kaynakları ortak kullanmalarından kaynaklanır. Çıktı üreten bir kullanıcı görevi ile bu çıktıları yazıcıdan döken sistem görevi birlikte çalışan iki görevdir. Kullanıcı görevinin ürettiği çıktıların yazıcı sistem görevi tarafından dökülebilmesi, ilgili çıktıların bir görevden diğer görev'e aktarılmasını gerektirir. Bu aktarım her iki görevin ortak erişebildiği bir ana bellek yastık alanı üzerinden gerçekleşebilir. Kullanıcı görevi, dökümü alımacak çıktıyi, ortak yastık alanıyla aynı boyda tutanaklar biçiminde, sırayla bu yastık alanına yazar. Yazıcı sistem görevi de, bu alandan okuduğu tutanakların yazıcıdan dökülmesini sağlar. Ortak yastık alanı üzerinden veri alış-verisi yapan görevlerden yastık alanına yazma yapan görev üretici, bu alandan okuma yapan görev ise tüketici olarak nitelenir. Yukarıdaki örnekte, bu nedenle, kullanıcı görevi üretici, yazıcı sistem görevi ise tüketici görev konumundadır (Çizim 4.1).



Çizim 4.1. Birlikte Çalışan İki Görevin Gösterimi

Ortak bir yastık alanlarından veri alış-verişinde bulunan üretici ve tüketici görevler birbirlerinin işletimini etkileyen görevlerdir. Bu bağlamda, yukarıda verilen örnekte yazıcı sistem görevinin işletilebilmesi, kullanıcı görevinin dökülecek bir tutanağı ortak yastık alan üzerinde hazır etmesine bağlıdır. Bunun gibi kullanıcı görevinin, yeni bir tutanağı yastık alanına yazabilmesi, bir önce yazılan tutanağın yazıcı görev tarafından okunup dökülmüş olmasını gerektirir. Birlikte çalışan görevlerin aralarındaki etkileşim, çoğu kez kaynak paylaşımından doğar. Kullanıcı ve yazıcı sistem görevleri, çıktı

tutanaklarının yazılıp okunduğu ana bellek yastık alanını paylaşmaktadır. Paylaşılan kaynak ortak kaynak olarak adlandırılır. Birlikte çalışan görevler için ortak kaynaklar bir değişken, bir ana bellek yastık alanı, bir disk tutanağı, tümüyle bir kütük ya da bir giriş / çıkış birimi olabilir.

Bilgisayar sistem kaynaklarına, nitelikleri ne olursa olsun değişik sınıflandırmalar uygulanır. Bu sınıflandırmalardan biri, kaynakları:

- bölüşülür kaynaklar,
- bölüşülmez kaynaklar

olmak üzere ikiye ayıran sınıflandırmadır. Bölüşülür kaynak, bir görev tarafından kullanımı tümüyle tamamlanmadan diğer görevler tarafından da kullanılabilen (tüketilebilen) kaynaktır. Bu bağlamda ana işlem birimi, ana bellek, disk birimi gibi donanımsal kaynaklar bölüşülür kaynaklardır. Örneğin ana işlem birimi, birden çok görev tarafından sırayla paylaşılabilen; bir görevin bu birimle ilgili kullanımını sonlanmadan bir diğer görevin kullanımına da sunulabilen bir kaynaktır. Bunun gibi, ana bellek de, birden çok amaç programı aynı anda saklayabilen bölüşülür bir kaynaktır. Birden çok programın, aynı anda ana bellekte saklanıyor olması programların işletimini etkilemez. Bunun tersine yazıcılar bölüşülür kaynaklar değildir. Zira bir görevle ilgili döküm yapılmırken bu döküm kesilerek diğer bir döküme geçilemez. Başka bir deyişle, yazıcılar bir görev tarafından kullanılmaya başlandığında, bu kullanım tümüyle sonlanana deðin diğer görevlerin kullanımına sunulamaz.

Birlikte çalışan görevlerce paylaşılan değişken, yastık, tutanak, kütük, sürücü gibi kaynakların bölüşülür olup olmama özellikleri bu kaynaklar üzerinde yapılan işlemin türüne de bağlıdır. Kaynaklar üzerinde yapılan işlem türü ikidir. Bunlar okuma ve yazma işlemleridir. Birlikte çalışan iki görev, ortak kaynağa, tüm olasılıklar gözönüne alındığında:

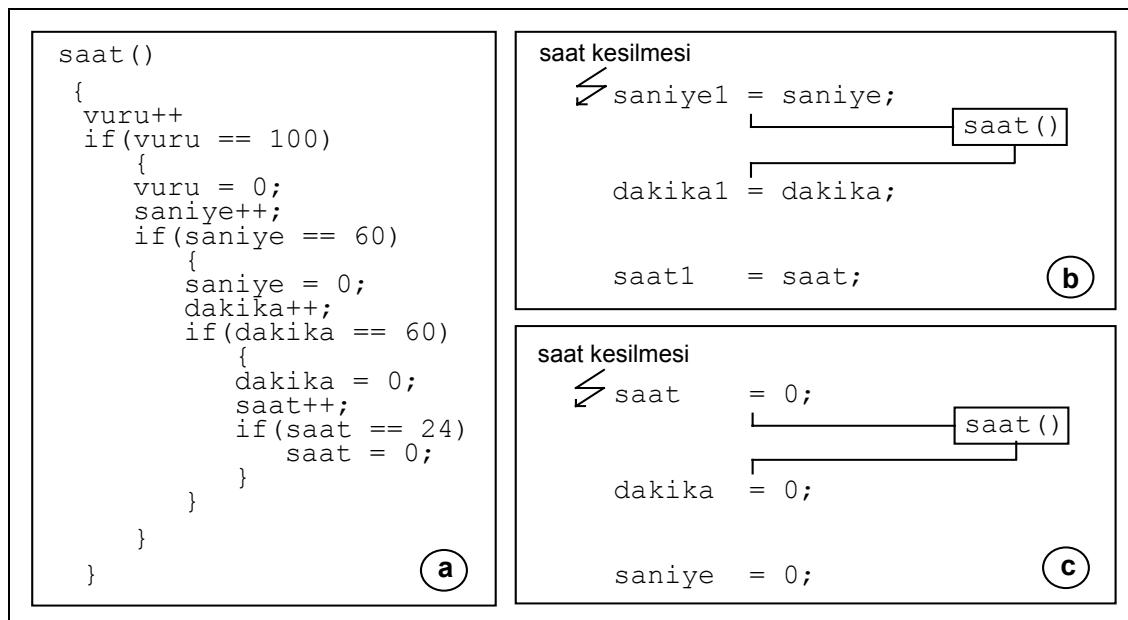
- okuma - okuma,
- okuma - yazma,
- yazma - okuma,
- yazma - yazma

İşlem çiftlerini gerçekleştirmek üzere erişirler. Bu işlem çiftlerinden okuma-okuma çifti için kaynak her zaman bölüşülür özellik gösterir. Ancak diğer işlem çiftleri için kaynaklar bölüşülür değildir.

Bölüşülmez kaynaklar kritik kaynaklar olarak adlandırılır. Kritik kaynakların görevler tarafından paylaşılması önlem alınmadan yapılamaz. Kaynağa erişmeden önce kaynağın kullanım durumunun sınanması ve diğer görevlerin o anda kaynak üzerinde işlem yapmadıklarından emin olunması gereklidir. Bunun yapılmaması durumunda birlikte çalışan görevlerin işletim bütünlüğü korunamaz. Bunu örneklemek üzere sistem gerçek zaman saati kesilmelerini işleyen saat adlı bir görev ile günün saatini görüntülemeye yarayan göster ve saat kurmada yararlanılan öndeğerata adlı üç değişik görev düşünülmüştür. Bu görevlerden saat görevi bir kesilme görevi olup her 10 ms'de bir oluşan ve sistem kesilme girişine bağlı saat vurularını sayarak saniye, dakika ve

## 130 İŞLETİM SİSTEMLERİ

saat adlı, her üç görevde ortak değişkenleri günlemektedir. göster adlı görev bu ortak değişkenlerin içeriklerini, yerel değişkenlerinin içine aktararak görüntüleme işlemlerini gerçekleştirmektedir. öndeğerata görevi ise saniye, dakika, saat değişkenlerine öndeğer atamak (bu değerleri kurmak) için kullanılmaktadır. saat adlı görevin algoritmik görünümü Çizim 4.2-a'daki gibidir.



Çizim 4.2. Birlikte Çalışan Görevler ve İşletim Bütünlüğü

saat, göster ve öndeğerata adlı görevlerin, herhangi bir önlem alınmadan birlikte işletimi sözkonusu olduğunda:

- Saat 07:05:59 iken ve göster adlı görev yerel değişkenlerini saniye, dakika, saat genel değişkenleriyle günlerken, Çizim 4.2-b'de gösterildiği biçimde saat vurusu kesilme ürettiğinde; 07:06:00 yerine 07:06:59 görüntülenir.
- saat:dakika:saniye değerleri 3:59:59 iken ve ilkdeğerata adlı görev saat, dakika ve saniye değişkenlerini sıfırlarken, Çizim 4.2-c'de gösterildiği anda saat görevi işletme alınırsa 00:00:00 öndeğeri yerine 01:00:00 öndeğeri atanmış olur.

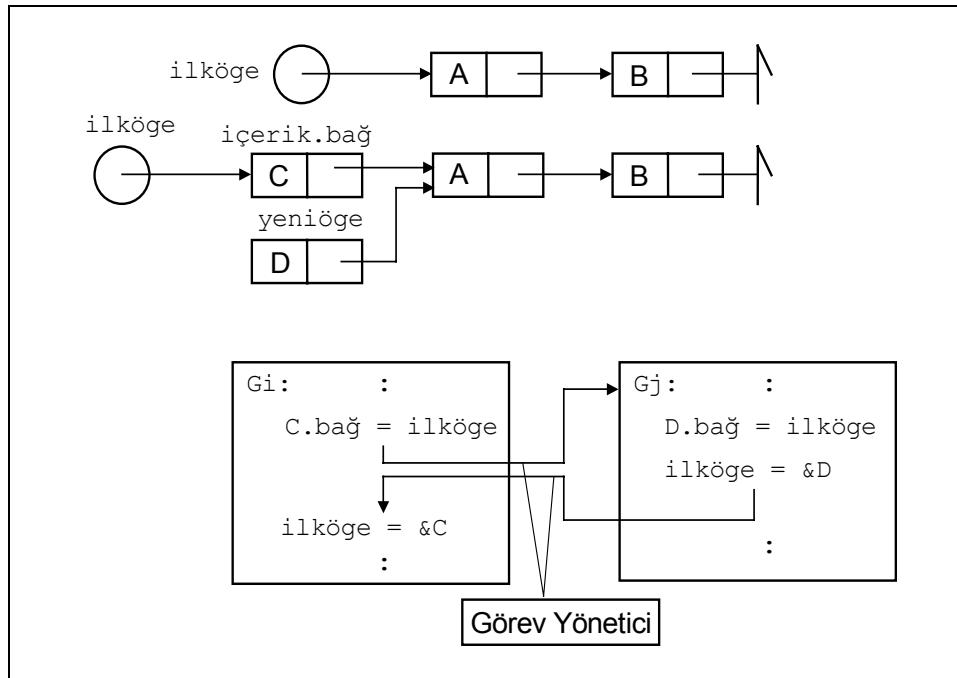
Bunun gibi, tek bağlı liste yapısını koştur olarak günleyen iki değişik görevin bu listeye, hiçbir önlem alınmadan öğe eklemesi durumunda da işletim bütünlüğü kolayca bozulabilir. Sözkonusu tek bağlı listeye, {yeniöge.icerik; yeniöge.bağ} yapısındaki yeniöge,

```

yeniöge.bağ = ilköge;
ilköge      = &yeniöge;

```

algoritmasıyla eklenebilir. ilköge liste başını gösteren değişkendir. Bu listeye C ve D adlı yeni öğelerin  $G_i$  ve  $G_j$  adlı görevler tarafından koşut olarak eklendiği;  $G_i$  görevi bu eklemeyi yaparken Görev Yöneticisi tarafından işletimi kesilerek  $G_j$ 'nin işletime alındığı varsayılsa  $G_j$  tarafından listeye eklenen D adlı ögenin listede görülemeyeceği durum ortaya çıkar (Çizim 4.3).



Çizim 4.3. Tek Bağlı bir Liste üzerinde Görevlerin Koşut Günleme Yapması

Verilen her iki örnekten de kolayca anlaşılacağı üzere, birlikte çalışan görevlerin kritik kaynaklara erişimi rasgele yapılamaz. Birden çok görev kritik kaynağı paylaşmak istediği aralarında yalnız birinin kaynağı sahiplenmesine yol açacak önlemlerin alınması, bu görevlerin işletim bütünlüğünün korunması için gereklidir. Bunun için bir görevin kritik kaynak üzerinde işlem yaptığı bir anda diğer görevlerin de bu tür istemleri sözkonusu olursa, bu istemlerin, kaynak serbest kalana dek ertelenmesi gereklidir. Kritik kaynağa erişmeden önce, kaynağın kullanım durumunun sınanması, kaynak kullanılıyor ise amaçlanan erişimin ertelenmesi görevler arası zamanuyumlama olarak bilinir.

Kritik kaynağa erişim yapan program kesimleri kritik kesimler olarak adlandırılır. Kritik kaynağa aynı anda en çok bir görevin erişebilmesi kritik kaynağa erişim yapan görevlerden en çok birinin kritik kesimi içinde bulunmasının sağlanmasıyla gerçekleştirilebilir. Kritik kesimi içinde işlem yapan bir görevin diğer görevlerin aynı kaynağa erişim yapan kritik kesimlerine girmelerini engellemesi gereklidir. Bu engelleme karşılıklı dışlama olarak tanımlanır. Başka bir deyişle görevler arası zamanuyumlama, görevler arası karşılıklı dışlama yoluyla gerçekleşir. Karşılıklı dışlama görevlerin kritik kesimlerine giriş ve çıkışlarında alınan önlemler yoluyla gerçekleştirilir.

Birlikte çalışan görevlerin işletim bütünlüğünün korunması için salt karşılıklı dışlamanın gerçekleştirilmesi yeterli olmaz. Karşılıklı dışlamanın sağlanmasıının yanı sıra karşılıklı tıkanmanın da engellenmesi gereklidir. Karşılıklı tıkanma, görevlerin, birbirlerinin işletimlerini karşılıklı olarak, sürekli engellemelerine verilen addır.

İşletim bütünlüğünün korunmasına yönelik önlemlerin yanı sıra sistem başarımını gözetlen kıştaslar da göz önüne alındığında görevler arası zamanuyumlama uygulaması gereken kurallar ortaya çıkar. Bu kurallar özetle, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Birlikte çalışan görevlerden en çok biri, aynı anda kritik kesimine girebilmelidir (karşılıklı dışlamanın sağlanması).
2. Aynı anda ortak kaynağa erişmek isteyen görevlerden en az biri, sonlu bir süre için kritik kesimine girebilmelidir (karşılıklı tıkanmanın engellenmesi).
3. Kritik kesiminin dışındaki görevler ortak kaynağa erişmek isteyen görevleri engellememelidir.
4. Görevlerin göreli hız ve öncelikleri ile sisteme yer alan ana işlem birimi sayısı hakkında herhangi bir varsayımda yapılmamalıdır.

Bu kurallar ışığında görevler arası zamanuyumlamanın ele alınışı izleyen kesimde açıklanmıştır.

## 4.2. Görevler arası Zamanuyumlama

Görevler arası zamanuyumlamanın gerçekleştirilmesinde kullanılan yöntemler, alt düzey ve üst düzey zamanuyumlama yöntemleri olarak iki kategoride düşünülür. Alt düzey zamanuyumlama yöntemlerinden kimileri hiçbir özel donanım desteği gerektirmezken kimileri de, özel makina komutları ya da işletim sistemi çağrılarının kullanımını gerektirirler. Üst düzey olarak nitelenen zamanuyumlama yöntemleri ise, genellikle alt düzey araçlar üzerine kurulurlar.

### 4.2.1. Özel Donanım Desteği Gerektirmeyen Yöntemler

#### a. Kesilme Düzeneğinin Kullanımı

Görevler arası zamanuyumlamayı sağlamak üzere akla ilk gelen yol kesilme düzeneğinin kullanılmasıdır. Karşılıklı dışlamayı sağlamak üzere, bir görev kritik kesimine girerken sistemi kesilmelere kapayabilir. Bu yolla ana işlem birimi, bu görev tarafından, kritik kesim çıkışında yeniden kesilmelere açılincaya kadar, görev yönetici adlı sistem görevi de dahil başka görevlere anahtarlanamaz. Böylece bu görevin birlikte çalıştığı görevlerin ana işlem birimine anahtarlanarak kritik kesimlerine girmeleri engellenmiş olur. Çizim 4.2'de verilen göster, öndeğerata ve saat adlı birlikte çalışan görevler arası karşılıklı dışlamanın sağlanması bu yolla gerçekleştirilmek istenirse göster ve öndeğerata adlı görevler içinde, ortak değişkenlere erişim yapan komut dizilerinin, disable-interrupt (di), enable-interrupt (ei) komutlarıyla ayraç arasına alınması; saat adlı görevin ise, tümüyle kesilmelere kapalı olarak işletilmesi gereklidir.

```

di;           di;
saniye1=saniye; saat=0;
dakika1=dakika; dakika=0;
saat1=saat; saniye=0;
ei;          ei;

```

göster ve öndeğerata adlı yordamlarda sistemin, zamanuyumlama amacıyla kesilmelere kapatıldığı süreler üç aktarım komutunun işletim süresi kadardır. Bu komutların herbirinin işletim süresinin yüz nanosaniye olduğu varsayılsa sistemin kesilmelere kapalı kaldığı süreler yarım mikrosaniyeyi geçmez. Salt saat kesilmeleri yönünden bakıldığından, her 10 milisaniyede bir gelen saat vuruları için bu durum bir sakınca oluşturmaz.

Ancak, birlikte çalışan görevler arası zamanuyumlamanın gerçekleştirilmesinde kesilme düzeneğinin kullanılması genelleştirilebilir bir yöntem değildir. Sistemin zamanuyumlama amacıyla ortak kaynağa erişim yapan komut dizileri için kesilmelere kapatılması, sistemin kesilmelere kestirilemez uzunlukta kapalı kalmasına ve işletim bütünlüğünü diğer yönlerden zedeleyecek sakıncaların doğmasına neden olabilir. Yukarıdaki örnekte yarım mikrosaniye olarak belirlenen sistemin kesilmelere kapalı kalma süresinin daha uzun olması, saat vurularının da, 10 milisaniye yerine 10 mikrosaniyede bir geldiği varsayılığında kimi saat vurularının sayılama olmadığı sakıncalı durumun ortaya çıkacağı kolayca görülebilir. Bu da, sistemin, sayışım yönünden işletim bütünlüğünü tümyle bozan bir durumdur.

Kritik kesimlerin kesilmelere kapalı olarak işletilmesi ana işlem biriminin tüm dış uyarırlara kapatılması anlamına gelir. Bunun yapılması, bu uyarılar aracılığıyla ana işlem birimine anahtarlanarak çalışacak ve sistemin kesilmelere kapatılmasını gerektiren kritik kaynakla ilgisi olmayan görevlerin de işletimlerini engeller. Bu da sistemin genel başarısını olumsuz yönde etkiler. Bu durumda, zamanuyumlamayı kurmak amacıyla kesilme düzeneği ile oynamak, köktenci ve kaba bir yöntem olarak ortaya çıkar.

Bu yöntemin en önemli sakıncası, kesilme düzeneğinin denetimini sistemde çalışan çok sayıda görevre, özellikle çekirdek katmanındaki görevlere de dağıtmasıdır. Kesilme düzeneğinin tutarlı yönetimi güvenli bir işletim için vazgeçilmez bir gerekliliktr. Sistemin kesilmelere açılıp kapatılması gibi temel bir aracı her düzeyden (ayraklı ve sıradan) görevin inisyatifine bırakmak, kesilmelerin yönetimini bu görevlerle paylaşmak anlamına gelir. Sistemde birlikte çalışan görevleri her düzeyden kullanıcının tanımlayabileceği düşünüldüğünde bunun, güvenli işletim ve koruma ilkeleri yönünden çok sakıncalı bir yaklaşım olduğu kolayca görülür. Bu gerekçelere dayalı olarak kesilme düzeneğinin görevler arası zamanuyumlama kullanılması, geçerli bir yol olarak benimsenemez.

## b. Algoritmik Yaklaşım

Birlikte çalışan görevlerin kritik kesimlere giriş ve çıkışlarında zamanuyumlamanın, görev algoritmalarına katılan sınımlar yolu ile gerçekleştirilmesi akla gelen diğer bir yoldur. Bu bağlamda, aynı kritik kaynağa erişen görevler programlanırken, örneğin,

## 134 İŞLETİM SİSTEMLERİ

kaynağın kullanım sırasını belirleyen bir gösterge (sıra göstergesi) öngörülür. Ortak kaynağa erişmek isteyen bir görev kritik kesimine girişte bu sıra göstergesini (değişkenini) sınar. Eğer gösterge sıranın sırayan görevde olduğunu gösteriyorsa kritik kesime girip ortak kaynağa erişilir. Bunun tersi olduğu sürece, sürekli sinamalarla, sıranın gelmesi beklenir. Kritik kesimine giren görev, çıkışta sıra göstergesini, kendisini izleyen görevin sırasını gösterecek biçimde günler. Açıklanan bu algoritma Çizim 4.4'te, birlikte çalışan iki görev için örneklenmiştir.

GÖREV 1	GÖREV 2
<pre>while(sıra!=1); /*bekle*/ kritik-kesim-1(); sıra=2; .</pre>	<pre>while(sıra!=2); /*bekle*/ kritik-kesim-2(); sıra=1; .</pre>

Çizim 4.4. Sıra Değişkeni ile Zamanuyumlama

Görevler arası zamanuyumlama, uyuşması gereken kurallar yönünden incelendiğinde, sıra değişkenini kullanan bu algoritmanın, karşılıklı dışlama ve karşılıklı tikanma diye tanımlanan, işletim bütünlüğüyle ilgili kuralların gereğini yerine getirdiği ancak, yukarıda, üçüncü sırada verilen kuralı karşılamadığı görülmektedir. Zira bu algoritma ile görevler kritik kesimlerine “bir o bir bu” diye nitelenebilen değişmez bir sırada erişebilmektedirler. Bir görev kritik kesiminden çıkışta erişim sırasını diğer görev ya da görevlere bırakmakta, bu görevler kritik kesimlerine girmedikleri sürece bir daha kritik kesimine girme hakkı kullanamamaktadır. Bu da, bir görevin kritik kesiminin dışında olmasına karşın diğer görevlerin kritik kesimlerine girmelerini engelleyen bir durum yaratmaktadır. Bir tutanaklık yastık alanı üzerinden iletişim kuran üretici ve tüketici iki görev örneğinde olduğu üzere yürütülen uygulamanın türü, değişmez sırada işletimi gerektirmiyorsa, bu durum, bu yaklaşım için önemli bir sakıncayı oluşturur.

GÖREV 1	GÖREV 2
<pre>while(durum==0); /*bekle*/ durum=0; kritik-kesim-1(); durum=1; .</pre>	<pre>while(durum==0); /*bekle*/ durum=0; kritik-kesim-2(); durum=1; .</pre>

Çizim 4.5. Çalışmayan Zamanuyumlama Algoritması

Görevleri ortak kaynağa değişmez bir sırada erişmeye zorlayan bu yaklaşımın aşılması amacıyla, sıra değişkeni yerine kaynağın kullanım durumunu gösteren ikili bir değişkenin kullanılması düşünülebilir. Bu durumda, sözkonusu değişkenin sıfır değerini içermesi kaynağın kullanılmakta olduğunu, bir değerini içermesi ise kaynağın serbest olduğunu simgeler. Ortak kaynağa erişmek isteyen görevler kritik kesimlerine girmeden önce bu değişkeni sınarlar. Değişken içeriğinin sıfır bulunması durumunda,

kritik kesim girişinde bekleme sürdürülür. Değişken içeriğinin bir bulunması durumunda ise içerik sıfırlanarak kritik kesime girilir. Kritik kesim çıkışında değişken içeriği kurularak (birlenerek) diğer görevlerin kaynağına erişebilmesi sağlanır. Çizim 4.5'te sözkonusu bu algoritma, iki görev için örneklenmiştir.

İlk bakışta sıra değişkenini kullanan algoritmaya benzeyen ve görevler arası zamanuyumlamayı sağlayacağı sanılan bu yöntem, ne yazık ki gerçekleştirmeye ilişkin nedenlerle karşılıklı dışlamayı sağlayamaz. C dili benzeri algoritmik bir dille, Çizim 4.5' te verilen algoritmanın, *ASM86* simgesel diline dönüştürülmüş (ya da derlenmiş) biçimde düşünüldüğünde Çizim 4.6'da verilen örnek elde edilir. Bu örnekte durum değişkeninin sınanması *cmp* komutu ile yerine getirilmektedir. *cmp* durum, 0 komutu işletilirken durum değişkeninin içeriğinin sıfır olması (program durum yazmacı içinde sıfır bitinin kurulu olması) durumunda, kritik kesime girmek yerine sınamayı yeniden yapmak, başka bir deyişle, beklemeyi sürdürmek üzere karşılaştırma komutuna geri dönülmektedir.

GÖREV 1	GÖREV 2
.	.
.	.
bekle1: cmp durum, 0	bekle2: cmp durum, 0
jz bekle1	jz bekle2
mov durum, 0	mov durum, 0
{ Kritik Kesim 1 }	{ Kritik Kesim 2 }
mov durum, 1	mov durum, 1
.	.
.	.

Çizim 4.6. Durum Değişkenini kullanan Algoritmanın Gerçekleştirimi

durum değişkeninin içeriği bir (kaynak kullanımı serbest) iken, GÖREV 1'in işletimi *cmp* komutunun işletiminden hemen sonra kesilip GÖREV 2'nin ana işlem birimine anahtarlandığı düşünülürse, bu son görevin de, durum değişkeni içinde bir değerini bularak kritik kesime hiç beklemeden gireceği söylenebilir. Bu kez, GÖREV 2'nin işletiminin kritik kesimi içinde kesilip GÖREV 1'in yeniden işletime alındığı düşünülecek olursa, bu görevin, *jz bekle1* komutundan başlayarak işletileceği görülür. *jz bekle1* koşullu sapma komutu bir önceki işletimde, durum değişken içeriği bir iken kurulan ve GÖREV 1 ana işlem birimine anahtarlandığında program durum yazmacını günleyen sıfır durum bitine dayalı olarak uygulanır. Böylece GÖREV 1 için de, *bekle1* konumuna sapılmadan kritik kesime girileceği görülür. Bu, her iki görevin de kritik kesimlerini birlikte işletmeleri (ortak kaynağı eşanlı erişmeleri), başka bir deyişle karşılıklı dışlama kuralının ihlali anlamına gelir. Bu gerekçeye dayalı olarak Çizim 4.5 ve Çizim 4.6'da verilen zamanuyumlama algoritmalarının geçerli olmadığı söylenir. Durum değişkenini sınama ve sıfırlama işlemlerinin tek bir adımda yapılamamasından kaynaklanan bu duruma, (*test-and-set*) “sına-ve-kur” türü komutlar açıklanırken yeniden geri dönülecektir.

## 136 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```

int koşull1, koşull2, sıra;
görev-1()
{
    koşull1=true;
    while( koşull2==false)
    {
        if(sıra==2)
        {
            koşull1=false;
            while(sıra==2);
            koşull1=true;
        }

        {
            :
            Kritik Kesim 1
            :
        }
    }

    sıra=2;
    koşull1=false;

    {
        :
        Diğer İşlemler-1
        :
    }
}

görev-2()
{
    koşull2=true;
    while( koşull1==false)
    {
        if(sıra==1)
        {
            koşull2=false;
            while(sıra==1);
            koşull2=true;
        }

        {
            :
            Kritik Kesim 2
            :
        }
    }

    sıra=1;
    koşull2=false;

    {
        :
        Diğer İşlemler-2
        :
    }
}

```

Çizim 4.7. Görevler arası Zamanuyumlamada *Dekker* Algoritması

*sıra* adlı değişkeni kullanan algoritmanın birlikte çalışan görevleri değişimde sıra da işletime zorlaması, *durum* adlı değişkeni kullanan algoritmanın ise, ilk elde aranan karşılıklı dışlamayı bile sağlayamaması birçok kişiye yazılımsal yolla görevler arası zamanuyumlamayı, yukarıda verilen dört kurala da uyararak sağlayacak algoritma arayışına itmiştir. Bunlardan *Dekker*, ilk kez matematiksel doğrulukta bir algoritmayı öneren matematikçi olmuştur. *Dekker*'in önerdiği algoritma, birlikte çalışan iki görev için Çizim 4.7'de verilmiştir. Bu algoritmaya göre birlikte çalışan iki görevin kritik kesimlerine eşanlı olarak girmeleri, *koşull1* ya da *koşull2*'nin, ilgili görevin kritik kesimine girmesinden önce mutlaka *false* olmasından dolayı olanaksızdır. Karşılıklı tıkanma, *sıra*'nın kritik kesime girmezden önceki karar bölümünde içerik değiştirmemesi sayesinde önlenmektedir. Çizim 4.7'de verilen birlikte çalışan görevler işletme alınmadan önce *koşull1* ve *koşull2*'nin *false* değerine kurulması gereklidir.

Yukarıda açıklanan ve algoritmik diye adlandırılan yaklaşımla, karşılıklı dışlama ve karşılıklı tıkanma gibi yalnız sayılabilen kavramsal kuralları uygulamaya sokmada karmaşık, anlaşılması pek de kolay olan bir çözüme ulaşılmıştır. Bu zorlama, daha çok eldeki makina komutlarının yetersizliğinden kaynaklanmıştır. Çizim 4.5'te verilen ve çalışmayan algoritmayı çalışır kılmanın yollarını aramak, *Dekker* Algoritmasıyla ulaşılan zorlama ve karmaşıklığı ortadan kaldıracaktır. Daha önce de belirtildiği gibi

Çizim 4.5'te verilen algoritmanın doğru çalışmaması, sınama ve sıfırlama işlemlerinin tek bir adımda yapılamamasından kaynaklanmaktadır. Anılan bu işlemleri tek bir adımda yapmayı sağlayan komutların, makina komutları arasına katılarak kullanılması, izleyen kesimde açıklanan ilk yöntem kapsamında ele alınacaktır.

#### 4.2.2. Donanım Desteği Gerektiren Alt Düzey Araçlar

##### a. test-and-set türü Komutların Kullanımı

Görevlerin kritik kesimlerine, ortak bir ikili değişkeni sınayarak girmelerini ilke olarak benimseyen ve zamanuyumlama sorununa yalın bir biçimde yaklaşan yöntemin (Çizim 4.5) doğru çalışabilmesi, bu ikili değişkeni sınama ve gerektiğinde kaynağın kullanımında olduğunu belirten değerle günleme işlemlerinin bölünmez bir biçimde, tek adımda yapılabilmesine bağlıdır. Çizim 4.6'da, simgesel dil ile verilen algoritmada sınama ve sıfırlama işlemleri:

```
bekle-i: cmp durum, 0
          jz bekle-i
          mov durum, 0
```

komut dizisi ile gerçekleşmektedir. Bu komut dizisinin bölünmezliği, bunları içeren görevin işletiminin bu komutlar arasında kesilememesi anlamına gelmektedir. Ana işlem biriminin bir görevden alınıp diğer bir görevde atanması kesilme uyarlarına dayalı olarak yapıldığından anılan bölünmezlik ana işlem biriminin bu komutlar işletilirken kesilememesi olarak da yorumlanabilir. Sistemin, bu komutlar işletilirken kesilmelere kapatılması bölünmezlik sorununu çözebilir. Ancak kesilme düzeneğinin denetimini sıradan görevlere de bırakmak anlamına gelen bu çözüm yolu, daha önce de belirtildiği üzere benimsenen bir yol değildir. Bunun yerine, zamanuyumlama değişkenleri üzerindeki sınama ve günleme işlemlerini tek bir adımda yerine getirecek özel komutlar, sistem tasarımları aşamasında makina komutları arasına katılır. Bu komutlar (*test-and-set*), “sına-ve-kur” türü komutlar olarak adlandırılır.

*test-and-set* türü komutlar genelde iki işlenen içerirler. Bu işlenenlerden biri (*durum*), çoğu kez ortak kaynağın kullanım durumunu gösteren ve birlikte çalışan görevlerin hepsinin paylaştığı genel bir ana bellek değişkenidir. Diğer işlenen ise (*reg*) görevde özel bir yazmaç olabilir.

```
ts reg, durum
```

*ts* komutu *durum* adlı değişkenin içeriğini *reg* adlı yazmaca aktarırken, aynı zamanda bu değişkenin içeriğini sıfırdan farklı bir değere kurar. Bu komut sonrasında *reg* adlı yazmaç, *durum* değişkenin içeriğini taşıırken *durum* değişkeni de, bir önceki içeriği ne olursa olsun sıfırdan farklı bir değer taşır. *ts al, durum* türü bir makina komutunun *80X86* türü işleyicilerin makina komutları arasında yer aldığı varsayırlırsa<sup>13</sup>, kullanımı Çizim 4.8'de verilen biçimde örneklenebilir.

---

<sup>13</sup> *80X86* türü işleyicilerde *ts reg, durum* komutu bulunmamaktadır. Bu varsayımdan salt bu işleyicilerin simgesel dilini kullanarak *test-and-set* komutlarının kullanımını örneklemek için yapılmıştır.

Bu örnekte bir görev kritik kesimine girmeden önce `ts al, durum` komutu ile ortak kaynağın kullanımında olup olmadığını belirten `durum` adlı gösterge içeriğini, görevde özel `al` yazmacına aktarmakta, eşanlı olarak `durum` değişkeninin içeriğini de, örneğin `ffh` değerine kürmektadır. Bu komut sonrasında `al` yazmacı sıfır değeriyle karşılaştırılarak ortak kaynağın kullanılıp kullanılmadığı sınanmaktadır. `al` içinde sıfır değerinin bulunması kaynağın kullanılmadığını göstermektedir. Bu durumda eğer `al` içinde sıfırdan farklı bir değer bulunursa, sınamayı yinelemek (beklemek) üzere `ts al, durum` komutuna geri dönülmekte, sıfır bulunması durumunda ise kritik kesime girilmektedir. Ortak kaynağın serbest olduğu bir anda, kritik kesimlerine girmek üzere `durum` değişkenini eşanlı olarak sınayan görevlerden sınamayı ilk başlatan görev `durum` içeriğini sıfır bulmakta ve bölünmez olarak hemen bunu sıfırdan farklı bir değere günlemektedir. Böylece `durum` değişkeni üzerinde eşanlı sınama yürüten diğer görevlerin kritik kesimlerine girmeleri önlenmektedir. Kritik kesim çıkışında `durum` değişkeninin içeriğinin, klasik `mov` türü bir komutla sıfırlanması, ortak kaynağı serbest bırakmak için yeterli olmaktadır.

```

GÖREV-İ

bekle-i: ts al, durum
          cmp al,0
          jnz bekle-i
          {
            .
            .
            Kritik Kesim-i
            .
            .
          }
          mov durum, 0
          {
            .
            .
            Diğer İşlemler-i
            .
          }

```

Çizim 4.8. test-and-set Komutunun Kullanımı

`ts` türü komutlar ilk kez *IBM System/360* serisi bilgisayar sistemlerinde, gerek işletim sistemi geliştirmeye gerekse çok işleyicili sistem mimarilerine destek verebilmek amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde hemen hemen tüm işleyicilerde `ts` türü komutlara ya aynı adla ya da başka adlarla yer verilmektedir. Bunlardan örneğin *Motorola 680X0* serisi işleyicilerin `tas` (test-and-set), *Intel 80X86* serisi işleyicilerin ise `xchg` (exchange) komutları bulunmaktadır.

`xchg` `dest, src` komutu, `ts` komutu örneklenirken belirtildiği gibi, iki işleneni olan bir komuttur. Bu işlenenlerden biri mutlaka bir yazmaç, diğeri ise herhangi bir değişken ya da başka bir yazmaç olabilmektedir. Komut işletildiğinde:

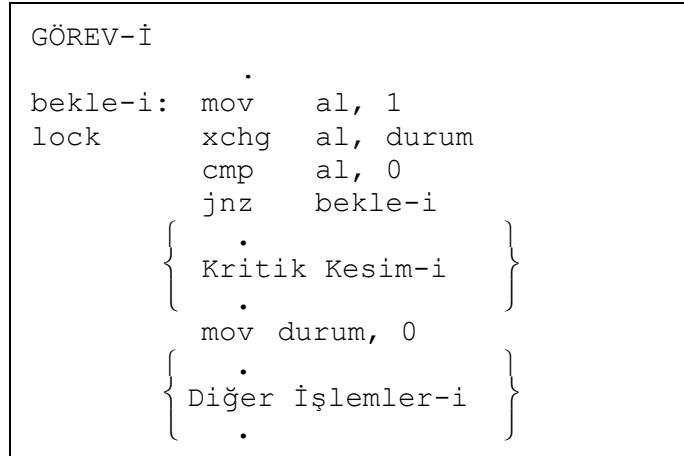
```

temp <-- dest
dest <-- src
src <-- temp

```

işlemlerini bölünmez biçimde gerçekleştirmektedir. `temp`, işleyicinin programlanır yazmaçları arasında yer almayan ancak geçici olarak değer saklamaya yarayan bir

yazmacını simgelemektedir. `xchg dest,src` komutunun, birlikte çalışan görevlerin kritik kesimlerine girişini denetlemede kullanımını Çizim 4.9'da örneklenmiştir. Bu örnekten `xchg` komutu ile `ts` komutu arasındaki tek ayrimın, `ts` komutunun ortak değişkeni (`durum'u`) kendiliğinden, sıfırdan farklı bir değere kurması olduğu görülür. `xchg` komutu ise `durum'u`, değişim tokuş edilen yazmacın içeriği ile günlemektedir. Buradan her iki komutun da özdeş işlemler gerçekleştirdikleri kolayca anlaşılır.



Çizim 4.9. `xchg` Komutunun Kullanımı

`ts` ve `xchg` komutlarının durum adlı genel değişken ile kullanımı, tek ana işlem birimi içeren sistemlerde görevler arası zamanuyumlamayı gerçekleştirmede yeterlidir. Ancak görevler birden çok ana işlem biriminin bulunduğu çok işleyicili bir sistemde çalışıyorsa, bu komutların örneklerde verilen biçimde kullanımları, karşılıklı dışlamayı sağlamada yetersiz kalır. Çok işleyicili sistemlerde çoğu kez bellek, tüm işleyicilerin erişebildiği ortak bellek ve işleyicilere özel yerel belleklerden oluşan düzendedir. İşleyicilerin ortak belleğe erişimleri, adres ve veri hatları ile kimi ilgili denetim imlerinden oluşan ortak bellek yolunun kullanım istemlerini ele alan bir hakem donanımının (*bus arbitration logic*) denetiminde koşut biçimde gerçekleşir. Bir işleyici ortak belleğe erişirken, (aynı doğrudan bellek erişim denetleme birimiyle olduğu üzere) diğer bir işleyici bunun erişimini bölerek aynı bellek sözcüğüne koşut olarak erişebilir. Bu durumda, ortak değişken üzerinde işlem yapan `test-and-set` komutunun işletim bütünlüğü bozulur. `durum` adlı ortak değişkenin sıfır değerini içerdığı bir aşamada bir görev, `xchg` komutunu işletecek bu değişkenin içeriğini `temp` içine aldıktan hemen sonra, bu görevin anahtarlı olduğu işleyicinin bellek erişimi bölünerek, başka bir işleyici, başka bir görev için, yine `xchg al,durum` komutunu işletmek üzere aynı durum değişkenine erişirse, değişik işleyiciler üzerinde çalışan her iki görev de `durum` içinde sıfır değerini okumuş olur. Bu, her iki görevin de kritik kesimlerine birlikte girmeleri, başka bir deyişle karşılıklı dışlama kuralının ihlali demektir.

Bu nedene dayalı olarak, çok işleyicili sistemlerde ortak bellek üzerinde koşut erişilen zamanuyumlama değişkenlerinin eşanlı (içiçe) erişimlere karşı korunması gereklidir. Çok işleyicili sistemlerde kullanılabilen işleyicilerde, bu amaca dönük kimi araçlar

bulunur. *80X86* serisi işleyicilerde, *lock* olarak adlandırılan ve komutların başına önek olarak konulan sözde komut bu amaçla kullanılır. *lock* önekini alan komutun işletimi sırasında, bu komutu işleten işleyicinin bellek erişim döngüsünün bölünmesine izin verilmez. *lock* sözde komutu simgesel derleyici tarafından, *F0H* kodunun, ilgili komut kodunun önüne yerleştirilmesini sağlar. *F0H* özel kodu, bu kodu işleten işleyicinin, izleyen komutun işletimi boyunca diğer işleyicilere yol kullanım hakkını tanımmasını engeller. Çizim 4.9'da verilenörnekte, *xchg al*, durum komutunun önüne *lock* öneki konarak bu komutun işletimi boyunca, ilgili işleyicinin bellek erişim döngüsünün bölünmesi, dolayısıyla karşılıklı dışlama kuralının ihlali riski ortadan kaldırılmıştır.

*80386*'dan başlayarak *Intel 80X86* işleyicilerinde *xchg* komutu, *8086*'dan farklı olarak *lock* öneki konusun ya da konmasın hep bellek erişim döngüsü bölünmeyecek biçimde işletilmektedir. Bu nedenle, bu işleyicilerde *lock* sözde komutu bulunmakla birlikte *xchg* komutu önek gerektirmemektedir. Sözkonusu önek, bellek erişim döngüsünün kilitlenmesini gerektirebilen *bt* (bit test), *bts*, *btr*, *btc*, *add*, *xor*, *inc*, *dec* gibi diğer komutlarla kullanılmaktadır.

*Motorola 680X0* serisi işleyicilerde, genel değişkenleri sınamaya ve kurmayı tek adımda gerçekleştiren *tas* (test-and-set) komutu bulunmaktadır. Bu komut da, aynı *xchg* komutunda olduğu gibi, işleyici yol kullanım izinlerine kapalı olarak işletilmekte ve önek gerektirmemektedir.

*ts* komutları çoğu kez, bellek erişiminin kilitlenmesini kendiliğinden yerine getiren komutlar olarak *tsl* (test and set lock) bellenir simgesiyle de anılmaktadır. *tas*, *xchg* gibi komutların yanı sıra, işletim ve bellek erişim bölünmezliği sağlanmış örneğin *increment memory* gibi, görevler arası zamanuyumlamayı kurmada yararlanılabilen diğer başka komutlar da bulunmaktadır. *IBM System/370* serisi bilgisayar sistemleriyle ilk kez kullanılan *compare-and-swap* komutu da, bu konuda verilebilen diğer bir örneği oluşturur.

## b. İlkel Semafor İşleçlerinin Kullanımı

1960 yıllarda, birlikte çalışan görevler arası zamanuyumlamayı gerçekleştirecek algoritma arayışlarının tatmin edici sonuçlar vermemesi<sup>14</sup> bu zamanuyumlamayı sağlamada kullanılacak kimi ilkel işaretlerin kuramsal olarak tanımlanmasını gerekli kılmıştır. İlk kez 1965 yılında *Dijkstra*, iki ya da daha çok görev arasında karşılıklı dışlamayı sağlayacak, semafor<sup>15</sup> (*S*) adlı, özel, artı tamsayı türündeki değişkenler üzerinde işlem yapan *P* (*S*) ve *V* (*S*) adlı ilkel işaretleri tanımlamıştır. Bu tanıma göre *P*(*S*); bölümmez (atomik) biçimde *S* değişkenini sınavan eğer *S* sıfırdan büyüğse içeriğini bir eksilten, değilse beklemeyi sağlayan bir işaret tanımı içerir. *V*(*S*) ise *S*

<sup>14</sup> Bu yolla ulaşılan *Dekker* Algoritması matematiksel yönden tam doğru olmakla birlikte en çok iki görevin zamanuyumlamasında kullanılabilmekte, yalnız bir biçimde ikiden çok görevi genelleştirilememektedir. Bu önemli kısıtlamadan dolayı pratikte uygulanamamıştır.

<sup>15</sup> *Semaphore*, Latince kökenli dillerde deniz feneri anlamına gelmektedir.

değişkenini bir artırmayı sağlayan bir işaret olarak tanımlanır. Bunların ilkel işlemler olmaları daha alt düzey işlemlerle ifade edilemedikleri anlamına gelir. İlkel işlemler doğal olarak bölünmezler.  $P(S)$  ve  $V(S)$ 'nin algoritmik tanımları aşağıda verilmiştir:

$P(S)$ int *S; {while (*S <= 0); /*bekle/ (*S)--; }	$V(S)$ int *S; {(*S)++; }
--	---------------------------------

$P(S)$  ve  $V(S)$  işaretlerinin görevler arası zamanuyumlama kullanımı, kritik kesimlerin bu işaretlerle ayrıç arasına alınması yoluya olur:

```

P(S);
{Kritik Kesim }
V(S);

```

Bir görev kritik kesime girmeden önce  $P(S)$  işlecini çalıştırır.  $S$ 'nin içerdiği değere göre ya kritik kesime girer ya da bu işaret üzerinde bekler. Kritik kesim çıkışında mutlaka  $V(S)$  işlecinin çalıştırılması gereklidir. Bu tanımlara göre  $S$ 'nin salt 0 ve 1 değerlerini alabildiği görülür. Salt 0 (meşgul) ve 1 (serbest) değerlerini alınmasına izin verilen semaforlara ikili semaforlar denir.

Yukarıda verilen tanımlara bakılarak  $P(S)$  işlecini, kullanım durumu  $S$  adlı ortak değişken ile simgelenen ortak kaynak serbest kalıncaya kadar beklemeyi sağlayan;  $V(S)$  işlecini ise,  $S$  değişkenini, ortak kaynağın kullanılabilirliğini belirleyecek biçimde günleyen işlemler olarak yorumlamak mümkündür. Bu yorum dayalı olarak,  $P(S)$  ve  $V(S)$  işaretlerinin gerçekleştirimi söz konusu olduğunda, bunun *test-and-set* türü komutlarla yerine getirilebileceği görülür. Bu bağlamda Çizim 4.8 ya da 4.9'da verilen örneklerin,  $P(S)$  ve  $V(S)$  işaretlerinin birer gerçekleştirimi olduğu söylenebilir.

Bu örneklerde, herhangi bir görev kritik kesime girmeden önce semaforu sınamakta, ortak kaynağın meşgul olduğu durumlarda bu sınamaları yineleyerek kaynağın boşalmasını beklemektedir. Bu durumda, erişeceği kritik kaynak meşgul olan bir görev, sırası gelip ana işlem birimine anahtarlandığında kendisine ayrılan süre boyunca gerçekleşmeyecek bir koşulun olmasını bekleyerek, gereksiz yere ana işlem birimini meşgul edecektir. Zira kritik kaynak, onu kullanırken ana işlem birimini yitiren görevin tekrar ana işlem birimine anahtarlanarak çalışması sonucu serbest kalacaktır.

Sistem başarımını olumsuz yönde etkileyebilecek bu durumun ortadan kaldırılması için zaten kuramsal tanımları itibarıyla işletim sistemi işlevleri olarak düşünülen  $P(S)$  ve  $V(S)$  işaretlerinin gerçekleştiriminde, işletim sistemiyle etkileşimi taban alan bir yaklaşımın kullanılması gereklidir. Bu nedenle erişeceği kritik kaynak meşgul olan bir görevin,  $P(S)$  işlecini çalıştırması durumunda, gereksiz sınamalarla zaman ödürtmek yerine bu kaynakla ilgili bir zamanuyumlama kuyruğuna bağlanarak ana işlem birimini

serbest bırakması daha uygun bir gerçekleştirim biçimini olacaktır. Bunun sonucunda  $V(S)$  işlecinin de,  $S$ 'yi bir artırmanın yanı sıra  $S$ 'ye ilişkin kaynağa erişebilmek üzere bekleyen bir görevi, ilgili zamanuyumlama kuyruğundan hazır görevler kuyruğuna aktarmayı sağlaması gerekecektir. Bu ilkeler çerçevesinde  $P(S)$  ve  $V(S)$  işaretlerinin uygulamaya dönük tanımları Çizim 4.10'da, *ASM86* simgesel dili ile uygulama örnekleri de Çizim 4.11' de verilmiştir.

<b>P (S)</b> <pre>int *S; {     if(*S &gt;0) { (*S)--; }      else     {         Görevi S'ye ilişkin         { Bekleme kuyruğuna         [bağla     } }</pre>	<b>V (S)</b> <pre>int *S; {     (*S)++;     if(S-kuyruğu!=bos)     {         (*S)--;          { S'ye ilişkin Bekleme         { kuyruğundan bir görevi         [Hazır kuyruğuna bağla     } }</pre>
--	---

Çizim 4.10. P ve V İşleçlerinin Uygulamaya Dönük Tanımları

Çizim 4.11'de verilen uygulama örneğinde,  $P(S)$  ve  $V(S)$  işaretleri birer makro biçiminde ele alınmıştır. durum ile korunan ortak kaynağın meşgul olduğu bir sırada  $P$  (durum) makrosunu çalıştırılan görevin suspend adlı diğer özel bir makro ile, durum semaforuna ilişkin kuyruğa bağlanacağı;  $V$  (durum) makrosunu çalıştırılan görevin ise, durum semaforuna ilişkin kuyruğun boş olmaması durumunda, kuyruk başındaki görevi hazır görevler kuyruğuna resume makrosu ile aktaracağı düşünülmüştür. Bu bağlamda `int 1ch` yazılım kesilmesinin, işletim sistemi için, zamanuyumlama kuyruklarıyla ilgili hizmetlere atandığı; bu kesilmenin al yazmacı içinde aktarılan:

- 05 parametresiyle, kimliği verilen görevi, yine kimliği verilen bekleme kuyruğuna bağlamayı sağladığı;
- 06 parametresiyle, kimliği verilen görevi, yine kimliği verilen bekleme kuyruğundan hazır görevler kuyruğuna aktarmayı sağladığı;
- 07 parametresiyle, kimliği verilen bekleme kuyruğunun başındaki görev kimliğini al yazmacı içinde döndürdüğü varsayılmıştır.

```

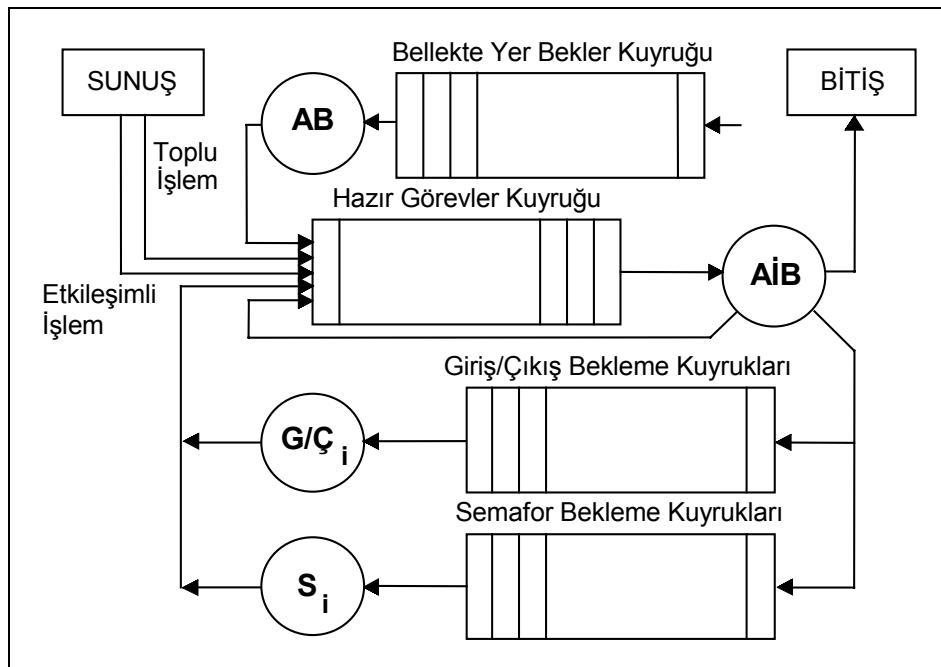
P          macro durum,durum-kuyruğu
local yine,eriş
yine:      mov al, 0
lock       xchg al, durum
            cmp al, 0
            jnz eriş
            suspend(görev-kimliği,durum-kuyruğu)
            jmp yine
eriş:
P          endm
V          macro durum,durum-kuyruğu
local son
            mov durum,1
            mov dl, durum-kuyruğu
            mov al, 07h
            int 01ch      ; al <- kuyruk başındaki görev kimliği
            or al,al      ; al = 0 ise kuyruk boş demektir.
            jz son
            mov kimlik, al
            resume(kimlik, durum-kuyruğu)
son:
V          endm
suspend   macro görev-kimliği,kuyruk-kimliği
            mov dl, görev-kimliği
            mov dh, kuyruk-kimliği
            mov al, 05h
            int 01ch
suspend   endm
resume    macro görev-kimliği,kuyruk-kimliği
            mov dl, görev-kimliği
            mov dh, kuyruk-kimliği
            mov al, 06h
            int 01ch
resume    endm

```

Çizim 4.11. P ve V İşleçlerinin Gerçekleştirim Örneği

P adlı makro içinde, `suspend(görev-kimliği,durum-kuyruğu)` makrosunun hemen ardından `jmp yine` komutu ile makro başına dönülmektedir. `suspend` makrosunu çalıştırarak işletimini durdurulan bir görevin, bir sonraki işletiminde işleteceği ilk komut, bu makroyu izleyen komut olacaktır. Bu konuma `jmp yine` komutunun konmaması durumunda, `resume` makrosu ile hazır görevler kuyruğuna bağlanarak işletme alınan bir görevin, semaforu sinamadan kritik kesimine hemen gireceği görülür. Görevlerin ana işlem birimine anahtarlanma sırası konusunda herhangi bir varsayımda yapma olanağı bulunmadığından bu durum, daha önce işletme alınarak kritik kesimini işleten diğer bir görevle eşanlı olarak ortak kaynağa erişmeye, dolayısıyla karşılıklı dışlama kuralının ihlaline neden olabilir. Bu nedenle görevleri kritik kesimlerini işletmeden hemen önce semaforu sınamaya zorlamak gerekmektedir. Bu amaçla `jmp`

yne komutu ile makro başına dönülmektedir. Bu zorlama, Çizim 4.10'da,  $v$  ( $S$ ) içinde, semafor kuyruğu boş değilse, kuyruktan bir görevin hazır görev kuyruğuna bağlanmasıından önce  $S$ 'nin yeniden eksiltilmesi yoluyla sağlanmaktadır.



Çizim 4.12. Ayrıntılı Görev Kuyruk Çizeneği

Görevlerin ortak bir kaynağa erişirken, zamanuyumlama amacıyla bekledikleri kuyruklar, bu kaynağı korumada yararlanılan semafora bağlı beklenme kuyrukları olarak tanımlanır. Ancak bu kuyrukların, giriş/çıkış işlemlerinin sonlanması beklentiği giriş/çıkış beklenme kuyrukları ile karıştırılmaması gereklidir. Anımsanacağı üzere, görev yönetimi incelenirken bunlar, giriş/çıkış beklenme ( $G/C_i$ ) ve ( $S_i$ ) semafor (zamanuyumlama) beklenme kuyrukları olarak ayırtılmalıdır. Bu bağlamda, ortak kaynağı koşut biçimde erişecek görevler, aralarında zamanuyumlama sağlamak üzere kullanacakları ortak değişkeni ( $S$ ) sıradan bir değişken olarak belirleyemeyiz. Bu değişkenin, görevleri programlamada kullanılan programlama dili derleyicisi tarafından bilinen özel tür (semafor türü) bir değişken olması gereklidir. Bu yolla, görevler derlenirken, amaç programlar içine, işletim aşamasında bu özel değişkenle ilgili zamanuyumlama beklenme kuyruğunun yaratılmasını gerçekleştirecek sistem çağrı(larının)ının konması sağlanır. Buradan, ortak kaynağın kullanım durumunu simgeleyen değişkenin, aynı integer, real, boolean gibi özel bir adla anılan ve sistemce tanımlanmış bir türde olması gereği daha kolay anlaşılacaktır. Birlikte çalışan görevleri programlamaya olanak veren *Concurrent C*, *Concurrent Pascal*, *Ada*, *Modula* gibi programlama dillerinde, bu nedenle, genelde *semaphore* diye anılan özel bir değişken türü bulunmaktadır.

Birlikte çalışan görevlerin içine, sıradan programcılar tarafından yerleştirilen semaforların herbiri, işletim aşamasında zamanuyumlama kuyruğu tanımlarına dönüştürmek durumundadır. Bu semaforların herbiri için ayrı bir bekleme kuyruğunu tanımlanması, sistemde aynı anda var olan (*Çizim 4.12'* de  $S_i$  olarak adlandırılan) kuyruk sayısını aşırı bir biçimde artırabilir. Bu, işletim sisteminin, görev yönetimi kapsamında kuyruk yönetim yükünün aşırı artması anlamına gelir. Gerçekleştiririm yönünden bakıldığından, kimi durumlarda, semaforların herbiri için ayrı bir kuyruk öngörmek yerine semaforları (dolayısıyla kritik kaynakları) belirli kıstaslara göre gruplayarak bu gruplar için, tek bir semafor, dolayısıyla tek bir kuyruk öngörmek de düşünülebilir. Doğal olarak bu durum, birlikte çalışan görevler yönünden, işletim hızının ve sistem başarımının düşmesi sonucunu doğuracaktır. Zira bir görev kendi kritik kaynağı serbest olmasına karşın, ortak bir semaforla korunan kendi grubundaki başka bir kaynağın kullanılıyor olması nedeniyle bekleme durumunda kalabilecektir. Bu sorun, yönetim yükü ve işletim hızı kıstasları arasında bir uzlaşma noktası bulunarak işletim sisteminin gerçekleştirmesi aşamasında çözülecek bir sorundur.

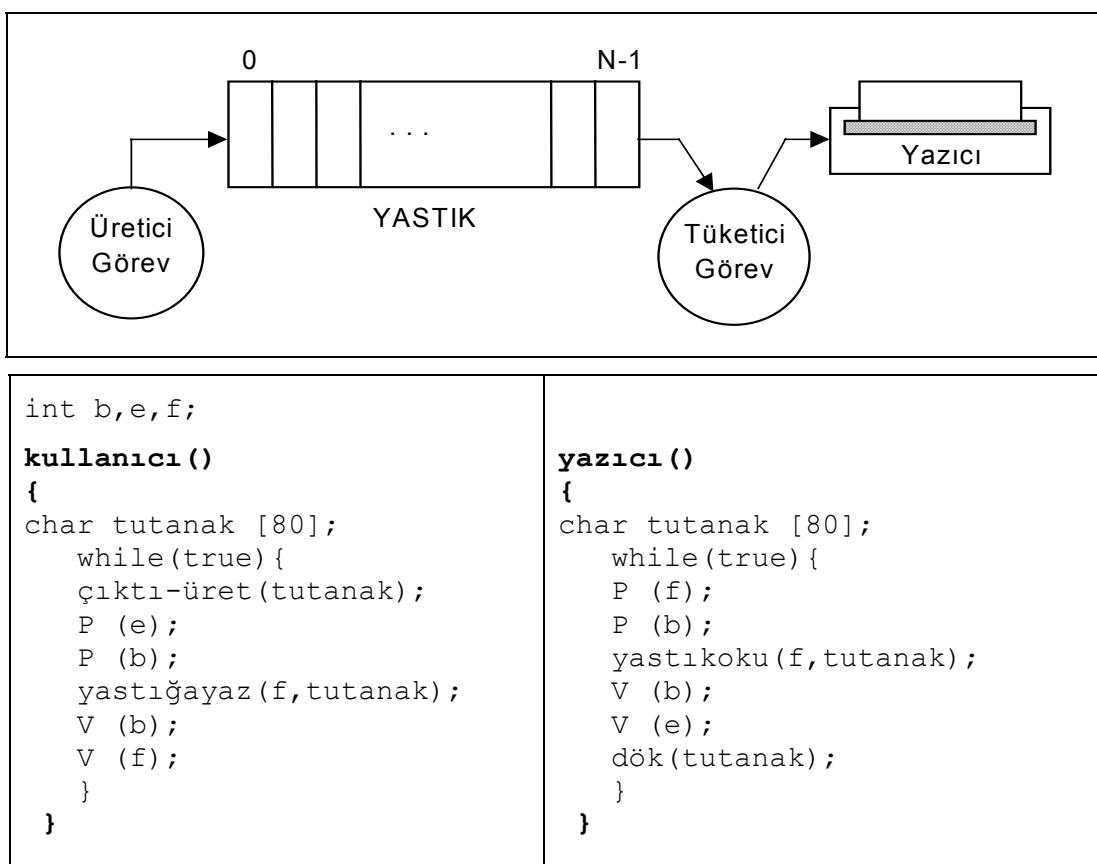
P (S)	V (S)
<pre>int *S; {     (*S)--;     if(*S &lt; 0)         { Görevi S'ye bağlı            bekleme kuyruğuna            bağla         } }</pre>	<pre>int *S; {     (*S)++;     if(*S == 0)         { S'ye bağlı Bekleme            kuyruğundan bir görevi            Hazır kuyruğuna bağla         } }</pre>

Cizim 4.13. Sayan Semaforlar üzerinde işlem yapan P ve V İşleçleri

Şimdiye kadar verilen kuramsal semafor tanımları ve gerçekleştirm örneği, ikili olarak nitelenen semaforları sözkonusu etmiştir. *Dijkstra* tarafından artı tamsayılar evreninde tanımlanan semafor işlemleri, eksı tamsayıları da kapsayacak işlemler biçimine dönüştürüldüğünde, ilgili semafor üzerinde bekleyen görev sayısını (kuyruk boyunu) belirleme olanağı da bulunur. Eksi tamsayı değerleri de alabilen semaforlar sayan semaforlar ya da genel semaforlar olarak adlandırılır. Sayan semaforlar üzerinde işlem yapan *P* ve *V* işlemlerinin tanımları *Çizim 4.13'* te verilmiştir.

Bir bilgisayar sisteminde birlikte çalışan görevler paylaştıkları ortak kaynaklara, ya okuma ya da yazma amacıyla erişirler. Daha önce de belirtildiği üzere, ortak kaynağa yazma yapan görev üretici görev, kaynaktan okuma yapan görev de tüketici görev olarak tanımlanır. Bu durumda, ortak bir yastık üzerinden iletişimde bulunan görevlerin üretici-tüketicili ilişkisi içinde bulundukları söylenir. Ürettiği çıktıları (damga dizgilerini), N tutanaktan oluşan bir yastık alanı üzerine yazan bir kullanıcı görevi ile, bu çıktıları yazıcıdan döken bir yazıcı görevi üretici-tüketicili görevlere örnek olarak verilebilirler. Sayan semaforların kullanımını örneklemek üzere, birlikte çalışan bu görevlerin programlanması ele alınmıştır. Bu bağlamda, kullanıcı görevinin ürettiği

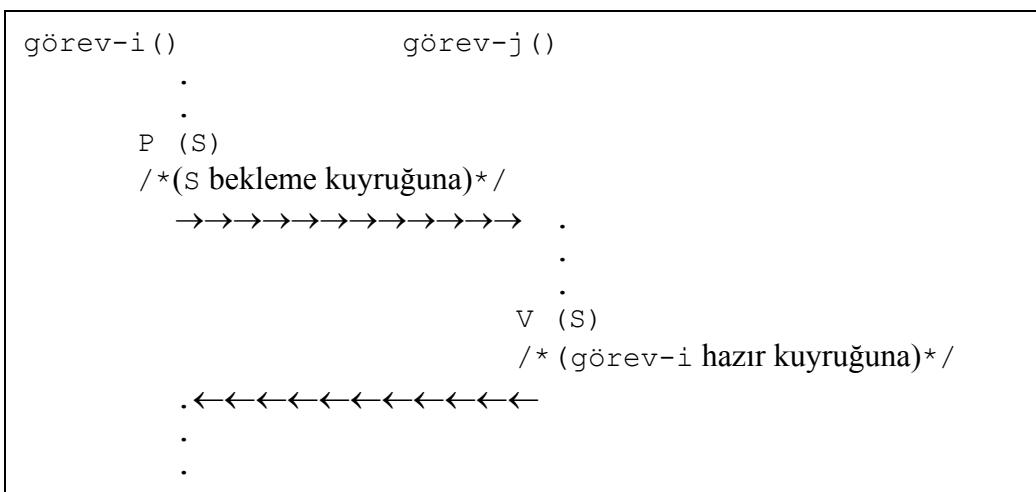
çıktıları, tutanak tutanak, yastık alanındaki boş tutanaklara yazdığı, yazıcı görevinin ise çıktı tutanaklarını, geliş sırasında bu yastık alanından alarak yazıcıdan dökeceği varsayılmıştır. Kullanıcı görevinin yastık alanı dolu olduğunda, en az bir tutanaklık yer açılıncaya kadar beklemesi; yazıcı görevinin ise, yastık alanı tümüyle boş olduğu sürece hiçbir işlem yapmadan beklemesi gerekmektedir. Kullanıcı ve yazıcı görevlerin ortak yastık alanına tümüyle zamanuysuz (birbirlerinden habersiz) biçimde erişikleri düşünülecektir. Herhangi bir anda yastık alanında bulunan boş (kullanılır) tutanak sayısı ( $e$ ) , döküm için bekleyen dolu tutanak sayısı ise ( $f$ ) olarak adlandırılacaktır. Tutanak yazma ve tutanak okuma işlemleri için erişilen yastık alanının tümü, kritik kaynağı oluşturacaktır. Bu durumda birlikte çalışan kullanıcı ve yazıcı (üretici ve tüketici) görevler arası etkileşim ve bu görevlerin programlanması Çizim 4.14'te verildiği biçimde olacaktır.



Çizim 4.14. Üretici-Tüketicisi Görevlerin Programlanması

Kullanıcı ve yazıcı görevlerin programlanması, ikili bir semafor olan  $b$  semaforu, ortak yastığa erişimde görevler arası karşılıklı dışlamayı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla, yastığa erişim yapan  $yastığayaz(f, tutanak)$  ve  $yastıkoku(f, tutanak)$  işlevleri,  $P(b)$  ve  $V(b)$  işlemleriyle ayrıc arasına alınmaktadır.  $e$  ve  $f$  semaforları sayan semaforlardır. Bunlardan  $e$ , görevler işletime alınmadan önce  $N$  değerine,  $f$  ise 0 değerine kurulmaktadır. Böylece yazıcı görev,

yastık alanına herhangi bir tutanak yazılmadan ana işlem birimine anahtarlanırsa,  $P(f)$  işlecini çalıştırarak yastıkla ilgilibekleme kuyruğuna bağlanacaktır. Bu görevinbekleme kuyruğundan hazır görevler kuyruğuna aktarılması, kullanıcı görevinin  $V(f)$  işlecini çalıştırmasıyla gerçekleşecektir. kullanıcı görevi her işletiminde  $P(e)$  işlevi ile, başlangıçta içeriği  $N$  olan  $e$  semaforunu bir eksiltecektir.  $e$  semaforunun bir artırılması, yazıcı görev tarafından, dökülmek üzere bir tutanağın yastık alanından alınması (okunması) sonrasında,  $V(e)$  işlevi ile gerçekleşecektir.  $e$ 'nin içeriği 0 olduğunda, yastiktan en az bir tutanağın dökülmesini beklemek üzere, kullanıcı görevi yastık bekleme kuyruğuna bağlanacaktır. Bu görevin yeniden hazır görevler kuyruğuna aktarılmasını, yazıcı görev içinde yer alan  $V(e)$  işlevi sağlayacaktır.

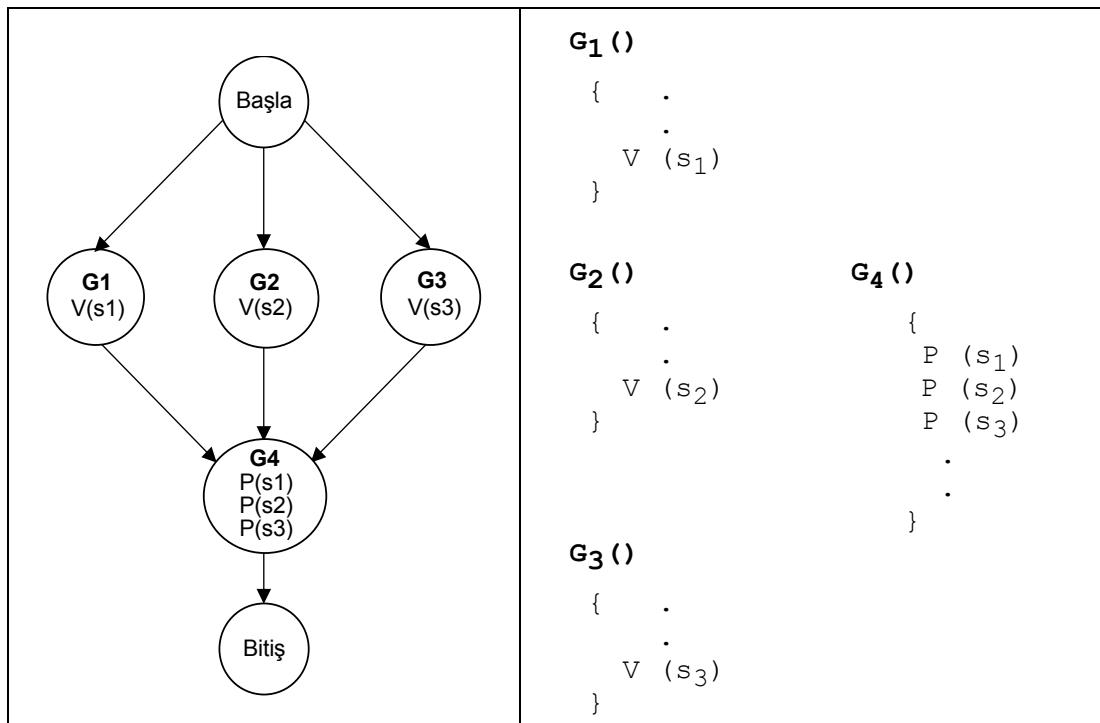


Çizim 4.15. Görevler arası Akış Denetiminin Sağlanması

kullanıcı ve yazıcı görevler içinde  $P(e)$  ile  $V(e)$ ,  $P(f)$  ile  $V(f)$  çapraz biçimde kullanılmıştır.  $P(e)$  kullanıcı görevi içinde bulunurken  $V(e)$  yazıcı görev içinde yer almaktadır. Bunun gibi  $P(f)$  yazıcı görev içinde bulunurken  $V(f)$  kullanıcı görevi içinde yer almaktadır. Daha önce  $P$  ve  $V$  işaretlerinin kullanımı örneklenirken, görevlerin ortak kaynağa erişen kritik kesimlerinin bu işaretlerle ayrı olarak alınarak karşılıklı dışlamanın sağlanması söz edilmiştir.  $P$  ve  $V$  işaretlerinin görevler içinde çapraz kullanımı, bu işaretlerin bir diğer kullanım biçimini oluşturur. Bu yolla bir görev diğer bir görevin işletim akışını denetleyebilir (Çizim 4.15).

Birlikte çalışan görevler, kimi zaman, aralarındaki işbirliği gereği yerine getirdikleri işlemleri bozulmayan bir sırada gerçekleştirmek durumunda kalırlar. Örneğin bir iş kapsamında,  $P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$  adlı programların  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  adlı bağımsız kütükleri üretmesi; bu işlemler tamamlandıktan sonra  $P_4$  adlı diğer bir programın  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  adlı kütükleri birleştirerek  $K_4$  adlı sonuç kütüğü elde etmesi istenebilir. Burada  $P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$  adlı programlar koşut çalışabilir. Ancak  $P_4$  adlı programın çalışabilmesi, bundan önceki üç programın da sonlanıp ilgili ( $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  adlı) kütüklerin üretilmiş olmasına bağlıdır. Bu durum Çizim 4.16'da verilen çizge ile gösterilebilir. Bu tür çizgeler, öncelilik çizgileri olarak adlandırılır. Birlikte çalışan görevlerin, varsa işletim sıraları

öncekilik çizgeleriyle ifade edilir. Bu çizgelerle ifade edilen işletim sırasının korunmasında  $P$  ve  $V$  işlemlerinden yararlanılır. Bu, görevler içinde,  $P$  ve  $V$  işlemlerinin, yukarıda sözü edilen çapraz kullanım ile sağlanır. Örneğin  $P_4$  adlı programa ilişkin  $G_4$  adlı görevin,  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  adlı kütükleri birleştirerek  $K_4$  adlı sonuç kütüğü elde edebilmesi için  $P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$  adlı programlara ilişkin  $G_1$ ,  $G_2$  ve  $G_3$  adlı görevlerin sonlanması beklemesi gerekmektedir. Bu koşulun yerine getirilmesi,  $G_1$ ,  $G_2$  ve  $G_3$  adlı görevlerin herbiri ile  $G_4$  görevi arasında  $s_1$ ,  $s_2$  ve  $s_3$  adlı ikili semaforlara dayalı zamanuyumlamalarının sağlanması gerektir. Bu, bir yandan  $G_4$  görevinin başına,  $P(s_1)$ ,  $P(s_2)$  ve  $P(s_3)$  işlemlerinin ardarda konması; diğer yandan da  $G_1$ ,  $G_2$  ve  $G_3$  adlı görevlerin sonuna  $V(s_1)$ ,  $V(s_2)$  ve  $V(s_3)$  işlemlerinin eklenmesi yoluyla sağlanır. Bu yolla  $G_1$ ,  $G_2$  ve  $G_3$  adlı görevler  $G_4$  görevinin işletme giriş sırasını başka bir deyişle işletim akışını denetim altında tutarlar.



Çizim 4.16. Öncekilik Çizgesi ve İkili Semafor Kullanımı ile Gerçekleştirmi

Yukarıda verilen açıklamalar çerçevesinde alt düzey zamanuyumlama araçları, özde semafor olarak adlandırılan özel bir tür değişken üzerinde işlem yapan, çoğu kez işletim sistemi işlevleri olarak gerçekleştirilen,  $P$  ve  $V$  olarak adlandırılan ilkel işlemlerden oluşur. Alt düzeyli bu zamanuyum işlemleri, birlikte çalışan görevlerin yönetimine hem kuramsal hem de uygulanırak açısından gerekli ve yeterli desteği sağlıyor olmalarına karşın azımsanamayacak tasarım ve programlama yükünü de birlikte getirirler. Görevlerarası zamanuyumu, görevlerin içine  $P$  ve  $V$  işlemlerinin serpiştirilmesini gerektirir. Bu durum programların okunurluluğu ve bakılırlığını olumsuz yönde etkiler. Bunun yanı sıra bu işlemlerin yanlış kullanımı, kimi zaman sistem kaynaklarının kilitlenmesine, dolayısıyla sistemin başarısının düşmesine ve güvenirlüğünün

zedelenmesine de neden olabilir. Örneğin Çizim 4.14' te verilen `kullanıcı()` görevi içindeki `P` işleçlerinin, `P(e)`, `P(b)` yerine, yanlışlıkla ters sırada, `P(b)`, `P(e)` biçiminde yazıldığı düşünülürse, yastığın tümüyle dolu olduğu bir anda `kullanıcı()` görevinin yastığa yeni bir tutanak daha yazmaya çalıştığı andan başlayarak hem kendini hem de `yazıcı()` görevi, dolayısıyla işletimi kilitleyeceği durum ortaya çıkar. Bu gerekçeye dayalı olarak, görevler arası zamanuyumlama alt düzey işlemleri doğrudan kullanmak yerine, bunlara dayalı, daha yalın ve sistemli üst düzey araçlardan yararlanmak düşünülür. İzleyen kesimde bu araçlar açıklanacaktır.

#### **4.2.3. Üst Düzey Zamanuyumlama Araçları**

Birlikte çalışan görevlerin birbirleriyle olan etkileşimleri, görevler arası iletişim ve görevler arası akış denetimi olmak üzere iki genel grupta düşünülür. Görevler, üretici-tüketicili ilişkisi çerçevesinde veri alış-verişinde bulunuyorlarsa bu, görevler arası iletişim kapsamında ele alınır. Görevlerin, birlikte yerine getirdikleri iş kapsamında yapmak zorunda oldukları işbirliği gereği, aralarında hiçbir veri aktarımı söz konusu olmaksızın, birbirlerinin işletim akışlarını denetlemeleri, görevler arası akış denetimi kapsamında düşünülür. Gerek iletişim, gerekse akış denetimi yönünden etkileşen görevler arasında zamanuyumlama zorunluluğu vardır. Bilgisayar sistemlerinde zamanuyumlama işlevlerinin temel kullanım nedenlerinin başında görevler arası iletişim gelir. Görevler arası iletişim, alt düzeyli zamanuyumlama işlemleri kullanılarak gerçekleştirilmesi üretici-tüketicili görevlerin programlanması kapsamında, daha önce öneklenmemiştir. Görevler arası iletişim alt düzey işlemleri doğrudan kullanarak yapmak yerine, bu işlemlerden yararlanılarak gerçekleştirilen daha üst düzey tanımlara dayalı işlevlerle ele almak programlama kolaylığı sağlayan bir yoldur. Bu amaçla, sistem çağrıları arasında çoğu kez `send` ve `receive` olarak adlandırılan işlevler öngörlür. Bu işlevler, görevler arası iletişimini yanı sıra bunun ortaya çıkardığı zamanuyum sorununu da, programcılara yansımadan çözerler. Bu işlevlere, üst düzeyli olma özelliğini bu olgu sağlar. İlk elde görevler arası iletişimini gerçekleştiren bu komutlar kimi düzenlemelerle görevler arası işletim akış denetimine de olanak verirler. Bu yolla, alt düzey zamanuyumlama işleçlerinin yerini tümüyle alabilirler. `send` ve `receive` komutları aracılığıyla görevler arasında aktarılan veriler ileti diye adlandırılır.

##### **a. İleti Aktarımı, send/receive Komutları**

`send` komutu bir görevin diğer bir görevi ileti göndermesi için kullanılır. Görevler `receive` komutunu diğer görevlerden ileti beklemek ve almak için kullanırlar. Bu komutlar:

```
send      (hedef, ileti)
receive  (kaynak, ileti)
```

sözdiziminde, iki parametreli komutlar olarak düşünülebilirler. `hedef` ve `kaynak` adlı parametreler alan ve gönderen görevlerin kimlikleridir. `ileti` ise aktarılan veri öbeğini belirler. Bu şemaya göre `send` komutu, `ileti` adlı veri öbeğinin `hedef` kimlikli alıcı görevi aktarılmasını; `receive` komutu ise `kaynak` kimlikli görevin göndereceği

## 150 İŞLETİM SİSTEMLERİ

ileti'nin okunmasını sağlar. İletilerin kaynak kimlikli görevden hedef kimlikli görevye aktarımı, değişik yollarla gerçekleştirilebilir. Bunlar iletinin:

- kaynak görevin bellek alanından, doğrudan hedef görevin bellek alanına aktarılması;
- işletim sistemine ilişkin yastık alanları üzerinden dolaylı taşınması ve
- posta kutuları'nın kullanılması

yollarıdır. İletinin kaynak göreve özgü bellek alanından, doğrudan hedef görev ortamına aktarılması yolu benimsendiğinde send komutunu çalıştırılan kaynak görev, hedef görev receive komutunu çalıştırana deðin bekleme kuyruguna konur. receive komutu çalıştırıldığında ileti, işletim sistemi tarafından gönderen ortamından alıcı ortamına doğrudan kopyalanır. Eğer receive komutu send komutundan önce çalıştırılmışsa, bu kez receive komutunu çalıştırılan görev, ilgili send komutu çalıştırılana deðin bekletilir. Bu yaklaşım, birlikte çalışan görevlerin programlanması olanaç veren ADA programlama dilinde *rendez-vous* (randevu) düzeneği olarak bilinir. Bu düzenek aracılığıyla görevler, veri iletişimiminin yanı sıra birbirlerinin işletim akışlarını da denetleyebilirler. Gerçekleştirm kolaylığı sağlıyor olmasına karşın bu yol, özellikle görevler arası veri iletişimini için esnek olmayan, hem gönderen hem de alıcı görevlerin işletimlerini bekle-ilerle biçimde yavaşlatan bir yoldur.

Görevlerin, send ve receive komutları üzerinde, sistemli biçimde, aktarım gerçekleşene deðin beklemeleri, iletilerin, veri iletişim hizmetini üreten işletim sistemi ortamında yastıklanması yoluyla engellenebilir. Aktarılan iletilerin işletim sistemi tarafından geçici olarak yastıklanması durumunda send komutunu çalıştırılan görevin bekleme kuyruguna bağlanması gerekmektedir. Görevlere belirli sayıda iletiyi, beklemeden aktarma olanağı tanınır. Bir görev, kendi kimliği ile ilgili yastıklanmış hiçbir ileti bulunmadığı durumlarda receive komutunu çalıştırırsa, doğal olarak bekleme kuyruguna bağlanır. İletiler, işletim sisteminde yastıklanacağından, veri yapıları, sistemce tanıtan özel tür'de olmak zorundadır. send ve receive komutları içinde hedef ve kaynak görevlerin kimlikleri, iletinin adresi olmayı bu yöntemde sürdürür.

İletilerin işletim sistemi ortamında yastıklanacağı veri yapılarının tanımlarını kullanıcılar bırakma esnekliği posta kutusu kullanımıyla sağlanır. Posta kutuları belirli sayıda ve çoğu kez değişmez uzunlukta iletinin yastıklanmasına (saklanması) yarayan ve görevler programlanırken bizzat kullanıcı tarafından programlama dili olanakları ile tanımlanan özel tür yapılardır. Görevler iletleri doğrudan birbirlerine göndermek yerine bu posta kutularına aktarırlar. Bu durumda send ve receive komutlarının görünümü:

```
send      (posta-kutusu, ileti)
receive   (posta-kutusu, ileti)
```

birimine dönüşür. Bir posta kutusu üzerinden iletişim kuracak görevler, doğal olarak bu kutunun adı (kimliği) ve yapısı üzerinde anlaşmak durumundadır. send komutu ile posta kutusuna ileti gönderen görev bunu, posta kutusu doluncaya kadar beklemeden gerçekleştirir. Posta kutusunda yazılacak boş ileti alanı bulunmadığı durumda send

komutunu çalıştırın görev bu posta kutusuna ilişkin bekleme durumuna alınır. `receive` komutu, varsa posta kutusundan bir iletiyi okumaya yarar. Bu kutuya ilişkin, varsa bekleme durumundaki görevi hazır görevde dönüştürür. Posta kutusu boşken `receive` komutu ile ileti okumak isteyen görev de yine, bu kutuya ilişkin bekleme durumuna alınır<sup>16</sup>. Posta kutuları iletişim yönü açısından tek yönlü yapılardır. Posta kutularına dayalı iletişim bire-bir ya da birden-birçöga biçiminde gerçekleştirilebilir. Başka bir deyişle, tek bir posta kutusu üzerinden birden çok görevde veri aktarılabilir.

*UNIX* işletim sisteminde görevler arası veri iletişimini *pipe* diye adlandırılan, *FIFO* yapılı posta kutuları üzerinden yapılabilir. Verilerin posta kutusuna gönderilmesi ve posta kutusundan alınması, sıradan kütükler için de kullanılan yazma ve okuma (`write`, `read`) komutlarıyla gerçekleştirilir. Görevler *pipe* nitelikli bir posta kutusu yaratmak için `pipe(pfd)` sistem çağrısını kullanırlar. `pfd`, sözkonusu posta kutusunun iki öğeli kütük belirtecidir. `pfd[0]` posta kutusundan okumada, `pfd[1]` ise posta kutusuna yazmada kullanılır. *UNIX* işletim sisteminde *pipe* olarak adlandırılan posta kutularının kimlikleri (adları) bulunmaz. Bu nedenle bu kutular ancak ata-oğul yakınlığındaki görevler tarafından kullanılabilirler. Bu bağlamda, *pipe* üzerinden iletişim yapacak görevlerden biri ata, diğer(ler)i de oğul nitelikli olmak durumundadır. Ata nitelikli görev, `pipe(pfd)` sistem çağrısını kullanarak bir posta kutusu yarattıktan sonra, iletişim kuracağı görev(ler)i, `fork()` sistem çağrısıyla yaratıp, sözkonusu iletişimimin yönüyle uyumlu olarak, `pfd[0]` ya da `pfd[1]` belirteçlerinden ilgili olanını, oğul görev(ler)e, `execvp()` sistem çağrısının argümanı olarak aktarmak durumundadır. *pipe* üzerinden yapılan iletişimde görevler arası zamanuyum denetimi, doğal olarak bu aracı sunan işletim sisteminde sağlanır. Çizim 4.17'de, *pipe* üzerinden iletişim kuran ana ve kız adlı iki görev örneklenmiştir.

*pipe* adlı posta kutuları, (*shell*) komut yorumlama katmanında kullanıcılarla, sistem komutlarıyla birlikte kullanılan (kapalı) biçimleriyle yansır. Bir sistem komutunun ürettiği çıktıının diğer bir sistem komutunun giriş verilerini oluşturması istendiğinde, bu komutlar, düz bir çizgi ile ayrılmış olarak (`ls | wc` gibi) arka arkaya yazılıp işletime sunulurlar. Buradaki düz çizgi (`|`) posta kutusunu simgeler. Bu yolla `ls` sistem komutu, ürettiği kütük listesini, giriş kütüğü olacak biçimde *pipe* (posta kutusu) üzerinden `wc` komutuna aktarır. Bu bağlamda, *pipe* nitelikli posta kutusunun yaratılması, belirteçlerin `ls` ve `wc` görevlerine aktarılması, Çizim 4.17'de örneklenen işlemlere benzer biçimde, `ls` ve `wc` görevlerinin atası konumundaki *shell* görevi tarafından gerçekleştirilir.

*pipe* nitelikli posta kutularının, salt ata-oğul yakınlığındaki görevler tarafından kullanılabilir olmasının yarattığı kısıtlamayı ortadan kaldırmak üzere, *UNIX System III*'ten başlayarak *named pipe* ya da *FIFO* olarak adlandırılan, kullanıcılar tarafından adlandırılabilen (kimlik verilebilen) klasik posta kutuları da *UNIX* işletim sistemine eklenmiştir. *UNIX* işletim sisteminde *FIFO*, *pipe* ile kütüğün özelliklerini birlestiren

---

<sup>16</sup> Burada  $N$  tutankılık bir yastık alanını ortak kaynak olarak kullanan üretici-tüketiciler görevler incelenirken örneklenen yaklaşım kullanılır. Posta kutusuna erişim açısından `send` komutu üretici, `receive` komutu da tüketici rolü üstlenmektedir.

## 152 İŞLETİM SİSTEMLERİ

özel bir kütük yapısıdır. Örneğin, `mknod("iz/ad",S_IFIFO|0666,0)` sistem çağrıları kullanılarak yaratılır. `open()`, `read()`, `write()`, `close()` gibi sistem çağrıları aracılığıyla, `iz/ad` üzerinde anlaşan ve ata-oğul ilişkisi dışındaki görevlerce de kullanılır. Kütüklerden farklı olarak `lseek()` sistem çağrısının, *FIFO* nitelikli özel kütüklerle kullanımı anlamsızdır. Zira, adından da anlaşılacağı üzere, bu özel kütüklerden okuma, yazma sırasında, *first-in-first-out* mantığıyla yapılmak durumundadır. Bu nedenle, *FIFO* içinde yer alan damgalara rasgele erişim olanaksızdır. *FIFO* nitelikli özel kütüklere koşut erişimde görevler arası zamanuyum denetimi, doğal olarak, bunu bir araç olarak sunan işletim sisteminin yükümlülüğündedir.

```
/* cc -o ana ana.c komutuyla derlenen ana.c */
#include <stdio.h>
main()
{
    int i, pfd[2], boy;
    char fdstr[10], msg[80];

    pipe(pfd);
    if(fork()==0) {
        close(pfd[1]); /* kız adlı görev */
        sprintf(fdstr,"%d",pfd[0]);
        execl("./kız","kız",fdstr,NULL);
        exit(0);
    }
    close(pfd[0]);      /* ana adlı görev */
    boy = getline(msg); /* klavyeden mesajı oku */
    write(pfd[1],msg,boy); /* posta kutusuna yaz */
    wait();             /* kız'ın sonlanmasını bekle */
}

/* cc -o kız kız.c komutuyla derlenen kız.c */
#include <stdio.h>
main(argc,argv)
int argc;
char *argv[];
{
    int i, fd, nread;
    char s[80];

    fd=atoi(argv[1]);
    nread=read(fd,s,sizeof(s)); /* gelen mesajı oku */
    printf("reading %d bytes: %s\n",nread,s); /* yazdır */
}
```

Çizim 4.17. *pipe* ile İletişim Kuran Görevler Örneği

Üst düzey zamanuyumlama araçları olmaları itibarıyla bu posta kutularının kullanımı, işletim hızı yönünden yavaştır. İşletim hızının önemli olduğu uygulamalarda, *UNIX* işletim sistemine *System V* ile giren *semaphore*, *shared memory* gibi alt düzey araçların kullanımına geri dönülür. Zaten genellikle alt düzey araçların hızlı ancak kullanım karmaşık, üst düzey araçların ise yavaş ancak kullanım kolay araçlar olduğu bilinen bir gerçektir. Kullanımda sağlanan kolaylığın bedeli hızdan verilen tavizle ödenir.

*send* ve *receive* komutları aracılığıyla yapılan görevler arası veri aktarımı ya işletim sisteminin kullanıcıya saydam yastık alanları ya da kimliği bizzat kullanıcı tarafından belirlenen posta kutuları üzerinden gerçekleşir. Gerek işletim sistemi yastık alanları, gerekse posta kutuları, birden çok görevin bölüştüğü (eşanlı okuma ve yazma yapabildiği) kritik kaynaklardır. Dolayısıyla görevlerin, bu alanlara erişimleri sırasında zamanuyumlanmaları gereklidir. Bu zamanuyumlama semaforlar kullanılarak yapılabilir. *send* ve *receive* komutlarına ilişkin sistem çağrıları içinde semaforlara dayalı zamanuyum düzenekleri öngörülür. *send* ve *receive* komutları derlenirken, aktarım işlemlerinin yanı sıra aktarım alanlarına erişimde zamanuyumlamayı da sağlayan sistem çağrıları amaç kodlar arasına yerleştirilir. Bu yolla kullanıcılar, zamanuyumlamayı bizzat gerçekleştirme yükümlülüğünden kurtulmuş olur. Daha önce de belirtildiği gibi, *send* ve *receive* komutlarına üst düzey işlev olma özelliğini veren bu olgudur. Bu bağlamda, Çizim 4.14' te verilen üretici-tüketicili görevlerin *P* ve *V* işleçleriyle programlanması örneği, *send* ve *receive* komutlarının kullanımıyla, Çizim 4.18' de yeniden ele alınmıştır.

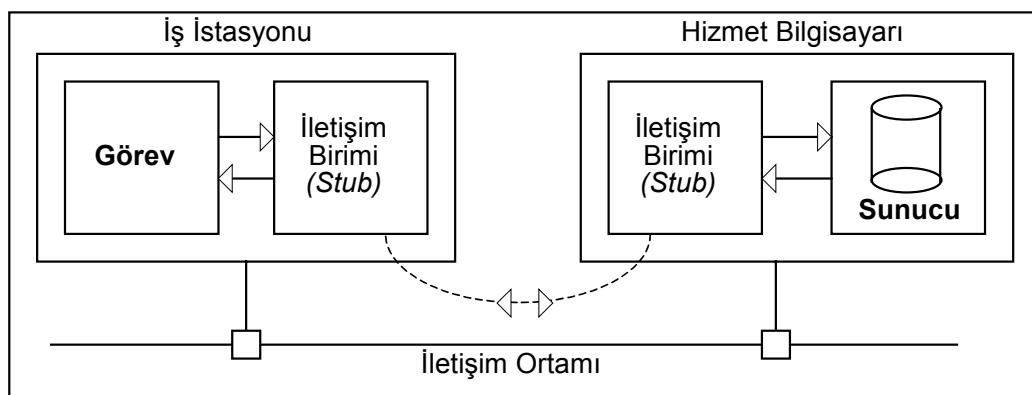
<pre>message ileti; kullanıcı() {     char tutanak [80];      while(true){         çıktı-üret(tutanak);         receive(yazıcı,ileti);         yükle(tutanak,ileti);         send(yazıcı,ileti);     } }</pre>	<pre>yazıcı() {     char tutanak [80];     int i;     for(i=0;i&lt;N;i++)         {send(kullanıcı,ileti);}      while(true){         receive(kullanıcı,ileti);         boşalt(tutanak,ileti);         send(kullanıcı,ileti);         dök(tutanak);     } }</pre>
--	--

Çizim 4.18. *send* ve *receive* Komutlarının Kullanımı

Bu yeni örnekte, *send* ve *receive* komutlarının, ileti adresi olarak görev kimliklerini kullandıkları; iletilerin *message* olarak, sistemce bilinen, eşit uzunlukta özel tür bir veri yapısında olduğu düşünülmüştür. Bir görevden diğer bir görev'e gönderilen iletilerin, alıcı görev, *receive* komutuyla okuyuncaya degen işletim sisteminde saklanacağı varsayılmıştır. Çizim 4.14' te N tutanaklı bir yastık alanı kullanıldığından burada da

aynı anda N değişik iletinin bulunması öngörlülmüştür. Bu amaçla yazıcı görev işletimine, N boş (anlamsız) iletiyi kullanıcı görevine göndermekle başlamaktadır. Bu, N adet ileti, doğal olarak işletim sisteminde yastıklanmaktadır. kullanıcı görevi dökülecek tutanaklar hazır oldukça, receive komutu aracılığıyla boş bir iletiyi işletim sisteminde okumakta, tutanak ile yükleyerek geri göndermektedir. yazıcı görev ise aldığı iletiyi yerel tutanağına boşalttıktan sonra boş bir iletiyi tekrar kullanıcı görevine göndermektedir. Bu durumda işletim sisteminde saklanan ileti sayısı hep N olarak kalmakta, böylece N tutanaklı yastıklama sığası değişmez biçimde korunabilmektedir.

send ve receive komutlarının, görevler arası zamanuyulamaya getirdiği programlama kolaylığının yanı sıra diğer önemli bir özellikleri daha vardır. Bu komutlar, iletişim komutları olmaları itibarıyla bir ağ içinde bütünüleşmiş değişik bilgisayarlar üzerine dağılmış görevler arası iletişim ve zamanuyulamaya da olanak verirler. Semaforları kullanan alt düzey işleyiciler ancak, ya tek ana işlem birimi ya da ortak bir ana belleğe sahip çok işleyicili sistemler üzerinde kullanılabilirler. Ağlar içinde bütünüleşmiş bilgisayar sistemlerinin ortak bellekleri bulunmadığından semafor adlı özel bellek değişkenlerine dayalı zamanuyulama düzenekleri, bu ağ içinde yer alan bilgisayar sistemleri üzerinde çalışan görevler için kullanılamazlar. Tek bir uygulamanın, bir ağ içinde yer alan bilgisayar sistemlerinden iki ya da daha çوغunu, aynı anda kullanabilmesine olanak veren işlem türüne dağılmış işlem adı verilir. send ve receive komutları, dağılmış işlem ortamında kullanılabilen tek zamanuyulama araçlarıdır.



Çizim 4.19. Uzaktan Yordam Çağırma (RPC) Düzeneği

Dağıtılmış işlemin yürütüldüğü bilgisayar ağlarında bir uygulamaya ilişkin veriler birden çok bilgisayar sistemi üstüne dağılmış biçimde saklanabilir. Dağıtılmış işleme olanak veren kimi işletim sistemlerinde, görevler arası iletişim, verilerin (kütüklerin), bulundukları fiziksel konumlardan soyutlanması amacıyla kullanılır. Kütüklerin konumlarından soyutlanması, erişilecek kütüğün bulunduğu bilgisayar sistemi hangisi olursa olsun, hep bu kütüge erişim yapan görevle aynı sistemde yer alıormuş gibi davranışabilmeye olanak verilerek sağlanır. Bu bağlamda bir görev, uzak bir bilgisayar sistemi üzerinde bulunan bir kütüge erişmesi gerektiğinde bunu, sanki kendi ortamındaki

bir diskten yapıyormuş gibi klasik bir `read` komutunu kullanarak yapar. Ancak okuma istemi iletişim birimi (*stub*) adlı bir kesime yönlendirilir. Bu hizmet birimi kütüğün fiziksel olarak bulunduğu bilgisayar sistemindeki iletişim birimi ile iletişim kurarak kütüğün buradaki hizmet birimi (*server*) tarafından okunarak gönderilmesini sağlar. Aldığı kütüğü `read` komutunu işlenen göreve yönlendirir. Açıklanan bu düzenek uzaktan yordam çağrıma (*remote procedure call*) olarak bilinir. Bu düzeneği kullanan model, istemci sunucu modeli (*client-server model*) olarak adlandırılır (Çizim 4.19).

Bu çerçevede, `read` komutunu çalıştırın görev, bu komutla, normal bir işlev / yordam çağrıma işlemini yerine getirmektedir. Görevin bu isteminin yerine getirilebilmesi için, okunacak kütüğün yer aldığı bilgisayar sistemiyle yapılacak gerekli ileti aktarım işlemleri, işletim sisteminin iletişim birimlerince gerçekleştirilmektedir. `send` ve `receive` türü komutları kullanan kesimler bunlardır.

### **b. Monitor Kullanımı**

*Monitor*, birlikte çalışan görevlerin, ortak kaynağa erişim yapan yordamlarının (kritik kesimlerinin) toplandığı kümeye verilen addır. Görevlerin ortak kaynağa erişimlerini denetim altında tutmanın bir yolu da bunların, kritik kaynaklara merkezi bir denetim altında erişmelerini sağlamaktan geçer. Monitor kavramının temelinde bu ilke yatar. Birlikte çalışan görevler programlanırken ortak kaynağa erişim yapacak yordamlar özel bir kümede toplanır. Bu kümenin tüm görevlerce bilinen özel bir adı bulunur. İşletim aşamasında bir görev ortak kaynağa erişmek istediği, ilgili yordamı bu kümeden çağrıır. Programlama aşamasında bu küme özel bir tür olarak, *monitor* biçiminde tanımlandığından, derleme aşamasında bu kümenin başına, karşılıklı dışlamayı sağlayacak gerekli karşılıklı dışlama komutları derleyici tarafından eklenir. Bu yolla bu kümeden, aynı anda en çok bir görevin yordam çağrımasına izin verilerek ortak kaynağa aynı anda en çok bir görevin erişim yapması sağlanır. Görevlerin monitorda yer alan bir yordamı çağrımları monitora girmeleri olarak nitelenir. Bir görev monitor içindeki bir yordamın işletimini tümüyle tamamlamadan diğer bir görev monitorından yordam çağrıramaz. Başka bir deyişle bir görev monitorun içinde iken başka bir görev monitora giremez. Bu amaçla, monitora ilişkin bir bekleme kuyruğu da öngörlür. Yukarıda verilen açıklamalardan da anlaşılacağı üzere monitor bir programlama dili yapısıdır.

Monitorlarla ilgili önemli bir sorun, monitora bir kez girebilmiş bir görevin burada, karşılıklı dışlama gereğinin dışında, başka bir nedenle beklemesi gerektiğinde bu beklemenin, diğer görevleri kilitlemeden nasıl gerçekleşeceği sorunudur. N tutanaklık bir yastık üzerinden iletişim yapan iki görevin, bu yastığa erişim yapan kesimlerinin üretici-tüketicisi adlı bir monitor içine konduğu düşünülebilir. Bu görevlerden üretici olanının, monitora girerek, yastık dolu iken buraya yeni bir tutanak eklemeye kalkması durumunda beklemeye alınması gerekdir. Bu görev, gerekli önlemler alınmadan beklemeye alınırsa, hala monitor içinde görüldüğünden tüketici görevin monitora girmesi engellenir. Tüketicisi görev monitora girip yastıktan bir tutanak almadan üretici görevin bekleme durumu son bulamayacağından, kilitlenme olarak bilinen, görevlerin karşılıklı bekleşme durumu ortaya çıkar. Bu önemli sakıncayı ortadan kaldırmak için kimi koşullarda, bekleme durumundaki bir görev, halen monitor içinde iken, diğer bir

## 156 İŞLETİM SİSTEMLERİ

görevin de monitora girişinin sağlanması gereklidir. Bunun için, monitorda, koşul (*condition*) adlı yeni bir değişken türü ile bunlar üzerinde işlem yapan wait ve signal adlı komutlar tanımlanır.

```
monitor üretici-tüketicisi
    condition dolu,bos;
    int sayıç;
    tutanakekle(tutanak)
        char *tutanak;
        {
            if(sayıç == N) {wait(dolu);}
            tutanakyaz(tutanak);
            sayıç++;
            if(sayıç == 1) {signal(bos);}
        }
    tutanakal(tutanak)
        char *tutanak;
        {
            if(sayıç == 0) {wait(bos);}
            tutanakoku(tutanak);
            sayıç--;
            if(sayıç == (N-1)) {signal(dolu);}
        }
    üretici-tüketicisi ends

    char tutanak[80];
    kullanıcı()
    {
        while(true){
            çıktı-üret(tutanak);
            üretici-tüketicisi.tutanakekle(tutanak);
        }
    }
    yazıcı()
    {
        while(true){
            üretici-tüketicisi.tutanakal(tutanak);
            dök(tutanak);
        }
    }
}
```

Çizim 4.20. Üretici-Tüketicilerin *Monitor* ile Programlanması

wait(*koşul-değişkeni*) komutu kendisini çalıştırın görevi *koşul değişkeni*'ne bağlı bekleme kuyruğuna koyar. signal(*koşul-değişkeni*) komutu ise *koşul değişkeni*'ne bağlı kuyruktaki görevi hazır görev durumuna getirir. Görevler, monitor içinde bekleme koşulu olarak sıradıkları değişkenleri *koşul değişkeni* olarak tanımlarlar. Monitor içinde sıranan bir *koşul değişkeni* bekleme yapmayı gerektiriyorsa *wait* komutu çalıştırılarak bekleme durumuna geçilir. *wait* komutu, aynı zamanda,

varsıa, monitora girmeyi bekleyen bir görevin monitora girmesini de sağlar. Bekleme durumundaki bir görevin hazır görev durumuna geçebilmesi, monitora bundan sonra giren görevlerden birinin, aynı koşul değişkenine ilişkin signal komutunu çalıştırmasıyla gerçekleşir.

Daha önce hem semaforlar hem de iletişim komutlarının kullanımını örneklemede yararlanılan klasik üretici-tüketicı görevler, bu kez monitor yaklaşımını örneklemede kullanılmış ve elde edilen program listesi Çizim 4.20' de verilmiştir. Burada kullanılan dil, C programlama dilini andırıyor olmakla birlikte, tümüyle varsayımsal bir dil olarak düşünülmelidir. N tutanaklık yastık alanına tutanak ekleme ve buradan tutanak alma işlemleri ortak kaynağa erişim yapan kritik kesimler olarak üretici-tüketicı adlı *monitor* içine konmuştur. Yastık alanının, dolu olduğu bir durumda tutanak eklemek isteyecek üretici görevin dolu adlı koşul değişkenine; boş olduğu durumda da, tutanak okumak isteyecek tüketici görevin boş adlı koşul değişkenine bağlı bekleme konumlarına, sırasıyla wait(dolu) ve wait(boş) komutları kullanılarak alınacağı görülmektedir. *sayaç*'ın 1 ve N-1 değerlerini alması durumlarda ise, boş ve dolu koşul değişkenlerine bağlı olarak bekleyen görevlerin signal komutuyla hazır görevler kuyruğuna bağlanacağı düşünülmüştür. *sayaç* modülü N artırılıp eksiltilmektedir.

kullanıcı ve yazılıcı adlı görevler içinden, monitordaki bir yordam çağrırlacağı zaman bunun, monitor-adı.yordam-adı komutuyla gerçekleştiği varsayılmıştır. signal komutu, halen monitor içinde bulunan bir görevin, monitor içindeki diğer bir görevi hazır duruma sokması için kullanılmaktadır. Aynı anda birden çok görevin monitor içinde bulunmasını önlemek üzere, çoğu kez signal komutunu iştenen görevin hemen monitoru terketmesi gözetilir. Bu nedenle, tutanakekle ve tutanakal monitor yordamları içinde signal komutları hep sonuncu komut olarak kullanılmıştır.

Birlikte çalışan görevler yönünden monitor, bölüşülen ortak kaynak için vardır. Bir sistemde birden çok ortak kaynak ve bunların çevresinde kümelenen birden çok birlikte çalışan görev bulunur. Koşut işlem, her görev kümesi için ayrı bir monitor tanımlanarak yürütülür. Monitor yaklaşımını kullanan sistemlerde, zamanuyumlanmaları gereken yordamlar belli kümeler içinde toplandıklarından, semaforlar ya da iletişim komutları kullanılarak gerçekleştirilenlere göre daha kolay anlaşılır ve bakılır yazılımların elde edilmesi sağlanır. Daha önce de belirtildiği üzere, monitor bir programlama dili aracıdır. Bu aracı kullanan sistem programcılar programladıkları görevler arası ayrıntılı zamanuyumlama eklerini öngörme zorunluluğundan kurtulurlar. Zira monitor kullanımına olanak veren programlama dillerinde görevler arası zamanuyumlama işlevi, tanım gereği, derleyici ve sistem yazılımlarının yükümlülüğüne girer.

Monitor kavramını destekleyen üst düzey programlama diline verilebilecek örnek, JAVA'dır. JAVA, programların işletim dizileri içermesine olanak vermekte ve bunların zamanuyummasını monitor yaklaşımıyla ele almaktadır. Bu amaçla, üretici-tüketicili nitelikli işletim dizi sınıfları (*classes*) içinde, paylaşılan özel bir nesneye erişim yapan yordamlar (*methods*):

```

synchronized void yordam_1() { ... }
synchronized void yordam_2() { ... }

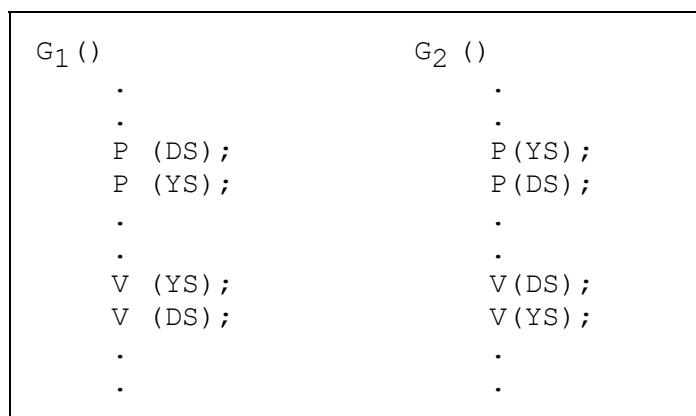
.

```

büçiminde, *synchronized* olarak tanımlanmakta ve bunun sonucunda, paylaşılan nesneyle ilgili *synchronized* nitelikli herhangi bir yordamı en çok bir işletim dizisinin işletmesi (karşılıklı dışlama) sağlanmaktadır. Bir işletim dizisi, paylaşılan nesneyle ilgili *synchronized* nitelikli bir yordamın işletimini tümüyle tamamlamadan diğer bir işletim dizisi de, aynı nesneye ilişkin *synchronized* nitelikli başka bir yordamı işletmeye kalktığında, bu sonuncunun, otomatik olarak bekler duruma geçmesi sözkonusu olmaktadır. Zira JAVA'da, her nesne için bir kilit (*lock*) belirteci öngörülmekte ve *synchronized* nitelikli bir yordam bir nesne üzerinde işlem yaparken bu nesne kilitlenerek diğer *synchronized* nitelikli yordamların erişimine kapalı tutulmaktadır. Kilit belirteci, bu niteliğiyle, paylaşılan nesnenin (zaman uyumlanması gereken) yordam kümesini belirlemekte ve monitor olarak anılmaktadır.

### 4.3. Görevler arası Kilitlenme

Bilindiği gibi işletim sistemleri kullanıcılarla hızlı işletim, kolay ve güvenli kullanım yönlerinden nitelikli bir hizmet sunarken sistem kaynaklarının en verimli düzeyde kullanılmasını amaçlarılar. Yukarıda incelenen koşut işlem, bu genel amaca ulaşmanın temel araçlarından biridir. Gerek çok iş düzeni gerekse çok görevli işlem, koşut işletim yapılmadan gerçekleşmez. Koşut işlem, sistem kaynaklarının görevler arasında paylaşılmasını ve bu paylaşımın eşgündüm içinde yapılmasını gerektirir. Paylaşım ve eşgündüm yarattığı görevler arası trafik, kilitlenme olayını ortaya çıkarır.



Çizim 4.21. Kilitlenen Görevler

#### 4.3.1. Kilitlenmenin Tanımı

Kilitlenme, bekleme durumundaki görevlerin, hazır görev durumuna geçebilmek için bir diğerinin sağlayacağı koşulu karşılıklı beklemelerine verilen addır. Görevlerin herbirinin bekler olması ve çalışabilmek için bir diğerinin işletilmesinin gereklmesi durumu, görevlerin hiçbir zaman gerçekleşmeyecek bir koşulu beklemeleri sonucunu

doğurur. Örneğin  $G_1$  ve  $G_2$  adlı iki görevin aynı disk birimi üzerinde yer alan kütükleri yazıcıdan dökmede kullanıldığı; sistemde yazıcının  $YS$ , disk biriminin de, bir bütünü olarak  $DS$  adlı semaforlarla korunduğu ve görevlerin kaynakları  $P$  (kaynaksemaforu) komutu ile diğer görevlerin kullanımına kapayabildiği;  $V$  (kaynaksemaforu) komutu ile de serbest bıraktığı varsayılsa, bu görevlerin, Çizim 4.21'de verilen biçimde programlanmaları durumunda kilitlenebilecekleri kolayca görülür. Bu çizime göre  $G_1$  görevi  $P$  işlecini kullanarak önce disk sonra yazıcıyı,  $G_2$  görevi de önce yazıcı sonra diski kullanmak üzere programlanmıştır.  $G_1$  görevinin işletiminin  $P(DS)$  komutundan sonra kesilmesi ve  $G_2$  görevinin işletme alınması durumunda bu sonuncunun  $P(YS)$  komutunu çalıştırıldıktan sonra  $P(DS)$  komutu ile  $DS$  bekleme kuyruğuna bağlanacağı;  $G_1$  görevinin ise, yeniden işletme alınması sonrasında  $P(YS)$  komutu ile  $YS$  bekleme kuyruğuna bağlanacağı görülür. Bu durumda  $G_1$  görevi  $G_2$  görevinin  $V(YS)$  komutunu,  $G_2$  görevi de  $G_1$  görevinin  $V(DS)$  komutunu çalıştırmasını bekler. Her iki görev de bekler durumunda olduğundan bu komutlar hiçbir zaman çalıştırılamazlar. Böylece bu görevler hiçbir zaman oluşmayacak koşulları karşılıklı bekleyerek kilitlenirler. Görevler arası kilitlenmeyi ortaya çıkarılan koşullar aşağıda verilen dört ana başlık altında toplanabilir:

- Karşılıklı Dışlama: Bir kaynağın aynı anda yalnız bir görev tarafından kullanılabilmesi.
- İstem üzerine kaynak atama: Görevin gereksediği kaynakları, teker teker, işletim aşamasında elde etmesi.
- Atanan kaynakların, görevler serbest bırakmadıkça geri alınamaması.
- Döngüsel Bekleme: Bir görevin elinde tuttuğu kaynaklardan bir ya da daha çoğunu, bu görevle aynı döngüsel işletim zinciri içinde yer alan diğer görevlerce de istenmesi.

Bu koşullardan dördünün de aynı anda bulunduğu durumlarda kilitlenme oluşur. Kilitlenmeleri önlemek üzere, bu koşullardan en az birinin olmasını engellemek yeterlidir. Ancak sıralanan bu koşullar, çoğu kez ekonomik ve fiziksel kısıtlamalardan kaynaklanır. Örneğin karşılıklı dışlamayı ortadan kaldırmak, hemen hemen tüm donanımsal kaynaklar için olanaksız, görevler arası iletişimde ise bir zorunluluktur. Bunun gibi, görevlerce kullanılan kaynakları gerektiğiinde görevlerden geri alan bir kaynak atama yöntemini uygulamak ta, örneğin ana işlem birimi ve ana bellek dışındaki çoğu fiziksel birim için her zaman olanaklı değildir. Ancak koşut işlemin yürütüldüğü işletim sistemlerinde, olanaklar elverdiği ölçüde kilitlenmelere karşı önlemler öngörülür. Bu önlemler, genelde üç değişik yaklaşımla ele alınır. Bunlar:

- Kilitlenmelerin özdevimli olarak yakalanması ve ortadan kaldırılması,
- Kilitlenmelerden korunma,
- Kilitlenmelerden sakınma

olarak adlandırılır. Bu yaklaşımın yanı sıra kilitlenmeler konusunda herhangi bir önlem almamak ta dördüncü bir yaklaşımı oluşturabilir. Bu yaklaşım, kilitlenmelerin az rastlanan bir olgu olduğu, çok ender olarak oluşacak kilitlenmeleri çözmek üzere

görevleri sistemli bir denetim altında tutmanın gereksizliği varsayımlına dayanır. Ender de olsa kilitlenmelerin oluşması ve algılanması durumunda, sistem işletmeninin devreye girerek gerekli önlemleri alması öngörülür. Bu önlemler çoğu kez kilitlenmeye neden olan görevlerin yok edilmesi ya da bunlar yakalanamıysa tüm sistemin yeniden başlatılmasıdır. *UNIX* işletim sisteminin kullandığı yaklaşım budur.

Kilitlenmeler, sistem kaynaklarının görevler arasında paylaşım zorunluluğundan doğar. Bir bilgisayar sisteminde kaynaklar:

- tüketilir kaynaklar ve
- yeniden kullanılır kaynaklar

olmak üzere kabaca iki grup içinde düşünülebilir. Yeniden kullanılır kaynaklar istem üzerine, aynı anda en çok bir görevde atanın, sınırlı (sonsuz olmayan) bir süre sonunda serbest bırakılan ve başka bir görevin kullanımına verilen kaynaklardır. Ana bellek kesim ve sayfaları, ana işlem birimi, disk birimleri, mıknatslı şerit birimleri, yazıcılar, veri tabanı kütükleri yeniden kullanılır kaynaklardır. Tüketilir kaynaklar, adlarından da anlaşılacağı üzere işletim aşamasında görevler tarafından yaratılıp kullanılan ve işletim sonunda varlığı son bulan kaynaklardır. Görevler arası iletişimde yararlanılan iletler, posta kutuları, geçici yastık alanları bu gruba giren kimi kaynak örnekleridir. Bu grup kaynaklarla ilgili kilitlenmeler, tüketilir kaynağı paylaşan belirli sayıda görevle sınırlı kalır. Bu kilitlenmeler çoğu kez zamanuyumlamaya yönelik programlama hatalarından kaynaklanır. Birlikte çalışan görevler programlanırken tüm görevler birlikte düşünülperek tasarım yapılır. Olası kilitlenme durumları tasarım ve gerçekleştirim aşamasında bulunup ayıklanmalıdır. Bu nedenle, işletim sistemlerinde, bu tür kilitlenmelere karşı herhangi bir önlem öngörülmez. Bunların ortadan kaldırılması, programcıların sorumluluğuna bırakılır. Aşağıda açıklanan önlemler, salt yeniden kullanılır kaynaklara yönelik olanlardır.

### **4.3.2. Kilitlenmelerden Korunma**

Kilitlenmelerin oluşma koşulları, dört başlık altında yukarıda belirtilmiştir. Kilitlenmelerden korunma, aynı anda bu dört koşuldan en az birinin oluşmasının engellenmesiyle gerçekleşir. Bu, işletime alınan görevlere kimi kısıtlamalar getirilerek sağlanır. Yukarıda sayılan koşullardan karşılıklı dışlama koşulunu ortadan kaldırma olanağı genelde bulunmaz. Zira bir sistemde yer alan kaynakların sayısı, işletilen görev sayısından çok daha az olduğundan, bu kaynakların zorunlu paylaşımı karşılıklı dışlamayı da birlikte getirir. Bu durumda arda kalan diğer üç koşuldan birinin kırılması kilitlenmeye karşı korunmayı sağlayabilir.

Görevlere istem üzerine kaynak atandığı durumlarda belirli sayıda kaynağı elinde tutan bir görev yeni bir kaynak gereksediğinde bunu işletim sisteminden talep eder. Bu yeni isteme olumlu yanıt alıncaya deigin halen elinde tuttuğu kaynaklarla birlikte bekler duruma girer. Gereksenen kaynakların, çapraz biçimde, bekler durumdaki görevlerce tutulması kilitlenmeleri oluşturabilir. Görevlere istem üzerine kaynak atamaktan vazgeçilebilirse kilitlenmeyi oluşturan koşullardan biri ortadan kaldırılmış olur. Bunun için, örneğin işlere, sisteme sunuş aşamasında gereksediği tüm kaynakları, iş tanım

dilleri aracılığıyla bildirme zorunluluğu getirilir. Gereksediği kaynakların tümü bir çırpıda sağlanamayan işlere hiçbir kaynak ataması yapılmaz. Başka bir deyişle, tüm kaynakları sağlanana dein işlerin görev tanımları yapılmaz. Görevler işletim aşamasında ek kaynak isteminde bulunamazlar. Bir görevde atanen kaynaklar, bu görevin işletimi sonlanana dein diğer görevlerce kullanılamazlar. Bu kısıtlamaya uyan görevler kilitlenme oluşturmazlar.

Ancak bu kısıtlamaya uymak her zaman mümkün olmayabilir. Zira kimi işler için, gereksenecek kaynakları, sunuş aşamasında belirleme olanağı bulunmayabilir. Bunu yapmaya zorlanan işler (kullanıcılar), işletim aşamasına ilişkin tüm olasılıkları düşünerek kaynak istemleri hakkında abartılı davranışlarırlar. Bunun yanı sıra bu kısıtlama, koşut kaynak kullanım düzeyinin düşmesine de neden olabilir. Bir veri tabanı üzerinde uzunca süre sorgulama yapıp elde edilen kimi sonuçları dökmede kullanılan bir iş ya da görev, işletiminin son aşamasında gereksinim duyacağı bir satır yazıcıyı, bu yönteme göre, işletiminin başında sahiplenerek diğer görevlerin, bu süre içinde, bu kaynağı kullanmasını engeller. Bu durum hem kaynak kullanım verimliliği hem de koşut işlem düzeyini olumsuz yönde etkileyerek sistem başarısının düşmesine neden olur.

Bu önemli sakıncaları ortadan kaldırmak üzere, istem üzerine kaynak atamanın kilitlenmelere yol açması başka bir yolla da engellenebilir. Bu başka yolda görevlere kaynaklar, istem üzerine yine, işletim aşamasında atanır. Ancak yeni kaynak isteminde bulunan bir görev, bu yeni kaynak kendisine atanana dein elinde tuttuğu kaynakları serbest bırakma zorunda bırakılır. Ancak bu yöntemin de uygulanması her zaman mümkün olmayabilir. İşletim sonlanmadan kimi kaynakların, örneğin günlenen kütüklerin geri verilmesi işletim bütünlüğü yönünden mümkün olmayıabilir.

Açıklanan bu yaklaşımı benzer bir yaklaşım veri tabanı sistemlerinde kullanılır. Veri tabanı üzerinde günleme yapan görevlerin erişecikleri tutanaklar birer kaynak olarak düşünülür. Görevler, erişecikleri tutanakları baştan belirlerler. Bir görev, gereksediği tutanakları, sırayla kilit altına almaya çalışır. Eğer gereksenen bir tutanak başka bir görev tarafından daha önce kilit altına alınmışsa, o ana kadar kilitlenen tutanaklar serbest bırakarak işlemelere yeniden başlanır. Bir görev, kilitlediği tutanakları her an serbest bırakabilme yolunu açık tutmak için, gereksediği tüm tutanakları kilit altına almadan bunlar üzerinde hiçbir günleme işlemi yapmaz. Günleme işlemi sonunda da, doğal olarak kilitlenen tüm tutanaklar serbest bırakılır. Bu yöntem iki aşamalı kilitleme (*two phase locking*) olarak bilinir.

Görevlere atanen kaynakların, görevler istemedikce geri alınamaması kilitlenmeleri oluşturan bir diğer koşuldur. Atanan kaynakların, görevlerin istemleri dışında da sistemce geri alınmasının sağlanması, kilitlenmelerden korunmada akla gelen bir diğer yöntemdir. Ancak bu yöntemi tüm kaynaklar için uygulamaya olanak bulunmaz. Giriş/çıkış sistemi incelenirken açıklandığı üzere, bilgisayar sistemini oluşturan kaynaklar bölüşür ve bölüşümz kaynaklar olarak ikiye ayrılır. Ana işlem birimi, ana bellek gibi, görevlerce eşanlı biçimde paylaşılabilen birimler bölüşür kaynakları; yazıcı, mıknatıslı şerit sürücü gibi, görevlerce ardıl biçimde kullanılması zorunlu olan birimler de bölüşümz kaynakları oluştururlar. Bölüşümz kaynakların, kullanımıları

tümüyle sonlanmadan bir görevden geri alınarak diğer bir görevde atanmaları yapılamaz. Dolayısıyla bu tür kaynaklarda sözkonusu koşulu kırma olanağı bulunmaz.

Bir görevin elinde tuttuğu kaynaklardan bir ya da daha çoğunun, bu görevle aynı döngüsel işletim zinciri içinde yer alan diğer görevlerce de istenmesi, döngüsel beklemeyi yaratarak kilitlenmelerin oluşmasına kaynaklık eden diğer bir koşuldur. Bu koşulun kırılmasında kullanılan bir yol, sistem kaynaklarını belirli bir sıradüzen içinde atamak ve serbest bırakmaktır. Bunun için kaynaklar belirli kümelere ayrıılır ve bu kümeler numaralandılarak sıralanır.

- Görevler aynı kümede bulunan kaynaklar için, birden çok atama isteminde bulunmazlarsa;
- (*i*) sırasındaki bir kümeden kaynak sağlamış bir görev, yeni bir kaynak istemi sözkonusu olduğunda, bunu yalnız (*i*+1), (*i*+2), ..., (*i*+*n*) gibi daha üst sıralardaki kümelerden sağlarsa;
- (*i*)inci kümedeki kaynaklar, (*i*-1)inci kümedeki kaynaklardan önce serbest bırakılmak zorunda ise

ilgili sistemde kilitlenme olusmayacağı kanıtlanabilir. Bu bağlamda, Çizim 4.20'de verilen örnekteki disk biriminin (*i*)inci, yazıcı biriminin ise (*i*+1)inci kümede yer aldığı düşünülürse, kaynakların (*i*), (*i*+1),... sırasında istenmesi, (*i*), (*i*-1),... sırasında serbest bırakılması durumunda kilitlenmenin önlenebileceği görülür (Çizim 4.22).

$G_1()$	$G_2()$	Kaynak atama	Kaynak serbest bırakma
.	.	.	.
.	.	.	.
P (DS) ;	P (DS) ;	.	.
P (YS) ;	P (YS) ;	.	.
.	.	↓ Disk    i    inci küme ↑	
.	.	↓ Yazıcı    i+1    inci küme ↑	
V (YS) ;	V (YS) ;	.	.
V (DS) ;	V (DS) ;	.	.
.	.		
.	.		

Çizim 4.22. Sıradüzensel Kaynak Atama

### 4.3.3. Kilitlenmelerden Sakınma

Kilitlenmelerden sakınma, kilitlenmelere neden olan koşulları toptan kırmaya çalışmak yerine, herbir görev için, ayrı, ayrı gerekli ön incelemeleri yapmayı ve kaynak atamalarını buna göre yönlendirmeyi gerektirir. İlke olarak, bir görev, yeni bir kaynak isteminde bulunduğuunda bu kaynakla ilgili işletim sistemi kesimi devreye girer. Görevin bu isteminin potansiyel bir kilitlenmeye neden olup olmayacağıını inceler. Kaynak ataması, ancak sonuç olumlu ise gerçekleştirilir. Görevlere kaynak atanırken bunun ileride bir kilitlenmeye neden olup olmayacağıını belirleyebilen bir algoritma 1965

yılında *Dijkstra* tarafından tanımlanmıştır. Görevlere, kilitlenme olmadan kaynak atayabilme, bir bankerin iflas etmeden borç verebilmesine benzediğinden Banker Algoritması olarak adlandırılmıştır.

Bu algoritmanın çözdüğü sorun, değişmez bir sermayeye sahip olup bunu müşterileri arasında bölüştüren bir bankerin iflas etmeden herkese para sağlaması olarak tanımlanır. Bankerden borç alan müşterilerin herbirinin istedikleri toplam kredi bellidir. Borç alma ve geri ödeme işlemleri, her seferde bir birim üzerinden yürütülmektedir. Banker müşteriye, gereksediği toplam krediyi sınırlı bir süre içinde sağlayacağını, müşteri de tüm gereksinimi karşılandığında borcunu sınırlı bir sürede geri ödeyeceğini taahhüt etmektedir. Sermayesi 10 birim olan ve 3 müşteri ile iş yapan bir bankerin Çizim 4.23'deki durumda bulunduğu varsayıldığında borç istem toplamının 18 birim, kasanın ise 2 birim olduğu görülür.

Müşteri	İstenen Toplam Kredi	Ödünç Alınmış Miktar	Geriye Kalan Miktar
1	4	2	2
2	6	3	3
3	8	3	5

Çizim 4.23. Banker Algoritmasına İlişkin Çizelge

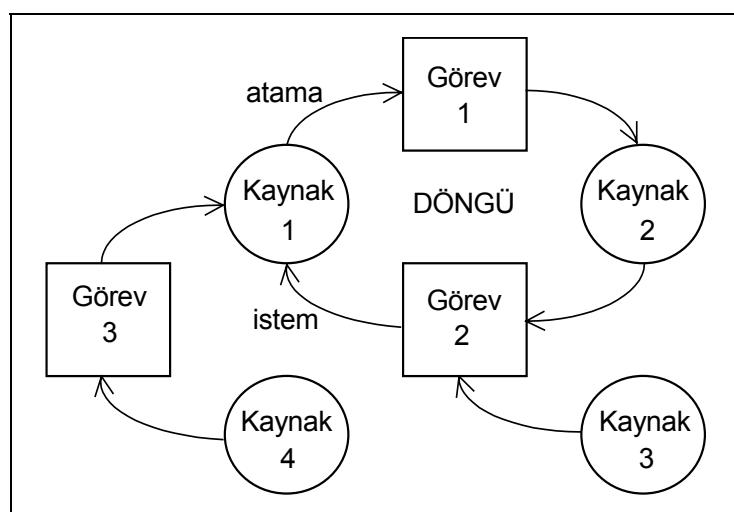
Bu aşamada üçüncü müşterinin 1 birimlik yeni bir borç istemi ile gelmesi durumunda bankerin bu isteme olumlu yanıt verme olanağı bulunmaz. Zira kasasında 1 birim kalacağından, geri ödeme sürecini başlatabilecek, en az borç gereksinimi bulunan birinci müşterisinin istemlerini karşılayamayacak ve kilitlenerek batacaktır. Bu gerekçeye dayalı olarak ödünç verme algoritması, kasada, her zaman en az bir müşterinin geri kalan gereksinimini karşılayacak miktarda para kalmasını gözetecektir. Bu açıklamalardaki banker, işletim sistemi; sermaye, benzer nitelikli kaynaklar bütünü; müşteriler de görevler olarak düşünüldüğünde aynı yaklaşımın görevlere kaynak atamada da kullanılabileceği görülür. Benzer nitelikli kaynaklardan, örneğin salt yazılıclar ya da salt mıknatıslı şerit sürücüler gibi aynı tür kaynaklar anlaşılır. Banker algoritması değişik tür kaynaklarla da kullanılabilecek biçimde genelleştirilebilir. Ancak kuramsal olarak geçerli olan bu algoritmanın, dayandığı kimi varsayımlar nedeniyle uygulamada kullanılması her zaman mümkün olmaz. Örneğin, görevlerden kaynaklara ilişkin toplam gereksinimlerini, işletimlerinin başında belirlemelerini istemek her zaman beklenemez. Bunun yapılamaması durumunda da bu algoritmayı uygulama olanağı bulunmaz.

#### 4.3.4. Kilitlenmelerin Yakalanması ve Ortadan Kaldırılması

Kilitlenmelerle başa çıkmak için uygulanan bir diğer yol da, görevlerin kaynak istemlerine ilişkin herhangi bir kısıtlamaya gitmeden kilitlenmelerin oluşmasını

beklemek, bunlar oluştugunda belirlenerek ortadan kaldırılmalarını sağlamaktır. Bu yol kullanıldığında, işletim sistemi görevlerin kaynak gereksinimlerini, istem üzerine işletim aşamasında hiçbir kısıtlama getirmeden sağlar. Yalnız görevlere atanın ve bunlar tarafından serbest bırakılan kaynakları izleyerek ortaya çıkan kilitlenmeleri saptamaya çalışır. Bu saptama, değişik yöntemlerle yapılabilir.

Bu yöntemlerden biri, hangi kaynakların hangi görevlere atandığını gösteren kaynak çizgilerini kullanmaya dayanır. Bu çizgeler üzerinde görevler bir kare, kaynaklar da bir çember ile gösterilir. Bir kaynağın bir görevde atanmış olduğu, kaynağı simgeleyen çemberden görevi simgeleyen kareye doğru çizilen bir okla ifade edilir. Bir görevin bir kaynağa ilişkin istemi ise, görev karesinden kaynak çemberi yönünde çizilen bir okla simgelenir. Daha önce belirtildiği gibi, görevler arası döngüsel kaynak beklemeye, kilitlenmelerin oluşması için gerekli ve yeterli bir koşulu oluşturur. Döngüsel (çapraz) beklemeler kaynak çizgileri üzerinde bir döngü olarak ortaya çıkar (Çizim 4.24). Kaynak çizgileri, matrislerle sayısal biçimde de ifade edilebilirler. Bu ifade biçimini, sözkonusu döngülerin, doğrusal cebir algoritmalarına (matrisler arası işlemlere) dayalı olarak saptanabilmesine olanak verir. Saptanan döngüler içinde yer alan görevler yok edilerek kilitlenmeler çözülür.



Çizim 4.24. Kaynak Atamalarda Döngülerin Oluşması

Görevler arası kilitlenmeler başka yöntemlerle de belirlenebilir. İşletim sistemi içinde bu belirlemeyi yapacak kesim, dönem dönem çalışarak bekleyen görev kuyruklarını tarayabilir. Bu görevlerden, belirli bir sınırın üstünde (örneğin 2 saat) beklemiş görevleri, kilitlenmiş görevler olarak yorumlayıp yok edebilir. Bu yolla, bu görevler, eğer kilitlenmeye neden olan görevler ise, yok edilmeleriyle tuttukları kaynaklar serbest kalacağından varsa kilitlenmeler çözülmüş olur. Daha çok Büyük İskender'in Gordiyon Düğümü'nü çözerken kullandığı yöntemi anımsatan bu yöntem büyük boy bilgisayar sistemlerinde, çoğu kez sistem işletmeni eliyle kullanılan bir yöntemdir.

# 5. BÖLÜM

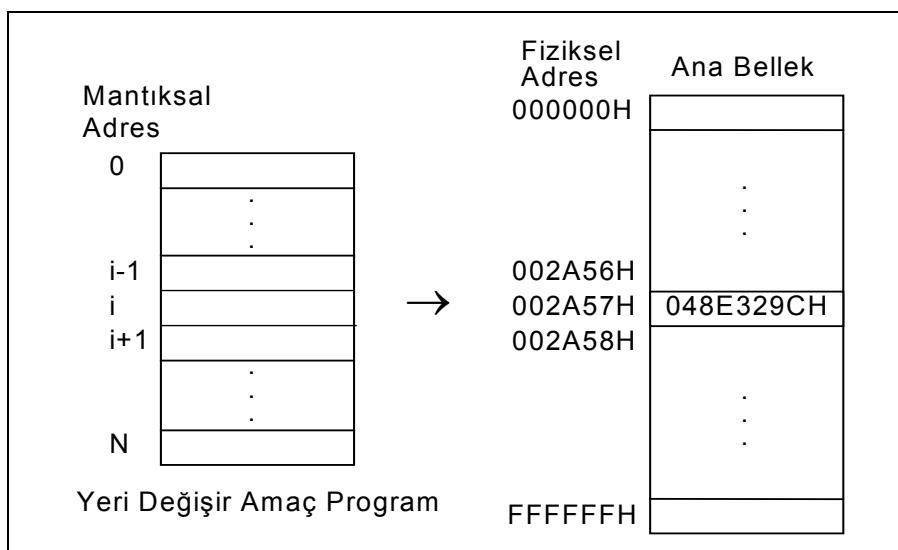
işletim sistemleri

## ANA BELLEK YÖNETİMİ

Bilindiği gibi, bir bilgisayar sistemini oluşturan temel birleşenler üç tanedir. Bunlar ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimleridir. Daha önceki kesimlerde, hem ana işlem birimi hem de giriş/çıkış birimleri birer kaynak olarak tanımlanmış ve görevler arasında paylaştırılmıştı, bu kaynakların yönetimi olarak adlandırılmıştı. Bunun gibi, bir bilgisayar sisteminin en önemli donanımsal kaynaklarından birini oluşturan ana belleğin, görevler arasında paylaşılması da ana belleğin yönetimi olarak adlandırılır. İşletim sistemi içinde bu işlevi karşılayan kesime ana bellek yönetici ya da kısaca bellek yönetici denir. Programların ve işlenen verilerin ana bellekte yer alacakları konumların belirlenmesi, düzenlenmesi, izlenmesi, gereksenen alanların sağlanması, bu alanların dışına taşmaların denetlenmesi gibi işlevler hep bellek yönetimi kapsamında ele alınır.

Bilgisayar sistemlerinde bellekler, ana bellek ve ikincil bellekler olarak iki gruba ayrılır. Ana bellek, aynı zamanda canlı bellek, yarı iletken bellek, *RAM* bellek gibi adlarla da anılır. Programların ve verilerin işlem aşamasında yer aldığı, ana işlem biriminin de dolayısı erişebildiği asıl bellek ana bellektir. İkincil belleklerin, işletim dışı verilerin saklandığı ve korunduğu, yüksek oylulmu bir bellek türü olduğu bilinir. Ana işlem birimi yönünden bakıldığına ana bellek, bir sözcük dizisi gibi görülür. Ana bellekte her sözcüğün bir adresi bir de içeriği bulunur. İzleyen kesimde ana bellek, gerçekleştirm özellikleri gözetilmeksızın, kavramsal olarak, bitişken bir dizi biçiminde düşünülecektir. Genelde sekizin katlarından oluşan sözcük uzunlukları konusunda herhangi bir varsayılm yapılmayacaktır.

Ana bellekte bir sözcüğün adresi, bu sözcüğe erişimde, adres yolu üstüne yüklenen konum değeridir. Bu değer, ilgili sözcük içeriğinin ana bellekte bulunduğu fiziksel konumu gösterdiğinden fiziksel adres olarak nitelenir. Ana işlem birimi, doğrudan bellek erişim denetleme birimleri, kanallar, ana bellekteki sözcüklere fiziksel adreslerini kullanarak erişirler (Çizim 5.1).



Çizim 5.1. Fiziksel ve Mantıksal Adres Evrenleri

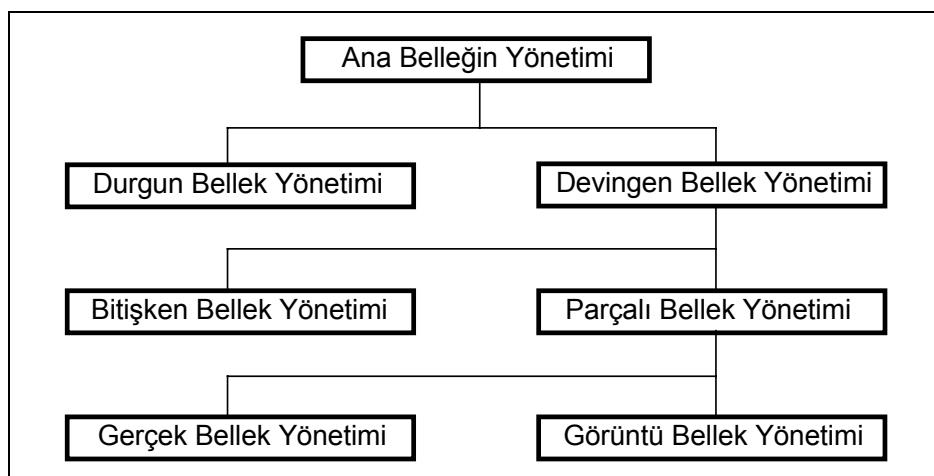
Ana bellek sözcükleri komut kodları ile bu komutların işlenenlerini tutan öğelerdir. Üst düzey programlama dilleri ile yazılan kaynak programlar içinde işlenenler, kullanıcıların özgürce belirledikleri simgesel adlarla anılırlar. Üst düzey programlar derlendiklerinde, yeri değişir amaç programlarına dönüşürler. Yeri değişir amaç program, tüm adreslerin program başına (sıfıra) göreli olarak belirlendiği programdır. Kullanıcılar tarafından bitişken kod dizileri olarak düşünülen amaç programları içinde işlenenler, simgesel adları yerine, program başına göreli adresleriyle tanımlanırlar. Düşünce evreninde gerçekliği olan program içi göreli adresler, fiziksel nitelemesiyle tezat oluşturmak üzere mantıksal adresler olarak adlandırılırlar. Bu bağlamda, ana belleğin fiziksel adres evreni ile programların mantıksal adres evreninden söz edilir. Program içi göreli adreslerin fiziksel adreslere dönüştürülmesi, mantıksal adres evreninden fiziksel adres evrenine geçiş olarak tanımlanır. Bu geçiş, ilgili programa yer sağlanarak ana belleğe yükleme sırasında, dolayısıyla bellek yönetimi kapsamında gerçekleşir.

Tek iş不尽inden çok iş不尽ine geçiş ana işlem biriminin işler arasında paylaşılması yoluyla gerçekleşir. Çok iş不尽inin yanı sıra çok görevli işlem de ana işlem biriminin görevlerce bölüşülmesini gerektirir. Gerek çok iş不尽i gerekse çok görevli işlem bilgisayar sistem verimliliğini artırmayı, sistem başarım düzeyini yükseltmeyi amaçlayan düzenlemelerdir. *Von Neumann* türü bilgisayar sistemlerinde ana işlem birimi ana bellekten ayrı düşünülemez. Ana işlem biriminin görevler arasında paylaşımı, ana bellek paylaşımının gerçekleşmemesini sağlar. Bu nedenle ana belleğin yönetimi sistem başarısını çok yakından etkiler.

İşletim sistemlerinde, ana bellek yönetimi için değişik yöntemler kullanılır. Sistem başarısını yükseltmek için ödenen bedelle orantılı olarak bu yöntemler değişik yetkinlik ve dolayısıyla karmaşıklık düzeyinde olabilirler. En yalnızından en karmaşığına doğru bu yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

- Tek ve bitişken bölümlü bellek yönetimi
- Değişmez bölümlü bellek yönetimi
- Değişken bölümlü bellek yönetimi
- Yeri değişir bölümlü bellek yönetimi
- Sayfali bellek yönetimi
- Kesimli bellek yönetimi
- Sayfali Görüntü bellek yönetimi
- Kesimli Görüntü bellek yönetimi
- Sayfali-Kesimli Görüntü bellek yönetimi

İzleyen kesimde bu yöntemler sırayla incelenecaktır. Bu inceleme yapılrken, her yöntemin çalışma ilkesinin yanı sıra, varsa gereksedi donanım desteği de açıklanacaktır. Böylece ana bellek yönetiminin, özellikle ana işlem birimi donanımına olan izdüşümleri açıklanmış olacaktır. Yukarıda verilen sıralamada, her yöntem, kendinden bir önce gelen yöntemin önemli bir sakıncasını ortadan kaldırmak üzere düşünülmüş ve tanımlanmıştır. Bu nedenle, yöntemler açıklanırken bunların önemli darboğazları da açıklanacak ve bir yöntemden onu izleyen yönteme geçiş bu biçimde gereklenecektir.



Çizim 5.2. Ana Belleğin Yönetiminde Kullanılan Yöntem Grupları

Yukarıda sıralanan yöntemlerin çoğu bugün artık pek kullanılmayan yöntemlerdir. Özellikle listede ilk sıralarda bulunanlara, bugün kullanılan gelişmiş yöntemlere nasıl ulaşıldığını açıklayabilmek, bellek yönetiminin ortaya çıkardığı darboğazların nasıl aşıldığını sergileyebilmek için yer verilmiştir. Geçmiş yıllarda bellek yönetimi, hep ana belleğin çok pahalı bir kaynak olduğu ve her ne pahasına olursa olsun çok verimli

kullanılması gerektiği varsayımlıyla ele alınmıştır. Günümüzde ana bellek, bilgisayarın ilk yıllarına göre çok ucuzlamış ve kısıtlı bir kaynak olma niteliğini oldukça yitirmiştir. Bu nedenle aşağıda açıklanacak kimi yalın öncü yöntemlere, "kullanım verimliliğinden taviz ver, yönetim yükünden kurtul" felsefesiyle geri dönülebileceğini de düşünmek mümkündür. Ancak ana belleğin, aynı atmosfer gibi, boşluğu hiç sevmediği<sup>17</sup>, ne kadar bol olursa olsun hep dolu kalacağı ve hep en karmaşık yöntemlerle yönetileceği varsayımları çok yanlış değildir. Ana belleğin yönetiminde kullanılan yöntemleri ileride, bir de bu gözle yorumlamak yararlı olacaktır.

Ana belleğin yönetiminde kullanılan yöntemler, çeşitli kıstaslara dayalı olarak gruplandırılır. Programlara atanın alanların, işletim sırasında yer değiştirmesine olanak sağlanıp sağlanamamasına göre bu yöntemler:

- Durgun yöntemler
- Devingen yöntemler

olarak iki ayrı grupta düşünülürler. Bu bağlamda, ilk üç yöntemin birinci gruba diğerlerinin ise ikinci gruba gireceği söylenir. Devingen yöntemler kendi aralarında, programların mantıksal adres evrenlerini bitişken bir bütün ya da sayfa, kesim gibi parçalarla ele almalarına göre iki değişik alt gruba ayrılırlar. Buna göre:

- Bitişken bellek yönetimi
- Parçalı bellek yönetimi

alt yöntem gruplarından söz edilir. İlk dört yöntem bitişken bellek yönetimi grubuna girerken diğerleri parçalı bellek yönetimleri olarak bilinirler. Parçalı bellek yönetimleri de kendi içlerinde:

- Gerçek bellek yönetimi
- Görüntü bellek yönetimi

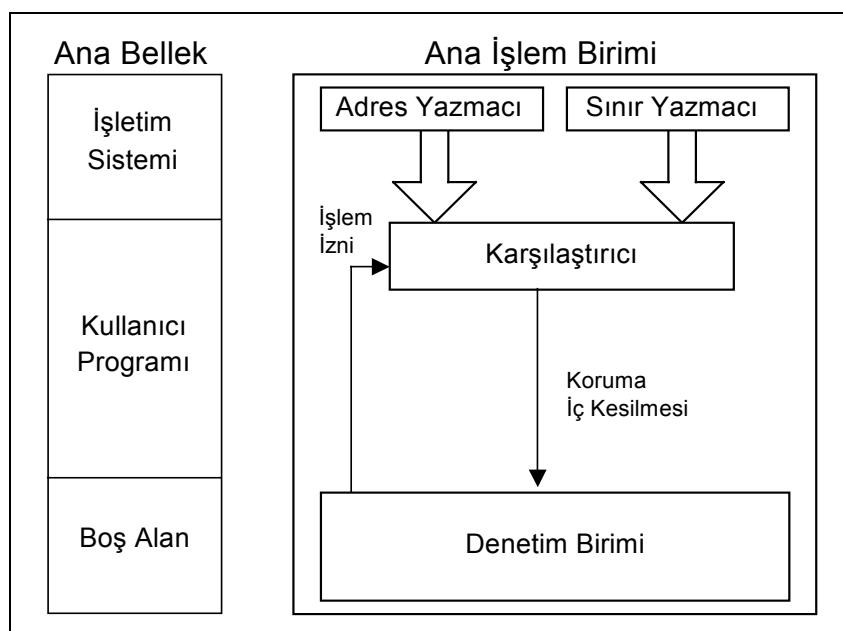
olarak, iki alt grupta toplanırlar. Gerçek bellek yönetimleri kapsamında bir program, tümü ana belleğe yüklenmeden işletme alınamaz. Hem bu koşulun kırılması, hem de programlara ana belleğin fiziksel boyunu aşma olanağının verilmesi, görüntü bellek yönetimleri ile sağlanır. Buna göre son üç yöntem, adlarından da anlaşılacağı gibi görüntü bellek yönetimi kapsamında yer alırlar (Çizim 5.2). İzleyen kesimde tüm yöntemler herhangi bir gruplandırmaya sokulmadan sıradan açıklanacaktır.

## 5.1. Tek ve Bitişken Bellek Yönetimi

Tek ve bitişken bellek yönetiminde ana bellek, işletim sisteminin yüklentiği kesim dışında tümüyle tek bir işe atanır. Ana bellekte aynı anda tek bir programın yer alması tek iş düzenini, doğal bir sonuç olarak ortaya çıkarır. Tek ve bitişken bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde, aslında bellek yönetiminin varlığını da pek söylemez. Bu tür sistemlerde, bellek yönetimi çok yalın bir biçimde yerine getirilir.

<sup>17</sup> Atmosfer basıncının bilimsel olarak bilinmediği yıllarda, havanın her türlü boşluğu doldurması bu ilkeyle açıklanmaya çalışılmıştır.

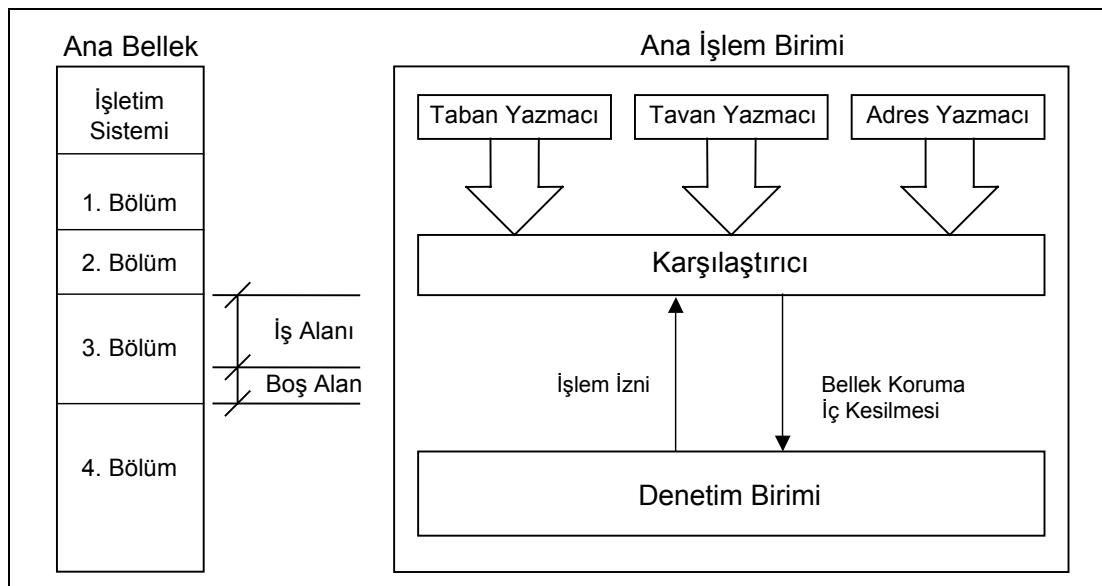
Tek ve bitişken bellek yönetiminde ana bellek, aynı anda, işletim sistemi ile tek bir kullanıcı programı tarafından paylaşıılır. Çok kez, işletim sisteminin ana belleği paylaştığı kullanıcı programı tarafından bozulmasını önlemek üzere kimi önlemler alınır. Bunu gerçekleştirmek için kullanıcı programına, ana bellekte erişebileceği alanın ataması yapılır. Adresleme süreci içinde de, programın kendine atanmış sınırlar içinde kalıp kalmadığı denetlenir. Doğal olarak bu sınır biriciktir ve programla işletim sistemi arasında yer alır. Ana bellek düz bir sözcük dizisi olarak düşünüldüğünde, işletim sistemi, genellikle bu dizinin alt (adres) kesimine yüklenir. Bu durumda kullanıcı programına belirli bir sınır değerinin altında adresleme yapma yasağı getirilir. Bunun için ana işlem birimi içinde sınır yazmacı olarak adlandırılan bir yazmaç öngörülür. Kullanıcı programı işletime alınmadan önce, kullanıcı alanı başlangıç adresi bu yazmaç içine yüklenir. İşletim boyunca sınır yazmacının çıkışları, erişilen sözcüklerin adresleriyle sürekli karşılaştırılarak kullanıcı programının, işletim sistemi alanına erişimi denetim altında tutulur. Böyle bir durum ortaya çıktığında, kesilmeler işlenirken sözü edilen bir iç kesilme ile kullanıcı programının işletimi sonlandırılıp işletim sistemine geri dönülür. Açıklanan bu denetim düzeneği bellek koruma düzeneği olarak bilinir. Doğal olarak bu düzeneğin işletim sistemi çalışırken devre dışı tutulmasını sağlayacak ekler, sınır yazmacıyla birlikte ana işlem birimi içinde öngörülür. Bu düzeneği açıp kapamak, sınır yazmacını günlemek gibi işlemler, sıradan kullanıcılarla kapalı ayrıcalıklı komutlarla gerçekleşir (Çizim 5.3).



Çizim 5.3. Tek ve Bitişken Bellek Yönetimi ve Bellek Koruma Düzeneği

Tek ve bitişken bellek yönetimi, tek iş düzeni ve tek görevli işlem ortamlarında kullanılabilen, bu nedenle de, artık kişisel bilgisayar sistemleri için bile yetersiz kalan bir bellek yönetim biçimidir. Aslında burada, sınır taşmalarında işletim sisteme geri dönüşü sağlayan kesilme yordamı ile işletimin başında kullanıcı programlarını ana belleğe yükleyen yordamdan başka, bellek yönetimini ilgilendiren bir işletim sistemi

kesimi de sözkonusu değildir. Bu yöntemde kullanıcı programları bitişken bir bütün olarak ele alınır ve bu bütünü boyu ana bellekle kısıtlıdır. Başka bir deyişle, derlenmiş ve bağlanmış amaç programlarının içерdiği sözcük sayısı, ana belleğin fiziksel sıgasının altında olmak zorundadır. Bu kısıtlama gerçek bellek yönetimi kapsamına giren diğer tüm bellek yönetimleri için de geçerlidir.



Çizim 5.4. Değişmez Bölümlü Bellek Yönetimi

## 5.2. Değişmez Bölümlü Bellek Yönetimi

Bu yöntemde ana bellek, işletim sistemi alanı ve kullanıcı alanı üzere salt iki bölüme ayrılmak yerine, işletim sistemi ile birden çok kullanıcı programı arasında paylaşılır. Tek iş düzeninden çok iş düzenine geçiş, ana bellek yönetiminde de tek ve bitişken bellek yönetiminden bölümlü bellek yönetimine geçiş zorlamıştır. Ana işlem biriminin işler arasında paylaştırılması, doğal olarak ana belleğin de, eşanlı olarak işler arasında paylaşılmasını gerektirmektedir.

Değişmez bölümlü bellek yönetiminde ana bellek, işletim sistemi ve kullanıcı alanları olmak üzere bitişken, irili ufaklı, birden çok bölüm olarak düzenlenir. Bir iş, işletime alınmadan önce, ana bellekte kendisine, boyuya uyumlu bir bölüm atanır. İş, kendisine atanmış bu bölüm, işletimi tümüyle sonlanana deðin korur. Bölümler, bilgisayar sisteminin işletimi başlamadan önce belirlenen boyalarını sistem işletime kapanana deðin korurlar. Başka bir deyişle ana belleğin düzeni, işletimin başındaki görünümünü, işletim süresince korur. Bu görünüm, gerektiğinde sistem işletmeni tarafından, işletimin başında yeniden düzenlenenebilir. Bu düzenleme bölümlerin boy ve sayıları değiştirilerek yapılır.

Tek ve bitişken bellek yönetiminde olduğu gibi, bu yöntemde de, kullanıcı programlarının işletim sistemine ayrılan alanı bozmalarının engellenmesi gereklidir. Ancak burada bir de, kullanıcı programlarının birbirlerine karşı korunması gereklidir. Bu

amaçla, ana işlem biriminde bir taban, bir de tavan yazmacı öngörlür. Bu yazmaçlar, çok iş düzeni çerçevesinde, ana işlem birimini kullanan işin, ana belleğe erişimde aşmaması gereken alt ve üst adres değerlerini tutarlar. Her bellek erişim döngüsünde, erişilen bellek sözcük adresi bu iki değerle karşılaştırılarak taşıma denetlenir. Taşma durumunda, bir önceki yöntemde olduğu gibi, ilgili işin işletimi sonlandırılır. Taban ve tavan olarak iki sınır yazmacının kullanılması, bu yönteme çift yönlü koruma olanağı sağlar. Ana işlem biriminin her yeni görevye (işe) anahtarlanışında bu yazmaçlar, işletim sistemi tarafından, ilgili işin taban ve tavan değerleriyle günlenmek zorundadır.

Ana Bellek Bölüm Tanım Çizelgesi				
	Bölüm Boyu	Bölüm Başlangıç Adresi	...	Durum
1				
i-1	64KB	008000H		K
i	128KB	018000H		K
i+1	128KB	038000H		B
N				

K : Kullanımda, B : Boş

Çizim 5.5. Bölüm Tanım Çizelgesi Örneği

Bu yöntem kapsamında işletim sistemi, ana bellek düzeniyle ilgili bir çizelge tutar (Çizim 5.5). Bölüm tanım çizelgesi olarak adlandırılan bu çizelgede tüm bölümlerin giriş adresleri, boyları ve kullanımda olup olmadıklarını gösteren bir göstergе bulunur. İşletimin başında, gerekirse, bölüm boy ve sayılarının değiştirilmesi için sistem işletmeni tarafından günlenebilen çizelge budur. Çok iş düzeni içinde, bir iş, toplu işlem kuyruğu üzerinden işletime alınacağı zaman önce bu çizelge taranır. İşin gereksediği bellek sığasını karşılayabilen boş bir bölümün bulunup bulunmadığı sınanır. Bulunursa, çizelgede bu bölümle ilgili satır, sunulan işe ilişkin bilgilerle günlenir. Durum göstergesi kullanımda olarak kurulur ve işletim başlatılır. Çizelgede işin sığasını karşılayabilen bölümler kullanımda ise iş, bu bölümlerden biri boşalana dek toplu işlem kuyruğunda bekletilir. Kimi büyük sığalı işler için, hiçbir bölümün, işin sığasını karşılayamadığı durumlar da ortaya çıkabilir. Bu gibi durumlarda, sistem işletmeninin yardımıyla, gelecek açılışa bölümlemenin, sözkonusu işin gereksediği yeri karşılayan en az bir bölümü içerecek biçimde yapılması gereklidir.

Yukarıda belirtildiği gibi, bir iş, toplu işlem kuyruğu üzerinden işletime alınacağı zaman bölüm tanım çizelgesi taranarak bölüm ataması yapılır. Bu atama genelde iki yolla gerçekleşir. Bu yollardan biri, işe, tarama sırasında rastlanan ilk boş bölümün atanması yoludur (*first fit*). İkinci yolla ise, işin gerektirdiği sığaya en uygun boydaki bölüm

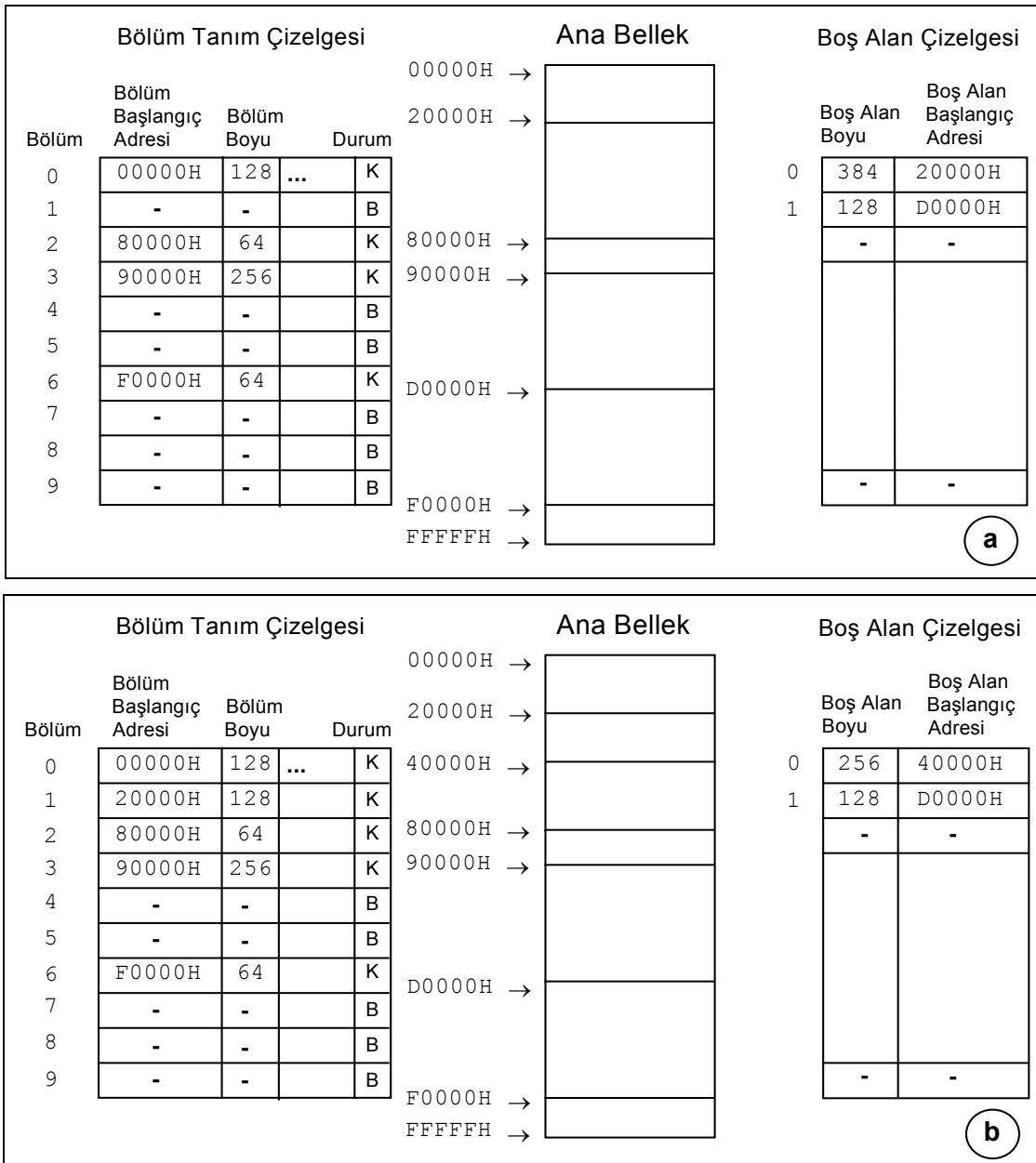
aranır (*best fit*). Bölüm tanım çizelgesi bölüm boylarına göre sıralı biçimde tutulursa, işlere sıradan atama yoluyla da zaten, boylarına en uygun bölüm atanmış olur. Bölüm boyalarının, dolayısıyla boy sırasının değişmediği bu yöntemde bu yollardan hangisinin kullanıldığı önemli değildir. Bu seçim, bölüm boyalarının işletim aşamasında değiştiği değişken böülümlü bellek yönetiminde önem kazanır.

Değişmez böülümlü bellek yönetiminde tanım çizelgesindeki bölüm (satır) sayısı, çok iş düzeyiyle ilgili olarak belirlenir. Bu sayının, birlikte işletme alınan iş sayısından daha büyük olmasının hiçbir yararı yoktur. Bu nedenle, değişmez böülümlü bellek yönetiminin uygulandığı yalın sistemlerde, ana bellekte öngörülen bölüm sayısının bir düzine kadar olabildiğini düşünmek yanlış olmaz. Bölüm boyalarının belirlenmesinde sistemde işletilen program istatistiklerinden yararlanılır. Birlikte işletme alınan işlerin, örneğin yarısı 10 KB ve daha küçük işlerden oluşuyorsa, böülümlerin de yarısı 10 KB olarak tanımlanır. Bu yolla, bir yandan belleğin savrukça kullanımı elverdiğince engellenirken diğer yandan da, bellekte uygun bölüm bulunamama olasılığı azaltılmış olur.

Değişmez böülümlü bellek yönetimi, bellek kullanım düzeyini, tek ve bitişken bellek yönetimine göre yükselten, çok iş düzenine olanak veren bir yöntem olmakla birlikte ana belleği, değişimyen bir yapıda böülümlere ayıran, işlerden arta kalan bölüm içi kesimlerin yitirilmesine neden olan, tanımlanan böülümlere uymayan işlerin işletilebilmesi için, sistem işletmenini de devreye sokarak işletim dışı yeni düzenlemeler yapılmasını gerektiren ve bu yönyle çok esnek olmayan bir yöntemdir. Bu yöntemin sayılan sakincalarını aşabilmek için, böülümemeyi, işlerin sisteme sunuluş aşamasında, işlerin gerektirdiği boyuttaki böülümlerle, devingen olarak yapabilmek gereklidir. Bu, izleyen kesimde, değişken böülümlü bellek yönetimi adıyla, yeni bir yöntem olarak açıklanacaktır. Değişmez böülümlü bellek yönetimi, çok iş döneminin ilk uygulandığı bilgisayar sistemlerinde kullanılmış bir yöntemdir. Sisteme sunulan işlerin boyalarının ve sunuluş sıklıklarının öngörülebildiği yalın, öncü sistemlerde başarıyla kullanılmıştır. Günümüz bilgisayar sistemlerinde kullanılan bir yöntem değildir.

Yukarıda verilen açıklamalar kapsamında, kullanıcı, program, iş ve görev kavramları yerine göre, karışık biçimde kullanılmıştır. Ancak bu kavramlar, kavram sıradüzeni içinde, kullanıcı, iş, program, görev sırasında, biri diğerini içeren ama biri diğerinin yerine, her zaman rasgele kullanılmayan kavramlardır. Bilindiği üzere görev bir programın işletimi sırasında aldığı addır. Bir program birden çok görev olarak işletilebilir. Bir iş birden çok programın, sisteme birlikte sunulabildiği bütününe addır. Kullanıcı, birden çok işi sisteme sunabilen bir varlıktır. Kullanıcılar bilgisayar sisteminden almak istedikleri hizmetleri işler olarak tanımlayarak sisteme sunarlar. Sunulan bu işler, bir ya da daha çok görev tanımına dönüşerek işletilirler. İşletim aşamasında sözkonusu olan kavram görev kavramı olduğuna göre, ana bellek yönetiminden söz ederken de görevi taban almak gereklidir. Örneğin bellek böülümlerinin kullanıcılarla, işlere, programlara atanmasından söz etmek yerine bunların görevlere atandığını söylemek daha doğru olur. Ancak bu kavramlar işletim sistemlerinin gelişmesine koşut olarak ortaya çıkışmış ve oturmuş kavramlardır. Tek ve bitişken bellek yönetimi ile değişmez böülümlü bellek yönetiminin kullanıldığı yıllar göz önüne alınarak, eski bir yöntemi yeni bir kavrama (görev kavramına) dayandırarak

açıklamanın doğru olmayacağı düşünülmüş ve bu bağlamda daha çok, iş ve program kavramları kullanılmıştır. Ancak, izleyen kesimden başlayarak ana belleğin, daha çok, görevler arasında paylaşımından söz edilecektir.



Çizim 5.6. Değişken Bölümlü Bellek Yönetimi

### 5.3. Değişken Bölümlü Bellek Yönetimi

Bu yöntemnin temel ilkesi, bölümlerin, konum ve boyları itibarıyla, işlerin görevlere dönüştürülüp sisteme sunuluşları aşamasında, devingen olarak yaratılmasıdır. Bu yöntemle bir görev hazır görevler kuyruğuna ilk kez bağlanacağı zaman, gerektirdiği

büyükükte bir alanın, ana bellekte kullanılmayan boş alanlar içinde bulunması ve yeni bir bölüm olarak bölüm tanım çizelgesine katılması gerçekleştirilir. Görev iskeleti bu bölümle ilgili (bölüm başlangıç adresi, boyu gibi) değerlerle günlenir. Bu yöntemde görevlere atanın bölmelerin yanı sıra, bu bölmeler arasında kalan boş alanların da izlenmesi gereklidir. Bu nedenle, bölüm tanım çizelgesinin yanı sıra, bir de boş alan çizelgesi tutulur. Bölüm tanım çizelgesi bölmelere atanın bölmelerle ilgili bilgileri içerirken, boş alan çizelgesi de bölmeler arasında kalan boş bitişken alanlara ilişkin konum, boy gibi bilgileri tutar (Çizim 5.6).

Yeni bir görev hazır görevler kuyruğuna bağlanacağı zaman bellek yönetici devreye girer. Boş alan çizelgesi taranarak görevin gerektirdiği büyükükte boş bir alan bulunmaya çalışılır. Böyle bir alan bulunduğuanda, bölüm tanım çizelgesi bu alanın başlangıç adresiyle günlenir. Bu alandan arda kalan kesimin başlangıç adresi ise, boş alan çizelgesindeki yeni boş alan başlangıç adresini oluşturur.

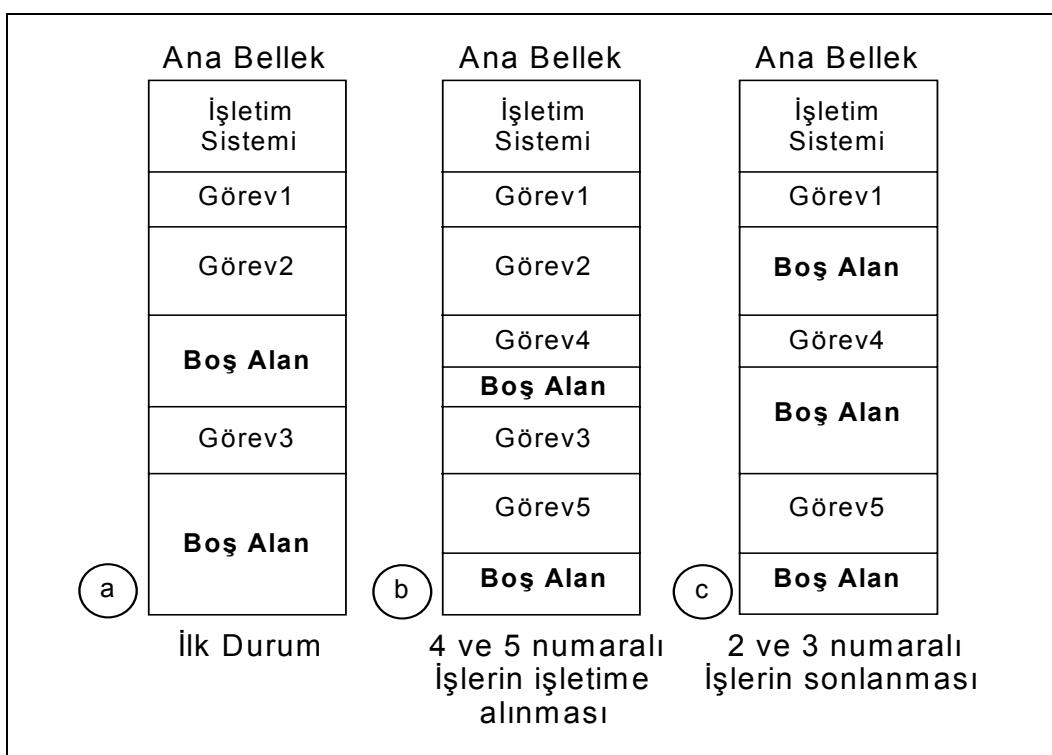
Çizim 5.6.a'da, sistemde 3 değişik görevin çalıştığı örnek bir durum gösterilmiştir. Buna göre toplam fiziksel sığası 1 MB olan ana bellekte, işletim sistemine ilişkin 128 KB'lık bölümün yanı sıra, toplam sığaları ( $64 + 256 + 64$ ) 384 KB olan, bu 3 görevle ilişkin 3 değişik bölüm yer almıştır. İşletim sistemi ve bölmelerden arda kalan ( $1024 - 512$ ) 512 KB'lık boş bellek kesimi ise, 384 ve 128 KB'lık iki bitişken alandan oluşmuştur. 0 numaralı bölümün işletim sistemine; 2, 3 ve 6 numaralı bölmelerin ise görevlere atandığı varsayılmıştır. Bu aşamada, 128 KB'lık yere gereksinim gösteren yeni bir görevin sisteme sunulduğu düşünülmüştür. Çizim 5.6.b'de, boş alan çizelgesi taranarak 384 KB'lık boş alanın ilk 128 KB'lık kesiminin, 1 numaralı bölüm olarak bu yeni görevde atandığı; bunun sonucunda, bölüm tanım çizelgesinin boş işaretli 1 numaralı satırı ile boş alan çizelgesinin kullanılan boş alana ilişkin ilk satırının yeni değerlerle güncellendiği gösterilmiştir.

Değişken böülümlü bellek yönetiminde yeni bir görev hazır görevler kuyruğuna bağlanacağı zaman, bu görevin gerektirdiği yer, boş alan çizelgesinden seçilirken çeşitli algoritmalar kullanılır. Bunlar genelde 3 tanedir. İlk ikisi, daha önce değişmez böülümlü bellek yönetimi kapsamında açıklanan ve görevde, ana bellek alanı olarak ya ilk uyan ya da en uygun boş alanın atanmasını sağlayan algoritmalarıdır. Boş alan çizelgesinin düzenlenmiş biçimde bunlardan hangisinin kullanılacağını belirler. Örneğin bu çizelge boy sırasında tutuluyorsa kullanılan algoritma en uygun alan (*best fit*) algoritmasıdır. Çizim 5.6'da boş alan çizelgesi boy sırasında tutuluyor olarak gösterilmiştir. İlk uyan (*first fit*) algoritmasından en uygun alan algoritmasına geçiş, belleğin parçalanma sorununu hafifletmeyi amaçlar.

Değişken böülümlü bellek yönetimi, bellekteki boş alanların bitişken yapısını parçalama eğilimindedir. İlk uyan alan algoritmasında bu eğilim, daha belirgin bir biçimde ortaya çıkar. En uygun alan algoritması boş bitişken alanları daha verimli kullanır. Ancak bu algoritma da ana bellekte, hiçbir işe yaramayan çok küçük parçalar bırakır. İlk uyan alan algoritması irili ufaklı, en uygun alan algoritması ise ufak taneli parçalanmaya neden olur. Kimi durumlarda görevlere, gereksedikleri yere karşılık en büyük boş alanı atama yaklaşımı da kullanılır. Bu yolla, zaten engellenemeyen parçalanmanın diğer görevler

icin kullanilabilir buyuklukte bitisen bos parçalar yaratmasi amaçlanır. Bu algoritma en büyük alan (*worst fit*) atama algoritması olarak bilinir. Parçalanma sorununa ilerde yeniden degeinilecektir.

Görevlerin, hatalı çalışma durumunda gerek işletim sistemi ve gerekse diğer görevlere ayrılan bölümleri bozmalarını engelleyebilmek için, bu yöntem de, ana işlem birimi içinde, taban ve tavan adlı sınır yazmaçlarının kullanımını gerektirir. Bir görev ana işlem birimine anahtarlanmadan önce sınır yazmaçlarının, bölüm tanım çizelgesindeki, bu görevle ilişkin taban ve tavan değerleriyle günlenmesi gereklidir. Daha önce açıklanan yönetimlerde olduğu gibi, değişken böülümlü bellek yönetiminde de bir görev, işletiminin başında kendisine atanın bellek alanını, işletiminin sonuna degein korur. Başka bir deyişle, bir görevin, işletiminin başında yüklediği bölüm sonradan (işletim sırasında) değiştirilemez.



Çizim 5.7. Ana Belleğin Parçalanması

### Ana Belleğin Parçalanması Sorunu

Ana belleğin parçalanması, bitisen alanların görevlere atanın böümlerle, zaman içinde ufalanması olarak tanımlanır. Bu sorun, kullanılan böümler arasına sıkışmış, işletim için bekleyen görevlerin gereksinimini karşılayamayan boş alanların varlığıyla ortaya çıkar. Belleğin parçalanması sonucu, bellekteki boş alanların toplamı, gereksenen sığaları karşılıyor olmasına karşın yeni görevlere yer sağlanamaz durumlarla karşılaşılır. Görevlere, gereksedikleri belleğin tümüyle ve bitisen bir bütün olarak, işletime sunuş aşamasında sağlanması ve sağlanan bu alanların konumlarının işletim sırasında

değiştirilememesi parçalanma sorununun temel nedenleridir (Çizim 5.7). Parçalanma sorunu değişken bölümlü bellek yönetiminin ortaya çıkardığı bir sorun olmakla birlikte, örneğin değişmez bölümlü bellek yönetiminde, görevlere atanın bölmeler içinde, görevlerden arta kalan boş alanlar da parçalanma sorunu kapsamında düşünülür. Bu bağlamda, bölüm içi yararlanılamayan boş alanlar iç parçalanma, bölmeler arasında kalan boş alanlar ise dış parçalanma kapsamında düşünülür. İzleyen kesimde tartışılan parçalanma türü dış parçalanmadır.

Çizim 5.7'de parçalanmanın ortaya çıkışının örneklenmiştir. Çizim 5.7-a'da, işletim sisteminin yanı sıra ana belleğin Görev1, Görev2 ve Görev3 olarak adlandırılan üç değişik görev tarafından paylaşıldığı durum gösterilmiştir. Bu aşamada Görev4 ve Görev5'in işletime girdiği; bu amaçla Görev4'e, Görev2 ve Görev3 arasında kalan, Görev5'e ise Görev3'ü izleyen boş alandan yer atandığı varsayılmış ve bu durum Çizim 5.7-b üzerinde gösterilmiştir. Çizim 5.7-c'de, Görev2 ve Görev3'ün sonlandığı ve bunlara ilişkin bölmelerin yeniden boş alanlara dönüştüğü durum verilmiştir. Bu son çizimde, Görev2 ve Görev3 daha işletimdeyken bellek ataması yapılan Görev4 ve Görev5'in, büyük bir bitişken alanı nasıl parçaladıkları örneklenmiştir.

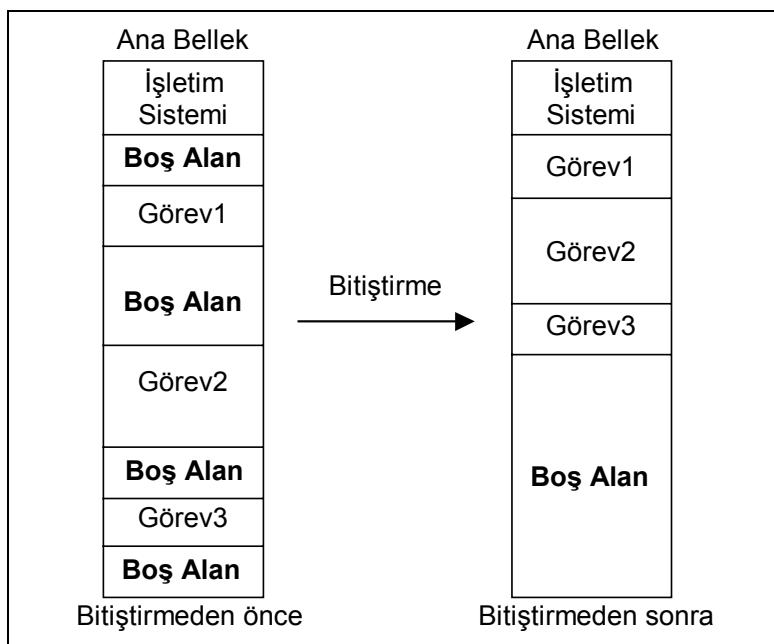
Bu son örnekte, görevlere işletime sunuş aşamasında bellek ataması yapılması ve bir görevde atanın bellek konumunun işletim sırasında değiştirilememesi sonucu bitişken alanların parçalandığı ve bu nedenle belleğin verimli kullanımının engellendiği görülmektedir. Bu sakıncalı durumun yok edilebilmesi için yukarıda sayılan iki temel nedenden en az birinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Görevlere işletime sunuş aşamasında yer atanması, değişken bölümlü bellek yönetiminin çalışma ilkesidir. Bu ilkeye, değişmez bölümlü bellek yönetiminin, görevlere, konumları ve boyaları değişimyen bölmeler atamasından kaynaklanan sakıncayı aşmak için ulaşılmıştır. Bu nedenle, bu ilkeden vazgeçme olanağı yoktur. Bu durumda görevlere ayrılan bölmelerin yerlerinin, işletim sırasında değiştirilebilmesinin yollarını aramak gereklidir. Ancak bu yolla, parçalanmış alanlar, yeniden daha büyük bitişken alanlara dönüştürülür.

## **Bitirme**

Tüm bellek alanına dağılmış durumdaki bölmeleri, yerlerini değiştirerek yanyana yerleştirme ve bu yolla bölmeler arasında kalan boş alanları da yanyana getirerek tek bir bitişken boş alan yaratma işlemine bitirme işlemi denir (Çizim 5.8). İlgili olduğu görevin işletimi sürerken bir bölümün yerinin değiştirilmesi (bir yerden diğer bir yere kopyalanması) kolayca ve hiçbir önlem almaksızın yapılabilen bir işlem değildir.

Derleyiciler, program başlangıç adresinin sıfır varsayıldığı, yeri değişir olarak nitelenen amaç programlar üretirler. Bu programlar komut kodları ve işlenen adreslerinden oluşur. İşlenen adresleri, konuma duyarlı ya da konuma duyarsız değerler olarak ikiye ayrılırlar. Değişmezler, ana işlem birimi yazmaç numaraları, fiziksel giriş/çıkış kapı adresleri konuma duyarsız işlenen değerleridir. Bellek erişimli komutlarda, bellek sözcük adresleri, konuma duyarlı işlenen adreslerini oluştururlar. Komut kodları konuma duyarsız değerlerdir. Yeri değişir amaç programlardaki konuma duyarsız sözcük içerikleri, bağlama - yükleme aşamasında, oldukları gibi; adres değeri taşıyan sözcükler

ise, içerikleri bölüm başlangıç adresiyle toplanarak ana belleğe yüklenirler. Yükleme sonrasında program başına göreli adresler saltık (bellek başına göreli) adres değerlerine dönüşürler. Derleyiciler, yükleme aşamasında içerikleri dönüştürülecek, adres değeri içeren sözcükleri işaretlerler. Yükleyicinin, hangi sözcükleri doğrudan, hangi sözcükleri ise hesaplama sonrası elde edilen içeriklerle ana belleğe yükleyeceğini belirlemeye yararlandığı bu işaretler, yükleme evresinden sonra yok olurlar. Yükleme sonrası hangi ana bellek sözcüğünün konuma duyarlı, hangisinin konuma duyarsız içerik taşıdığını belirlemek olanaksızlaşır. Bir görevin, işletimi sürerken, bir bellek kesiminden diğer bir bellek kesimine kopyalanması, bu nedenle yapılamaz.



Çizim 5.8. Bitiştirme İşlemi

İşletim sırasında görevlerin yerlerinin kolayca değiştirilebilmesi, dolayısıyla bitiştirme işlemlerinin esnek ve hızlı bir biçimde yapılabilmesi için bilgisayar donanımlarına özgün ekler yapmak gereklidir. Bellekte saklanan veri türlerini kodlayarak bu kodları, verilerle birlikte ve bunların uzantıları olarak saklamak, bitiştirme işlemlerine altyapı oluşturan bir yöntemdir. Veriler, derleme aşamasında tamsayı, kayan ayrımlı, damga, adres gibi, konuma duyarlı ve konuma duyarsız ayrıminın yapılabilmesine olanak verecek biçimde değişik türlerle ayrılır. Bu türler belirli sayıda bitle kodlanır. Bu bitler, veri bitlerinin baş ya da son kesimine tür tanım eki (*tag, descriptor*) olarak eklenir. Bu altyapı içeren sistemlerde, görevlerin bellekteki yerleri, bitiştirme amacıyla değiştirileceği zaman konuma duyarlı (adres türündeki) sözcüklerin hangileri olduğu bilinir ve bunların içerikleri yeni değerleriyle güncellenerek yer değiştirme (bitiştirme) gerçekleştirilir. Bitiştirme işlemlerine ne zaman başvurulacağına, ya işletim sistemi tarafından, bunu gerektiren koşullar oluştuğunda kendiliğinden, ya da sistem işletmeninin inisyatifiyle karar verilir. Bitiştirme işlemleri işletim kesilerek (işletim dışında) yapılan işlemlerdir.

Yukarıda sergilenen yaklaşım, bir çözüm yolu olmakla birlikte önemli sakıncalar içerir. Herşeyden önce bellek sözcüklerinin kimi bitlerini veri türü koduna ayırmayı gerektirdiğinden bellekte yer kaybına neden olur. Bunun yanı sıra, tür bitlerini sınayarak yapılan içerik günleme işlemleri aşırı zaman tüketici işlemleridir. Bu önemli sakıncalarına rağmen bu yöntem, geçmişte *Burrough's* ve *CDC* marka bilgisayar sistemlerinde kullanılmıştır.

Bilindiği gibi, kullanıcılar programlarını doğrusal bitişken bir dizi biçiminde düşünürler. Bu programları oluşturan komut ve işlenenlerin konumları, ya birbirlerine ya da program başına görelî olarak irdelenir. Program geliştirirken kullanıcıların muhakemelerine temel oluşturan bu algılama biçimî mantıksal olarak nitelenir. Bu bağlamda komutların ve işlenenlerin konumlarının irdelendiği ortam mantıksal adres evreni olarak bilinir. Aynı komut ve işlenenlerin, bir de ana bellekte işgal ettikleri sözcükler itibarıyla (konumları) adresleri bulunur. Ana işlem biriminin ilgili sözcüklere erişimde kullandığı bu adresler fiziksel adreslerdir. Fiziksel adreslerin oluşturduğu evren, fiziksel adres evreni olarak adlandırılır. Program içi görelî adreslerden fiziksel ana bellek sözcük adreslerine geçiş mantıksal adres evreninden fiziksel adres evrenine geçiş olarak nitelenir.

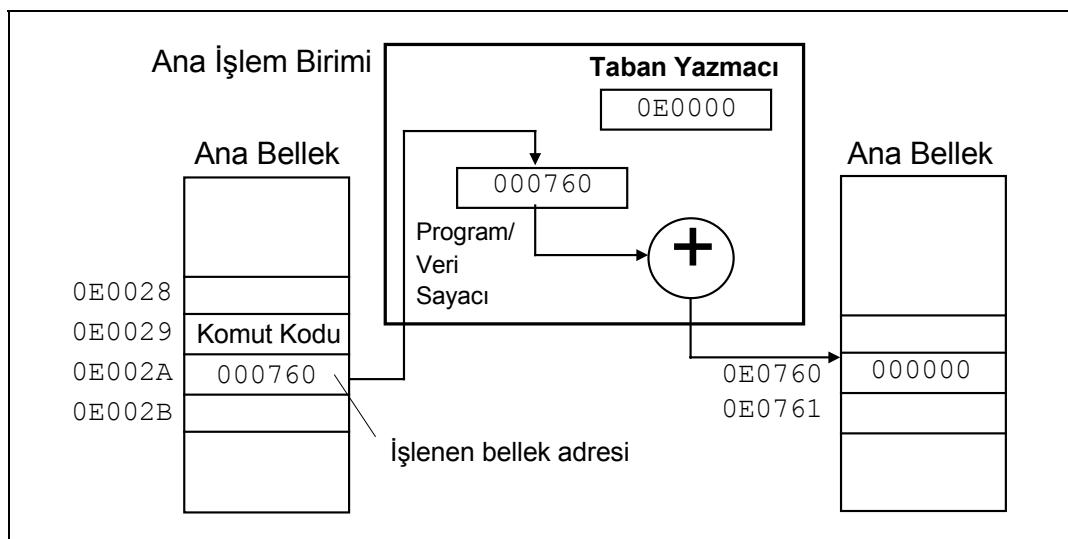
Bu geçiş işlemi, şimdîye kadar sözü edilen bellek yönetimlerinde, bağlama ve yükleme aşamalarında, program işletime alınmadan önce, bir defada, programın tümü için gerçekleştirilir. Bu yönetimler, daha önce de belirtildiği üzere programların fiziksel konumlarının işletim süresince değişmesine izin vermezler. Bundan dolayı durgun bellek yönetimleri olarak adlandırılırlar. Durgun bellek yönetimlerinde ana belleğin parçalanma sorununa, sözcükler tür bilgileri ekleyerek bitişirme işlemlerine başvurma gibi zorlama çözümlerin dışında etkin ve tatmin edici bir çözüm yolu bulma olanağı yoktur. Mantıksal adres evreninden fiziksel adres evrenine geçiş işlemlerini, işletimin başında bir kez yapılan bir işlem olmaktan çıkarıp her sözcük için işletim sırasında yapılan devingen bir işlem biçimine sokmak, programların ana bellekteki yerlerinin, devingen biçimde, işletim aşamasında değiştirilebilmesini sağlayarak parçalanma sorununa daha kökten bir çözüm bulma olanağı yaratır. İzleyen kesimden başlayarak açıklanacak tüm bellek yönetimleri, bunu şu ya da bu biçimde gerçekleştiren, devingen nitelikli yönetimlerdir.

#### **5.4. Yerideğerîr Bölümlü Bellek Yönetimi**

Yerideğerîr bölümlü bellek yönetimi kapsamında, mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçişî işletim aşamasına taşıyabilmek amacıyla, ana işlem birimine yerdeğerîstirme taban yazmacı olarak adlandırılan özgün bir yazmacı eklenir. Yerideğerîr amaç programlar ana bellekte kendilerine atanan bölmelere oldukları gibi hiçbir değişiklik yapılmadan yüklenirler. Başka bir deyişle, konuma duyarlı öğeler yükleme sonrası program başına (sıfıra) görelî adres değerlerini içermeyi sürdürürler. Her bellek erişim döngüsünde, bu adres değerleri, yerdeğerîstirme taban yazmacının içeriğine eklenerek erişilen fiziksel adresler elde edilir. Bir görev ana işlem birimine anahtarlanacağı zaman yerdeğerîstirme taban yazmacının içeriği, ilgili bölüm başlangıç adresiyle günlenir. Böylece işletim sırasında program başına görelî içerikler, bölüm

başlangıç adresine eklenerek bellek başına göreli saltık değerler elde edilmiş olur. Program başına göreli mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçiş adres dönüştürme işlemi olarak bilinir.

Çizim 5.9'da, ana bellekte  $0E0029H$  ve  $0E002AH$  adreslerinde yer alan bellek erişimli bir komutun bellek işleneninin, program başına göreli adresi  $000760H$  olarak gösterilmiştir. Bu komutu içeren program, ana bellekte  $0E0000H$  adresinden başlayan bir bölüme yüklenmiş olduğundan, işletimi sırasında yerdeğiştirme taban yazmacı da bu değerle günlenmektedir. Sözkonusu bellek erişimli komutun uygula evresinde  $000760H$  göreli adresteki sözcük içeriğine, bu adres değerinin taban yazmaç içeriğiyle toplanması sonucu elde edilen  $0E0760H$  adresiyle erişilmektedir. Sözkonusu iki sözcüklük bellek erişimli komutun algetir evresinde ise, bu iki sözcüğün bellekten okunup sırasıyla komut yazmacı ve veri sayacına aktarılmasında program sayaç içeriği,  $000029H$  ve  $00002AH$  göreli adres değerlerini içerecektir. Zira hangi gerekçe ile yapılrsa yapılsın tüm bellek erişim döngülerinde adresleme süreci hep taban yazmacı üzerinden gerçekleşecektir. Buradan görevlerin program sayaçlarının da, bellek işlenen adresleri gibi hep göreli değerler taşıyacağı görülmektedir. Bu durum programların, ana belleğe, derleme sonrası elde edildikleri biçimde yüklenerek işletilebilmelerini ve işletimleri sırasında, herhangi bir önlem almaya gerek kalmaksızın bir yerden diğer bir yere taşınabilmelerini olanaklı kılmaktadır.



Çizim 5.9. Yer Değiştirme Taban Yazmacının Kullanımı

Taban yazmacına göreli adresleme yöntemi, görevlerin ana bellekteki yerlerini, işletim sırasında esnek bir biçimde değiştirmeye ve bitiştleme işlemlerini daha az zaman kaybıyla yerine getirmeye olanak sağlayarak parçalanma sorununa daha etkin bir çözüm yolu sunar. Ana işlem birimi içinde yerdeğiştirme taban yazmacının yanı sıra bir de sınır (*bound*) yazmacı öngörülür. Sınır yazmacının varlığı, daha önce açıklanan bellek koruma düzeneğine yönelikir. Adresleme süreci içinde hesaplanan fiziksel adres ilgili görevin aşmaması gereken sınır ya da tavan değeriyle karşılaştırılır. Aşma durumunda

bellek koruma iç kesilmesi üretilerek görevin işletimine son verilir. Sınır yazmacının içeriği, yerdeğiştirme taban yazmacında olduğu gibi, görev anahtarlama sırasında, ilgili görevde atanın bölüm boyu degeriyle günlenir.

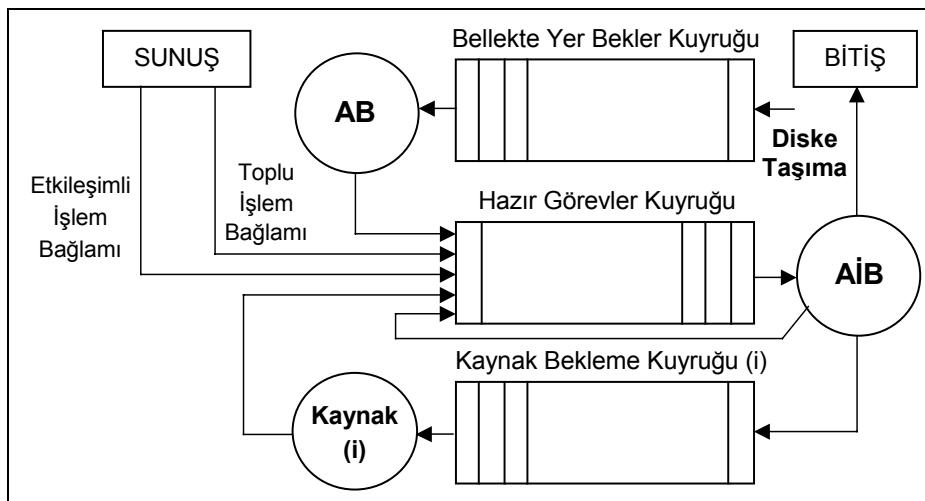
Yerideğer böülümlü bellek yönetiminde yanıtlanması gereken bir soru da, bitiştirme işlemlerinin ne zaman ya da hangi sıklikta yapılacağıdır. Bellekte parçalanmayı önlemek üzere bitiştirme işlemi, ya her görevin işletiminin bitiminde ya da işletime sunulan işlere bellekte yer bulunamadığı durumlarda gündeme gelebilir. Bitiştirme işlemlerini her işletim bitişte yinelemek, ana belleği çok verimli kullanmayı amaçlarken işletimi sık sık durdurarak sistem hızının ve kullanılabilirliğinin aşırı düşmesine neden olur. Bitiştirme işlemlerine, ana bellekte yer gereksinimi oluştuğça başvurmak daha anamlıdır. Bu gereksinimin ortaya çıkışını bellek yöneticisi tarafından saptanır. Bitiştirme işlemi, ya işletim sisteminin inisyatifinde otomatik olarak ya da sistem işletmeni uyarılarak başlatılır.

### **Diske Taşıma (*Swapping*)**

Kimi durumlarda bitiştirme işlemleri de bellekte gerekli büyülükté boş bitişken alan yaratmak için yeterli olmaz. Sisteme sunulan iş, o an sisteme işletimde olan işlerden daha öncelikli ise, görev tanımlarının yapılarak hemen işletime alınmasını gerektirir. Kimi az öncelikli görevlerin, işletimleri sonradan tamamlanmak üzere geçici olarak diske taşınması boş bellek alanı yaratmak için başvurulan bir yol olabilir. Bu yolla açılan boş bellek alanları yeni görevlerin tanımlanabilmesine ve öncelikli işlerin işletimlerinin bir an önce başlatılabilmesine olanak sağlar. İşletimi tamamlanmamış bir görevin, daha öncelikli görevlere ana bellekte yer açmak üzere, geçici olarak diske, bu amaçla öngörülen alanlara taşınmasına diske taşıma (*swapping*) denir.

Diske taşıma yönteminin ortaya çıkardığı bir sorun, ana bellekte yer açmak gerekiğinde diske taşınacak görevin nasıl belirleneceğidir. Bu belirleme doğal olarak öncelikle, değişik bekleme kuyrukları üzerinde bekleyen görevler arasından yapılacaktır. Bekleyen görevler arasından, bellek alanı elinden alınacak görevi seçmek için değişik kıstaslardan yararlanılabilir. Görev iskeletinde tutulan görev önceliği bilgisi, örneğin bu amaçla kullanılabilir. Bu durumda, gerekli yeri sağlayabilen en düşük öncelikli görev bellekten çıkarılacak görev olarak seçilir. Öncelik bilgisinin yanı sıra en uzun kaynak bekleme süresi kalan, ana belleği o ana kadar en uzun süre kullanmış olan gibi başka kıstaslara göre de seçim yapılabilir. Diske taşıma işlemi, sistemde yer alan tüm görevlere uygulanmaz. Kimi görevler, yerine getirdikleri hizmetlerin kritikliği nedeniyle, dönem dönem de olsa sistemden uzaklaştırılamazlar. Örneğin kesilme hizmetleriyle ilgili görevler bu kategoride düşünülebilen görevlerdir. Bu bağlamda kimi görevler, yaratılma aşamasında sisteme, diske taşınmaz (bellekte kalıcı) görevler olarak tanımlanır. Diske taşınacak görevler bu görevlerin dışından seçilir. Bir görevin diske taşınmaz olarak tanımlanabilmesi genelde ayrıcalıklı sistem programcılara sağlanan bir haktır. Sıradan kullanıcıların görevleri, genelde diske taşınır özellik içerir. Zira çok sayıda görevin bellekte kalıcı tanımlanması, diske taşıma işlemlerini aşırı zorlaştırır ve sistem başarımını olumsuz yönde etkiler.

Kaynak beklerken ana bellekte kendisine atanen bölüm geri alınarak diske taşınan bir görev, görev yönetimi incelenirken açıklanan bellekte yer bekler kuyruğuna bağlanır (Çizim 5.10). Bilindiği üzere, bellekte yer bekler kuyruğunda bekleyen görevleri hazır görev kuyruğuna aktarmaktan orta dönemli planlama kesimi sorumludur. Bu durumda bellekte yer bekler kuyruğu, kabaca, diske taşıma kesimi tarafından doldurulan, orta dönemli planlama kesimi tarafından ise boşaltılan bir kuyruk olarak algılanabilir.

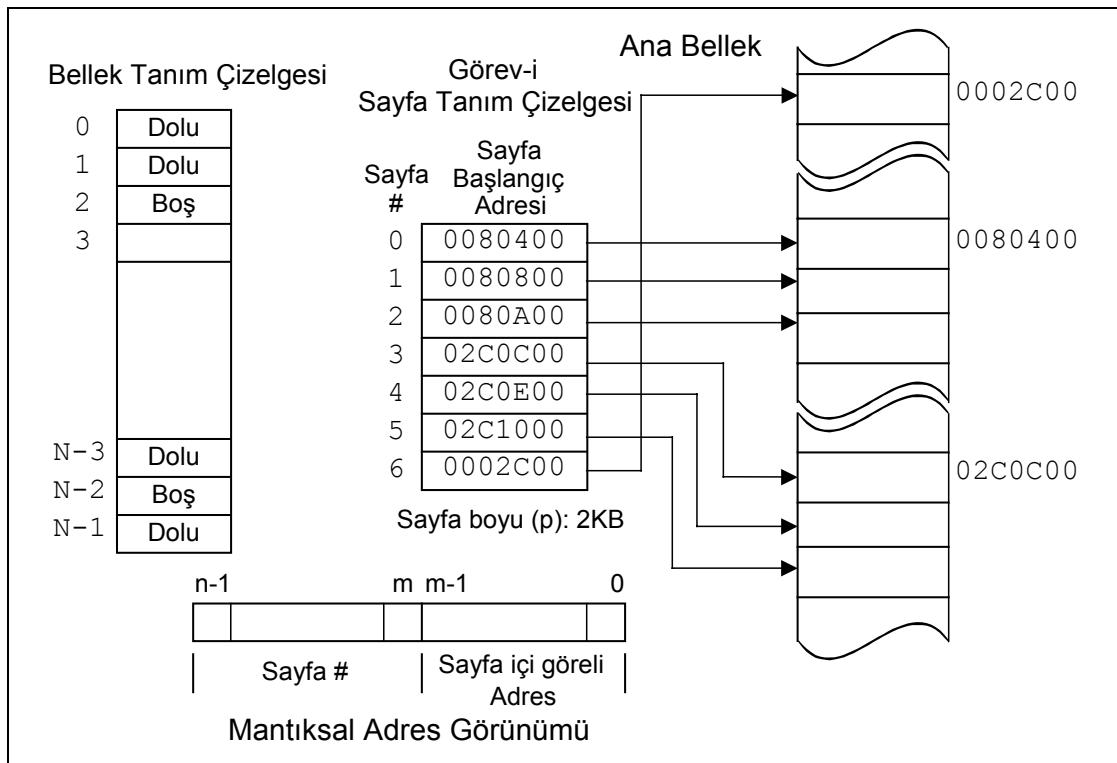


Çizim 5.10. Diske Taşıma ve Belletek Yer Bekler Kuyruğu

Diske taşıma yöntemi, yerideğer böülümlü bellek yönetiminin yanı sıra, şimdije kadar incelenen diğer yönetimler kapsamında da kullanılabilir. Bu bağlamda, örneğin bu yöntemi değişmez böülümlü bellek yönetimiyle birlikte de kullanma olağlığı bulunur. Sisteme yeni ve öncelikli bir iş sunulduğunda, bölüm tanım çizelgesinde, bu işin sığabileceğii bir bölüm halen kullanılıyor durumda ise o bölümü işgal eden iş geçici olarak diske taşınabilir. Açılan bölüm ise daha öncelikli yeni işe atanarak işletimi hemen başlatılır. Bunun gibi, diske taşıma yöntemini değişken böülümlü bellek yönetimine uygulama olağlığı da vardır. Ancak burada bir iş, diske taşıma sonrası yeniden ana belleğe doneceği zaman, kendisine ilk atanen alana taşınmak zorundadır. Zira bir işin işletim süresince yerinin değiştirilmesi bu yönetim kapsamında mümkün değildir. Bu durum, diske taşıma yöntemini, değişken böülümlü bellek yönetimiyle birlikte kullanmayı aşırı derecede güçleştirir. Bu nedenle, diske taşıma yöntemine ilişkin açıklamalara, ilk kez, yerideğer böülümlü bellek yönetimi kapsamında yer verilmiştir. Yerideğer böülümlü bellek yönetimiyle anlamlı bir biçimde kullanılabilen bu yöntem bundan sonra açıklanacak diğer bellek yönetimi ile de kullanılabilecektir. Özellikle görüntü bellek yönetimi kapsamında, diske taşıma işlemleri, çalışma ilkesinin bir parçasını oluşturacaktır.

Yerideğer böülümlü bellek yönetimi, bitirme ve diske taşıma işlemlerinin hızlı ve esnek bir biçimde yapılmasını sağlar. Böylece ana bellek kullanım verimliliği artar. Ancak bu yöntemle de görevlere bellek alanları bitişken bir bütün olarak atanmak zorundadır. Görevlere gereksedikleri alanları bitişken bir bütün olarak sunabilmek için, dönem dönem parçalanan alanların bitirilmesi gereklidir. Bitirme işlemleri, işletimin kesilmesine neden olan zaman alıcı işlemleridir. Görevlere gereksedikleri alanları

bitişken bir bütün olarak sunma koşulu kaldırıldığından parçalanmayı önleyen daha etkili çözümler bulunur. İzleyen kesimde bunu gerçekleştiren sayfalı bellek yönetimi açıklanacaktır.



Çizim 5.11. Görev Sayfa Tanım ve Bellek Tanım Çizelgeleri

## 5.5. Sayfalı Bellek Yönetimi

Sayfalı bellek yönetiminde görevlerin mantıksal adres evrenleri, birbirini izleyen, eşit uzunlukta parçalardan oluşur. Bu parçalar program sayfası olarak adlandırılır. Bu evren içinde adreslerin iki birleşeni bulunur ( $s, x$ ). Bu birleşenlerden ilki ( $s$ ) sayfa numarası, ikincisi ise ( $x$ ) sayfa başına görelİ adresidir. Sayfa boyunun  $p$  sözcük olduğu varsayılsa bir sözcüğün program başına görelİ adresi  $(s.p+x)$  olarak hesaplanır. Mantıksal adres evreninin sayfalı olarak düzenlenmesi fiziksel adres evreninin de aynı biçimde düşünülmesini gerektirir. Bu durumda ana belleğin,  $p$  sözcük uzunluğunda  $N$  adet sayfadanoluştugu varsayılar.  $(p.N)$  değeri ana belleğin toplam siğasını belirler. Ana belleği oluşturduğu varsayılan sayfalar bellek sayfaları olarak adlandırılır. Sayfalı bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde, amaç programlar içindeki tüm adresler, sayfa numarası ve sayfa içi görelİ adresinden oluşur biçimde düşünülür. Ana işlem birimi program ve veri sayaçları da iki kesimli yapıdadır.

Sayfalı bellek yönetiminde görevlerin her program sayfasına bir bellek sayfası atanır. Mantıksal adres evreni içinde bitişken olarak yer alan program sayfalarının ana bellekteki karşılıklarının bitişken olma koşulu aranmaz. Bu yolla görevlere, ana bellekte

bitişken alan bulma zorunluluğu ortadan kalkar. Hangi program sayfasının hangi bellek sayfasında bulunduğu belirleyebilmek amacıyla, her görev için, bir eşleme çizelgesi tutulur. Bu çizelgeler sayfa tanım çizelgesi<sup>18</sup> olarak adlandırılır. Sayfa tanım çizelgeleri, ilgili görevin program sayfalarının yer aldığı bellek sayfası giriş (başlangıç) adreslerini tutarlar. Her görev için ayrı ayrı tutulan bu sayfa tanım çizelgelerinin yanı sıra, bir de, tüm ana bellek için bellek tanım çizelgesi tutulur. Bu çizelge içinde hangi bellek sayfasının dolu, hangisinin boş olduğu bilgisi bulunur. Görevler işletteme alınacağı zaman önce bu çizelge taranır. Görevin gereksediği sayıda boş bellek sayfası belirlenir. Görevin sayfa tanım çizelgesi oluşturularak içeriği, belirlenen bu boş sayfa giriş adresleriyle günlenir. Bellek tanım çizelgesinde, kullanılan fiziksel sayfalar dolu olarak işaretlenir.

Çizim 5.11'de, 7 sayfadan oluşan Görev-i'nin sayfa tanım çizelgesi ile ana bellek tanım çizelgesi örneklenmiştir. Bellek tanım çizelgesi, gerçekleştirim yönünden bit matrisi, bağılı sayfa listesi, bağılı boş sayfa listesi gibi değişik yapılarda tutulur. Çizim üzerinde bu çizelge, gerçekleştirimden bağımsız kavramsal görünümüyle verilmiştir. Görevin mantıksal adres evreninde, ardarda yer alan program sayfalarının ana bellekte, karışık sıradaki fiziksel sayfalara atandığı örneklenmiştir.

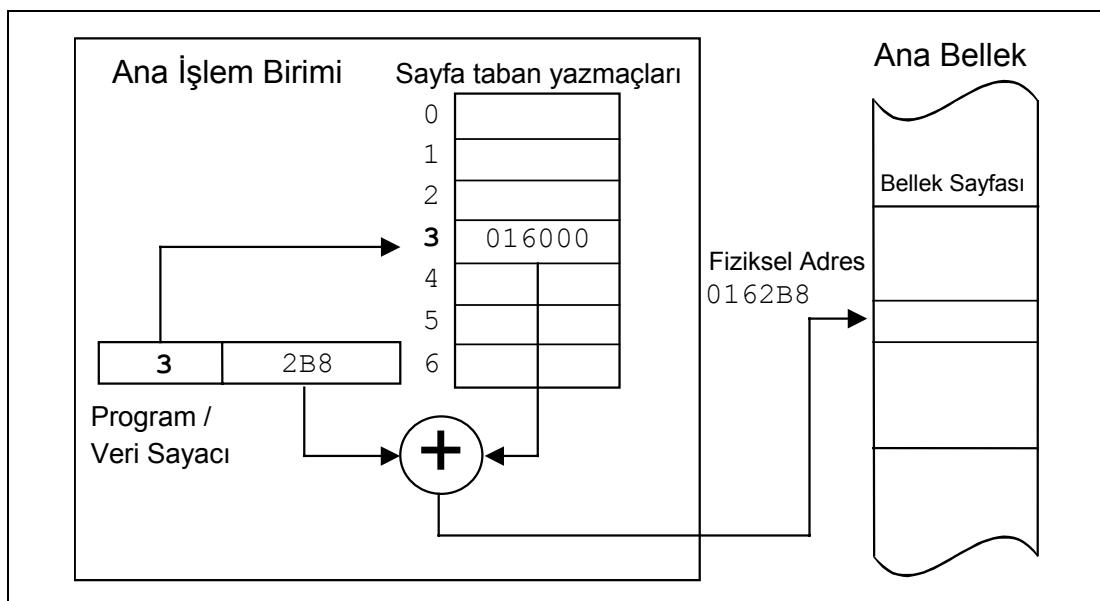
Sayfalı bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde, görevlerin mantıksal adres evrenlerinden fiziksel adres evrenine geçişini sağlayacak özgün donanım düzeneklerine gerek duyulur. Anımsanacağı üzere, yerideğışır bölümlü bellek yönetiminde mantıksal adresler program başına göreli adreslerdir. Fiziksel adresler, işletim sırasında, program başına göreli mantıksal adreslerin bölüm başlangıç adresine eklenmesiyle elde edilir. Bölüm başlangıç adresi yerdeğıştırme taban yazmacı içinde tutulur. Yerideğışır bölümlü bellek yönetiminde hem mantıksal hem de fiziksel adres evrenleri bitişken tek bir bölümden oluştugundan yerdeğıştırme taban yazmacı da biriciktir. Sayfalı bellek yönetiminde mantıksal adresler sayfa başına göreli olduğundan fiziksel adresler, sayfa başına göreli mantıksal adreslerin sayfa başlangıç adresine eklenmesiyle elde edilir. Bunun için hangi sayfa işletimde ise, adres dönüştürme işlemleri o sayfa başlangıç adresini taban almak durumundadır. Bir görev birden çok sayfadan oluşabildiğine göre, ana işlem birimi de, düz bir mantıkla, sayfa sayısı kadar sayfa taban yazmacı bulundurabilir.

Bu modele göre bir görev ana işlem birimine anahtarlandığında taban yazmacıları, görevin sayfa tanım çizelgesindeki başlangıç adresleriyle günlenir. Adresleme süreci içinde, sayfa numarasının gösterdiği taban yazmacı içeriği sayfa içi göreli adrese eklenerek<sup>19</sup> fiziksel ana bellek adresi elde edilir (Çizim 5.12). Ana işlem birimleri, ekonomik nedenlerle, genelde sayfa sayısı kadar taban yazmacı bulunduramaz. Örneğin,

<sup>18</sup> Sayfa Tanım Çizelgesi, İngilizce *Page Description Table (PDT)* karşılığı kullanılmıştır. Ancak bu çizelge için, İngilizce *Dynamic Adres Translation Table (DAT)*, *Page Map Table (PMT)* adlandırmaları da kullanılmaktadır.

<sup>19</sup> Burada sözü edilen ekleme, mutlaka aritmetiksel anlamda bir ekleme (toplama) işlemi olmak zorunda değildir. Kimi uygulamalarda, iki birleşenin yanyana getirilmesi yoluyla da bu ekleme gerçekleştirilebilir. Örneğin sayfa başlangıç adresi, adresin üst kesimini, sayfa içi göreli adres de alt kesimini gösterebilir. Böylece bu iki birleşen yanyana getirildiğinde (*concatenation*) adresin tamamı elde edilir.

sayfa boyunun 4 KB olduğu bir sistemde, 1 MB uzunluğunda bellek alanı gerektiren bir görev için, ana işlem biriminin 250 adet taban yazmacı içermesi gerekir.

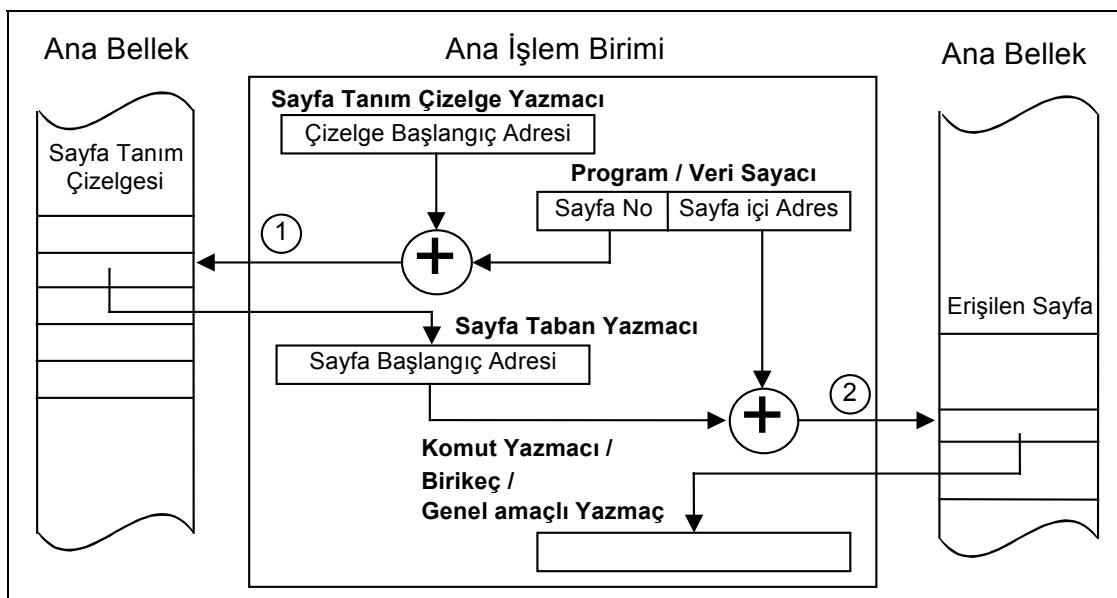


Çizim 5.12. Sayfalı Bellek Yönetimi Adresleme Mantığı

Bu çok pahalı çözüm yerine, salt işletilen sayfa başlangıç adresini tutan tek bir taban yazmacı ile yetinilebilir. Ana işlem biriminde, bu taban yazmacının yanı sıra, bir de sayfa tanım çizelgesi yazmacı olarak adlandırılan bir ikinci yazmacık daha öngörlür. Bir görev ana işlem birimine anahtarlandıığında bu ikinci yazmacık içeriği, işletilen görevin sayfa tanım çizelgesi başlangıç adresiyle güncellenir. Belleğe erişim iki adımda gerçekleşir. İlk adımda erişilen sözcüğün yer aldığı mantıksal sayfa numarasına karşı gelen bellek sayfa başlangıç adresi, ana bellekte tutulan sayfa tanım çizelgesinden okunarak sayfa taban yazmacına taşınır. İkinci bir adımda da, bu yazmacık içeriği ile sayfa içi görelİ adres değeri toplanarak ilgili fiziksel adres elde edilir. Bu ilkeye göre, mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçiş süreci iki bellek erişimi gerektirir. Bu uygulama bellek erişim süresini iki kat artırır (Çizim 5.13). Bilgisayar sistemlerinde bellek erişim süresi, sistem başarısını doğrudan etkileyen çok önemli bir parametredir. Komut işletimi, algetir evresinde mutlaka, uygula evresinde ise çoğu kez ana belleğe erişim gerektirdiğinden bellek erişiminin iki kat uzaması sistem başarısının yaklaşık iki kat düşmesi anlamına gelir. Ana belleğin parçalanmasını önlemek uğruna işletim hızının aşırı düşmesine neden olmak benimsenebilir bir yaklaşım değildir. Bu gerekçeyle, sayfa tanım çizelgesine yapılan ek erişimin süresini kısaltmanın yolları aranır. Bu amaçla sayfa tanım çizelgesi, çok hızlı erişime izin veren özel bir bellek biriminde tutulur. Böylece bu çizelgeye yapılan ek erişimin, toplam erişim süresi içindeki payı azaltılmaya çalışılır.

Cök hızlı erişime olanak veren bellek birimleri ön bellek (*cache*) olarak adlandırılır. Ana belleği oluşturan sıradan bellek birimlerinin (yongalarının) erişim süreleri 50 - 100 nanosaniye arasındadır. Ön bellek birimlerinde ise bu süre 5 - 10 nanosaniyeyi aşmaz. Sayfa tanım çizelgelerinin hızlı bellek birimleri üzerinde saklanması, bu çizelgelere

yapılan ek erişimin, sıradan sayfalara yapılan erişimin onda biri gibi, benimsenebilir bir sürede gerçekleşmesini sağlar. Bu durumda sayfalı bellek yönetiminin bellek erişimine getirdiği artış %10 düzeyinde kalır.



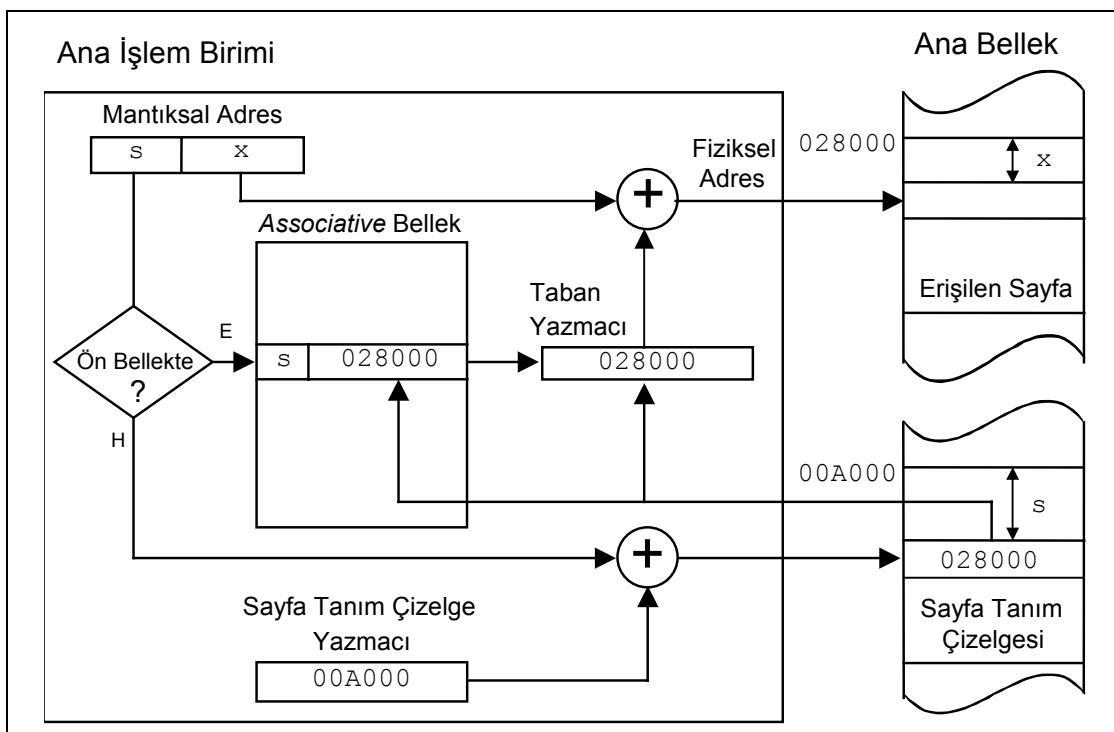
Çizim 5.13. Sayfa Tanım Çizelge Yazmacının Kullanımı

Belleğe erişimde, bire on iyileştirme sağlayan hızlı bellek birimleri aşırı pahalı birimlerdir. Bu nedenle çoğu kez sayfa tanım çizelgesinin tümünü tutacak sığada olmayabilirler. Bu kısıtlama sonucu, sayfa tanım çizelgesinin tümü, yine sıradan bellek kesiminde tutulurken ön belleğin, son kullanılan birkaç sayfa başlangıç adresini içermesile yetinir. Ancak bu durumda, adresleme sürecinin başında erişilen sayfa başlangıç adresinin ön bellekte bulunup bulunmadığının sınanması; sayfa başlangıç adresi ön bellekte değilse, ön belleğe taşınmasının sağlanması gereklidir. Bu olgudan hareketle, sayfalı bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde, belleğe erişimi bu sınamayla aynı anda gerçekleştirilebilen *associative* tür bellekler kullanılır<sup>20</sup>. Bu tür belleklerde sözcüklere adresleri ile erişmek yerine doğrudan içerik değerleri ile erişilir. Çalışma ilkesi gereği, bellek erişim döngüsü içinde *associative* bellek birimi, girişlerine uygulanan içeriğin bellekte bulunup bulunmadığını sınar. Bulunuyorsa bununla ilişkili bir değeri veri yolu üstüne aktarır. Aranan içerik bellekte yoksa bir göstergeyi kurar. Bilindiği gibi, klasik belleklerde bir birim, erişim için seçildiği sürece uygulanan adres değerine karşı gelen sözcük içeriğini veri yolu üstüne yükler. Klasik bellekler için olmayan adres, olmayan içerik gibi kavramlar yoktur.

Sayfalı bellek yönetiminde *associative* bellekler, sayfa tanım çizelgesinde yer alan ve en sık erişilen kimi sayfa başlangıç adreslerini tutmak için kullanılır. Adres dönüştürme süreci içinde, adreslenen mantıksal sayfa numarasına karşı gelen bellek sayfa başlangıç

<sup>20</sup> Bu tür bellekler, İngilizce *translation look aside buffer (TLB)* olarak da adlandırılır.

adresi önce *associative* ön bellekte aranır. Bunun için sayfa numarası ön belleğe uygulanır. Bu numara bellekte ise, ilişkili olduğu sayfa başlangıç adresi erişim döngüsü sonunda, ön bellekçe sağlanır. Sayfa taban yazmacına aktarılan bu değer sayfa içi göreli adrese eklenerek fiziksel adres elde edilir ve adres dönüştürme süreci son bulur. Uygulanan sayfa numarası ön bellekte değilse, ön bellek erişim döngüsü sonunda, olmayan numara uyarısı üretilir. Bu uyarı ile denetim birimi, adres dönüştürme işlemlerini sayfa tanım çizelgesinin bellekteki kopyasına dayalı olarak gerçekleştirecek döngüyü başlatır. Bu bağlamda elde edilen sayfa başlangıç adresi gelecek erişimlerde kullanılmak üzere ön belleğe de yazılır.



Çizim 5.14. Sayfalı Bellek Yönetimi ve Ön bellek Kullanımı

Sayfalı bellek yönetiminin uygulandığı, adres dönüştürme işlemlerini, yukarıda açıklanan modele göre yürütün bir sistemde ana belleğe ortalama erişim süresi:

$$t_e = t_d + t_m$$

olarak ifade edilebilir. Burada  $t_d$  adres dönüştürme amacıyla harcanan ortalama zamanı,  $t_m$  ise, adres dönüştürme süreci sonunda elde edilen fiziksel adrese erişim süresini göstermektedir. Adres dönüştürme süresi  $t_d$  :

$$t_d = p t_c + (1-p) (t_c + t_m) = t_c + (1-p) t_m \quad (0 \leq p \leq 1)$$

olarak yazılabilir. Burada  $t_c$  ön belleğe erişim süresini,  $p$  ise sayfa başlangıç adresini ön bellekte bulma olasılığını göstermektedir. Bu durumda:

$$t_e = t_d + t_m = t_c + (2-p) t_m$$

olur. Yukarıda örneklediği gibi, ana bellek erişim süresi ile ön bellek erişim süresi arasında (7ns ve 70ns gibi) bire on bir oran bulunduğu; erişilen sayfa başlangıç adresini ön bellekte bulma olasılığının ise 0.85 olduğu varsayırlırsa:

$$t_e = 0.10 t_m + (2 - 0.85) t_m = 1.25 t_m$$

olarak bulunur. Buna göre, sayfalı bellek yönetiminin bellek erişim süresine getirdiği artışın, ön bellek kullanımını sayesinde %25'ler düzeyinde tutulabildiği söylenir. Zira ön bellek kullanılmadığı durumlarda  $t_e$  değerinin  $2.t_m$  olacağı unutulmamalıdır. Sayfalı bellek yönetimi kapsamında, şimdide deigin açıklanan adres dönüştürme düzeneklerinin herbiri için, ek erişim yükünü simgeleyen  $(t_e-t_m)/t_m$  oranları hesaplanarak Çizelge 5.1'de topluca, karşılaştırma amacıyla verilmiştir. Bu çizelgede, eder / hız (fiyat / performans) yönünden, sayfa tanım çizelgesinin bir kesimini ön bellekte tutan düzeneğin, sayfalı bellek yönetimi için en iyi adres dönüştürme düzeneği olduğu kolayca görülebilmektedir.

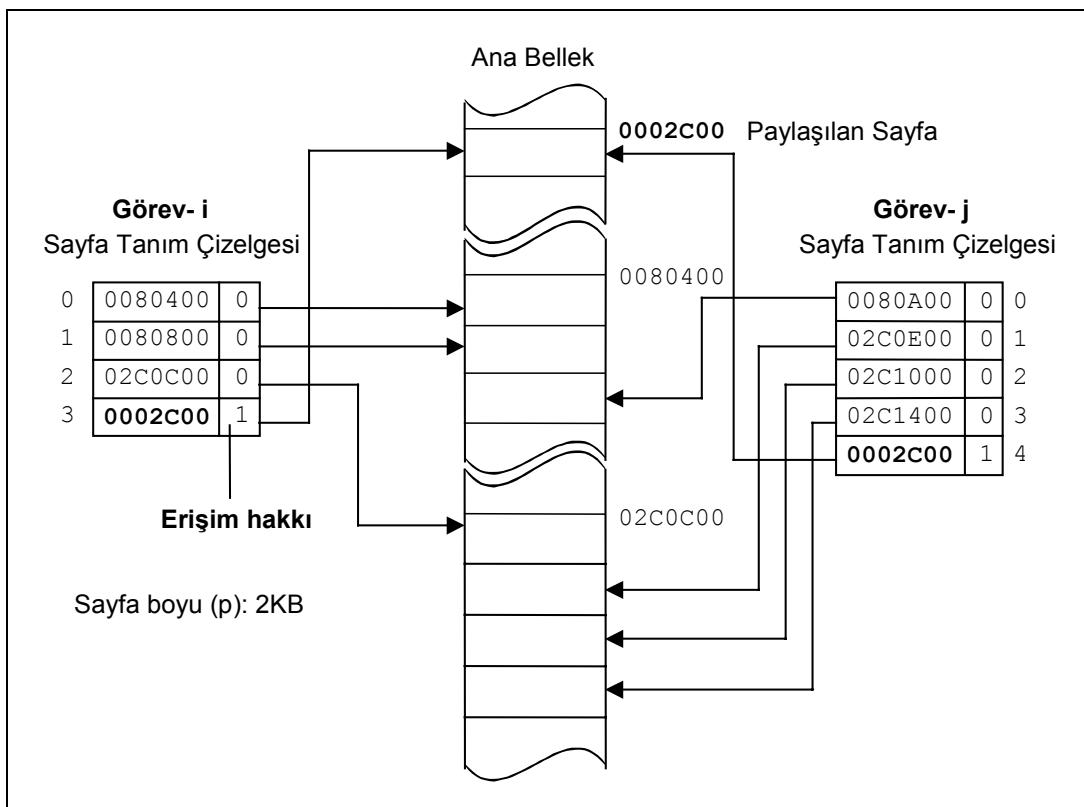
**Çizelge 5.1. Adres Dönüştürme Düzeneklerinin Karşılaştırılması**

Adres Dönüştürme Düzenek Türü	$(t_e-t_m)/t_m$
1. Sayfa Tanım Çizelgesinin AİB Taban Yazmaçlarında	% 0
2. Sayfa Tanım Çizelgesinin tümüyle Ön Bellekte tutulması	% 10
3. Sayfa Tanım Çizelgesinin bir kesiminin Ön Bellekte tutulması	% 25
4. Sayfa Tanım Çizelgesinin tümüyle Ana Bellekte tutulması	% 100

## Görevlerin Adres Evreninin Kesişmesi, Sayfa Paylaşımı

Ana belleği paylaşan görevlerin, birbirlerinin alanlarına erişimlerinin engellenmesi işletim bütünlüğü açısından gereklidir. Görevlerin, kendilerine atanan sınırlar içinde kalmalarının denetlenmesi bellek koruma düzeneği ile sağlanır. Etkili bir bellek koruma düzeneği iyi bir bellek yönetimi için aranan önemli bir özellikdir. Ancak görevlerin bellek alanlarının kesiştirilmesi, yordam ve verilerin ortaklaşa kullanılması yoluyla, bellek kullanım verimliliğini artırın bir yol olarak da düşünülebilir. Bu bağlamda, bellek koruma ile alan paylaşım işlevlerini bağıdaştırma yolları aranır. Buraya kadar incelenen bölümlü bellek yönetimlerinde, adres evrenlerinin bitişken bir bütün olarak ele alınma zorunluluğundan dolayı, bellek koruma düzeneği ile paylaşımı bağıdaştırmanın yalın ve esnek bir yolunu bulma olanağı yoktur. Sayfalı bellek yönetiminde ise, değişik görevlere ilişkin birden çok program sayfasının, aynı fiziksellek sayfasıyla eşleştirilmesi mümkündür (Çizim 5.15). Böylece mantıksal adres evrenleri itibarıyla birbirlerinden kopuk olan görevlerin fiziksellek adres evrenlerini çakıştırma yolu bulunur. Bu durum, bir yandan ana belleğin kullanım verimliliğini artırırken diğer yandan da koştur işlem olanağını yaratır. Zira aynı fiziksellek sayfalarının birden çok görev tarafından paylaşılması, görevlere ortak veri kümeleri üzerinde eşanlı işlem yapma olanağı sağlar. Bellek bölümlerinin kesiştirilemediği bellek yönetimlerinde görevler, ya aynı veri kümelerinin değişik kopyaları üzerinde çalışmak ya

da işledikleri veri kümelerini, tümüyle diğer görevlere kapamak zorunda kalırlar. Her iki durumda da, anlamlı ve gerçek bir koşut işleminden söz edilemez.



Çizim 5.15. Sayfalı Bellek Yönetiminde Adres Evrenlerinin Kesişmesi

Bölümlü bellek yönetimlerinde, görevlerin birbirlerinden kopuk fiziksel konumlarda yer olması, bir fiziksel adres evreninin bir diğeriyle kesişmemesi, görevler arası doğal bir koruma düzeneği oluşturur. Sayfalı bellek yönetiminde fiziksel bellek sayfalarının birden çok görevin sayfa tanım çizelgesinde yer olması, bellek koruma açısından, ek önlemlerin alınmasını gerektirir. Bu bağlamda paylaşılan sayfaların erişim hakları belirlenir. Hangi görevin hangi sayfa üzerinde hangi haklara sahip olduğu bilgisi kodlanır. Bu bilgiye dayanılarak görevlerin sayfalara erişimi denetim altında tutulur. Sayfa tanım çizelgelerinde, sayfa başlangıç adresine ek olarak, bir de ilgili sayfaya ilişkin erişim hakkı bilgisi tutulur. Bunlar, okuma - yazma, salt okuma, işletim gibi haklar olabilir. Sayfa başlangıç adresi, sayfa taban yazmacına taşıırken erişim kodu bitleri de ana işlem birimine taşınır. Sayfa içinde, bu kod değeriyle çelişen erişim istemleri sözkonusu olduğunda, bellek koruma iç kesilmesi üretilerek hakkını aşan görevin işletiminin kesilmesi sağlanır.

Görevler arası sayfa paylaşımının zorladığı erişim hakkı denetiminin yanı sıra, sayfalı bellek yönetiminde, yine bellek koruma düzeneği çerçevesinde, adres dönüştürme süreci içinde, sayfa tanım çizelge boyunun aşılması durumunun denetlenmesi de gerekir. Bu amaçla ana işlem biriminde, sayfa tanım çizelgesi ve sayfa taban yazmaclarının

yanında, bir de, sayfa tanım çizelgesi sınır yazmacı bulunur. Bir görev ana işlem birimine anahtarlandığında bu yazmaç, görevin sınır değeri ile günlenir. Adres dönüştürme işlemleri sırasında sayfa tanım çizelgesine erişimde, çizelge sınırları içinde kalınması denetlenir. Bunun için, çizelgeye erişim amacıyla elde edilen fiziksel adres değeri, sayfa tanım çizelgesi sınır yazmacı içeriğiyle karşılaşır. Çizelgenin aşılması durumunda, bellek koruma iç kesilmesi üretilerek görevin işletimine son verilir. Bu koruma düzeneği, doğal olarak sayfa tanım çizelgesinin ana bellekteki kopyasına erişilirken devreye girer. Ön bellekteki sayfa giriş adreslerine erişim bu düzeneğin dışındadır.

Sayfalı bellek yönetimi, ana belleğin parçalanmasını, yerideğisir bölümlü bellek yönetimine göre daha etkin biçimde engeller. Görevlere bitişken alan atama zorunluğunun ortadan kalkması, bitiştirme işlemlerinin de ortadan kalkmasını sağlar. Belleği eşit uzunlukta sayfalar olarak düzenleyen bu yönetimde bellek atama işlemleri yalın işlemler olarak kalır. Bu iyileştirmelerin bedeli olarak, komut işletiminin süresi az da olsa artar. Ana işlem birimine yapılan özgün donanım ekleri sistem maliyetini olumsuz yönde etkiler. Her görev için tutulan sayfa tanım çizelgeleri ile bellek tanım çizelgesi, harcanan bellek alanı yönünden işletim yükünü artırır. Sayfalı bellek yönetimi, görevlere bitişken bellek atama zorunluluğunu ortadan kaldırmasına karşın görev sayfalarının tümünün, işletim öncesinde ana belleğe yüklenmiş olmasını gerektirir.

## 5.6. Kesimli Bellek Yönetimi

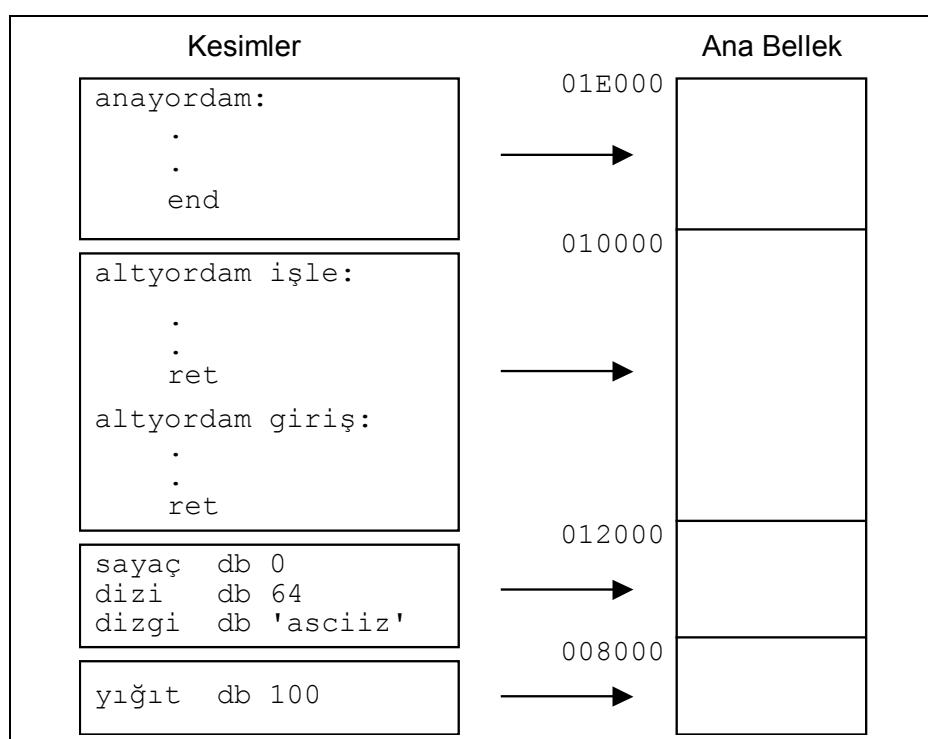
Sayfalı bellek yönetiminde, programların mantıksal adres evrenlerini eşit uzunlukta sayfalara ayırmak ve bu sayfalara ana bellekte bitişken olma zorunluğu bulunmayan fiziksel sayfalarla eşleştirmek ilkesi, görevlere atanacak bitişken bellek parçalarını küçülterek kullanılmayan en küçük parçayı bile değerlendirebilmeyi amaçlar. Görevlere atanacak bitişken bellek parçalarını küçültmenin bir yolu da program adres evrenlerini kesimlere ayırmaktır. Kesimler, programlar içinde, içerikleri yönünden mantıksal bütünlüğü bulunan parçalara verilen addır. Programlar, örneğin, ana yordamın bulunduğu kesim; alt yordamların bulunduğu kesim; değişken, dizi, dizgi gibi, verilerin topluca tutulduğu kesim; yiğit olarak kullanılan kesim gibi değişik türde kesimlerden oluşmuş biçimde düşünülebilir. Programları oluşturan bu bağımsız kesimlerin birbirleriyle bitişken olarak düşünülmeleri de gerekmekz. Kesimlerden oluşan programlar içindeki adresler, sayfalama yöntemine benzer biçimde kesim kimliği (numarası) ve kesim içi adres olarak, iki birleşenden oluşur. Kesim içinde adresler kesim başına (sıfıra) görelidir.

Sayfalı ve kesimli bellek yönetimleri birbirlerine çok benzerler. Ancak bu iki yönetim biçimi arasında önemli temel ayırmalar vardır:

- Programların mantıksal adres evrenleri; sayfalı bellek yönetiminde eşit uzunlukta sayfalara, kesimli bellek yönetiminde ise değişken uzunlukta, mantıksal bütünlüğü taban alan kesimlere ayrılr.

- Kesimli bellek yönetiminde kesimler, sistem programclarının programlarını oluştururken doğrudan kullandıkları, sayılarını ve adlarını özgürce tanımlayabildikleri; üst düzey kullanıcıların ise amaç programlarına, derleyiciler tarafından yerleştirilen, bu yolla programların mantıksal adres evrenlerini kesimler biçiminde düşünmeyi gerektiren nesnelerdir. Sayfalı bellek yönetiminde sayfa kavramı, her düzeyden kullanıcıya saydam bir kavramdır. Sayfalaması, programın mantıksal adres evrenini mekanik biçimde eşit uzunluktaki parçalara bölen bir işlemidir.

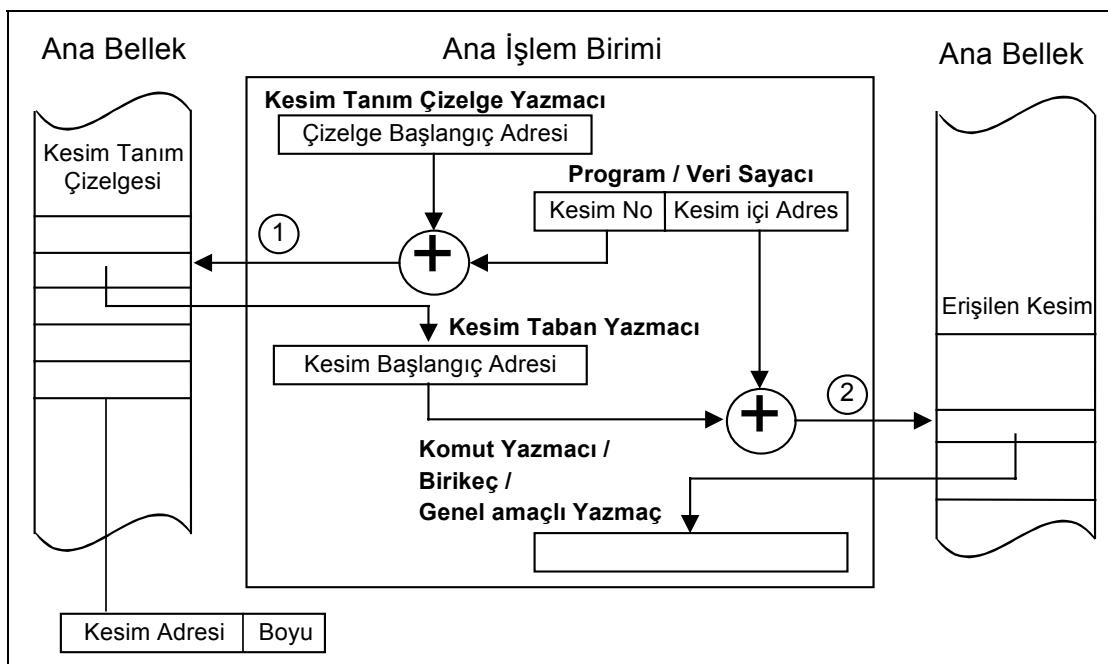
Programların mantıksal adres evrenini oluşturan kesimler ana bellekte, değişken uzunlukta fiziksel kesimlerle eşleştirilir (Çizim 5.16). Bu eşleştirme, kesim - bellek konumu ilişkisini tutan Kesim Tanım Çizelgeleri aracılığıyla gerçekleştirilir. Kesim tanım çizelgesi ilgili olduğu görevin kesimlerinin ana bellekteki başlangıç adreslerini tutar. Kesim uzunlukları, kesimden kesime değişebildiğinden bu çizelgelerde, başlangıç adreslerinin yanı sıra kesim boyu bilgisine de yer verilir.



Çizim 5.16. Kesimler ve Ana Bellekte yer aldıkları Konumlar

Kesimli bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde, adres dönüştürme işlemleri, sayfalı bellek yönetiminde olduğu gibi, ilke olarak üç değişik yolla yapılabilir. Bu yollardan ilki bir görevin içerebileceği tüm kesimlerin başlangıç adreslerini tutacak sayıda kesim taban yazmacının, ana işlem birimi içinde öngörülmesidir. Böylece bir görev ana işlem birimine anahtarlandığında taban yazmaçları görevin kesim tanım çizelgesindeki giriş adresleri ile günlenir. Adres dönüştürme işlemleri, mantıksal adres içindeki kesim numarasının gösterdiği taban yazmacı kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yol, sayfalı bellek

yönetimi incelenirken belirtildiği gibi, ekonomik nedenlerle kullanılan bir yol değildir. İkinci yolda ise tek bir taban yazmacı ile yetinilir. Ancak bu taban yazmacının yanında, bir de, işletilen görevin kesim tanım çizelgesi başlangıç adresini tutacak çizelge yazmacı öngörülür. Bir görev ana işlem birimine anahtarlandığında bu çizelge yazmacı, görevin kesim tanım çizelgesi başlangıç adresiyle günlenir. Adres dönüştürme süreci içinde, önce, ana bellekte saklanan bu çizelgeye erişilir. Mantıksal adres içindeki kesim numarasının gösterdiği kesim giriş adresi taban yazmacı içine taşınır. İkinci bir adımda da, taban yazmaç içeriği kesim içi adres değerine eklenerek hedef sözcüğe erişilir. Bu ikinci yol bellek erişim süresini iki katına çıkarır.



Çizim 5.17. Kesim Tanım Çizelgesinin Ana Bellekte Saklanması

Bellek erişim süresinin uzamasını önlemek üzere, açıklanan bu iki yolu dışında, yaygın olarak kullanılan bir üçüncü yol daha vardır. Bu yol, kesim başlangıç adreslerini ana işlem birimi içindeki kesim taban yazmaçlarında tutmayı ilke edinen birinci yola benzer. Ancak ana işlem biriminde, kesimlerin herbiri için ayrı bir taban yazmacı gerektirmez. Programları oluşturan kesimleri, değişik türler altında sınıflandırarak her kesim yerine, her sınıf için bir taban yazmacıyla yetinilmesini sağlar. Bu yolla, adres dönüştürme sürecinde, ana işlem birimi kesim taban yazmaçlarının kullanılması ekonomik uygulanabilirlik kazanır, bellek erişim hızının düşmesi engellenir. Sözkonusu bu üçüncü yolu dayandığı temel gözlem şöyledir: Komut işletimi kapsamında:

- Komut algetir evresinde komut kodu ve işlenen adresine,
- Komut uygula evresinde ise verilere ve yiğita erişim gerçekleştirilir.

## 192 İŞLETİM SİSTEMLERİ

Bu erişimler, aynı komut için, hem komut kodunun bulunduğu bellek alanına, hem verilerin yer aldığı alana, hem de yiğit olarak adlandırılan alana yapılabilir. Örneğin `pop memword` ya da `push memword` türü komutlar, işletimleri sırasında:

- hem komut kodunun bulunduğu alana,
- hem `memword` adlı işlenenin bulunduğu alana,
- hem de yiğit başında yer alan sözcük için yiğit alanına

erişimi gerektirirler.

Bu gerekçeye dayalı olarak programlar, komut, veri, yiğit (*code, data, stack*) gibi belirgin türlere giren kesimlerden oluşur biçiminde düzenlenirler. Buna bağlı olarak, her kesim türü (sınıfı) için, ana işlem biriminde, yine komut, veri, yiğit (*code, data, stack*) adlı kesim yazmaçları öngörlür. Bu yazmaçlar içinde, işletilen görevin komut, veri ve yiğit türü kesimlerinin ana bellekte yüklentiği alanların başlangıç adresleri tutulur. Kesimlerin sınıflandırılması, adres dönüştürme işlemlerinde gereksinim duyulacak tüm kesim taban adres değerlerini, aynı anda, ana işlem birimi içinde bulundurma olanağını yaratır. Kesim yazmaçları sayesinde, kesim başlangıç adreslerini okumak üzere, sistemli biçimde ana belleğe ek erişim yapma zorunluğu ortadan kalkar. Kesimleme düzeneğinin bellek erişim hızını yavaşlatması engellenir<sup>21</sup>.

Programlar içinde aynı türden birden çok kesim bulunabilir. Bir program, örneğin  $k$  adet *code*,  $m$  adet *data*,  $n$  adet de *stack* türüne giren  $\text{kod}_1, \dots, \text{kod}_k$ ;  $\text{veri}_1, \dots, \text{veri}_m$ ;  $\text{yiğit}_1, \dots, \text{yiğit}_n$  adlı kesimler içerebilir. Ancak işletim sırasında her tür kesimden yalnız bir tanesinin başlangıç adresi ana işlem birimi içinde tutulur. Komut işletimi sırasında, o anda kesim taban yazmaçları içinde hangi adres değerleri bulunuyorsa onlar kullanılır. İşletim sırasında, kesim değiştirmek gerektiğinde, örneğin,  $\text{veri}_1$  kesimi işlenirken,  $\text{veri}_3$  kesimindeki verilerin işletimine geçmek gerektiğinde *data* kesim yazmacının günlenmesi gereklidir. Kesim yazmaçlarının günlenmesi, bu yöntemle program geliştirme ya da derleme aşamasında programa katılan, *move*, *load* türü komutlarla, program içinden gerçekleştirilir. Çizim 5.18'de *yerel-veri* kesimi üzerinde işlem yapıldıktan sonra, genel-veri kesimindeki değişkenlere erişilmesi gereği, es kesim yazmacının genel-veri başlangıç adresiyle günlenmesinin program içinde nasıl öngörüldüğü örneklenmiştir.

Çizim 5.18'de kesim yazmaçlarının, programlara eklenen komutlarla günlendiği durum örneklenmiştir. *data* ve *stack* kesim yazmaçlarının günlenmesi için geçerli olan bu yöntem, *code* kesim yazmacının günlenmesinde kullanılamaz. Zira kesimler arası sapma ve yordam çağrıma komutlarının işletimi, bu günlemenin, *code* kesim yazmacı için otomatik olarak yapılmasını zorunlu kılar. Bu amaçla, bu tür kesimleme düzeneğini kullanan sistemlerde, sapma ve yordam çağrıma komutları, yakın ve uzak adlandırmasıyla, kesim içi ve kesimler arası olmak üzere ikiye ayrılır. Buna bağlı olarak, kesimler arası sapma / çağrıma komutları için, derleyiciler, program sayacının yanı sıra kesim yazmacını da günlemeyi sağlayacak ekleri programlara katarlar.

<sup>21</sup> Bu bağlamda, Intel 80486 işletimcisinde *code (CS)*, *stack (SS)*, *data (DS)*, *(ES)*, *(FS)*, *(GS)* adlı 6 adet kesim yazmacı bulunur.

Kesim değiştirmede kesim taban yazmaçlarının günlenme sorumluluğunun uygulama programlarına bırakılmış olması, mantıksal adresler içinde kesim numarası tutmayı gereksiz kılar. Bu durumda mantıksal adresler salt kesim içi adreslerden oluşur. Kesim tanım çizelgesi, adres dönüştürme sürecinde, sistemli biçimde erişilen bir çizelge olmaktan çıkıp, kesim yazmaçlarını günlemek gereğinde yararlanılan kesim taban adreslerinin tutulduğu bir çizelgeye dönüşür.

```

yerel-veri segment
.
.
yerel-veri ends

genel-veri segment public
    public  değişken1,değişken2
    değişken1   dw      ?
    değişken2   dw      ?
.
.
genel-veri ends

kod1       segment
    assume cs:kod1,ds:yerel-veri,es:genel-veri
.
.
mov ax, genel-veri
mov es, ax
    mov bx, değişken1      ; bu komut es'yi taban alır.
    mov değişken2, bx      ; bu komut es'yi taban alır.
.
.
kod1       ends
.

```

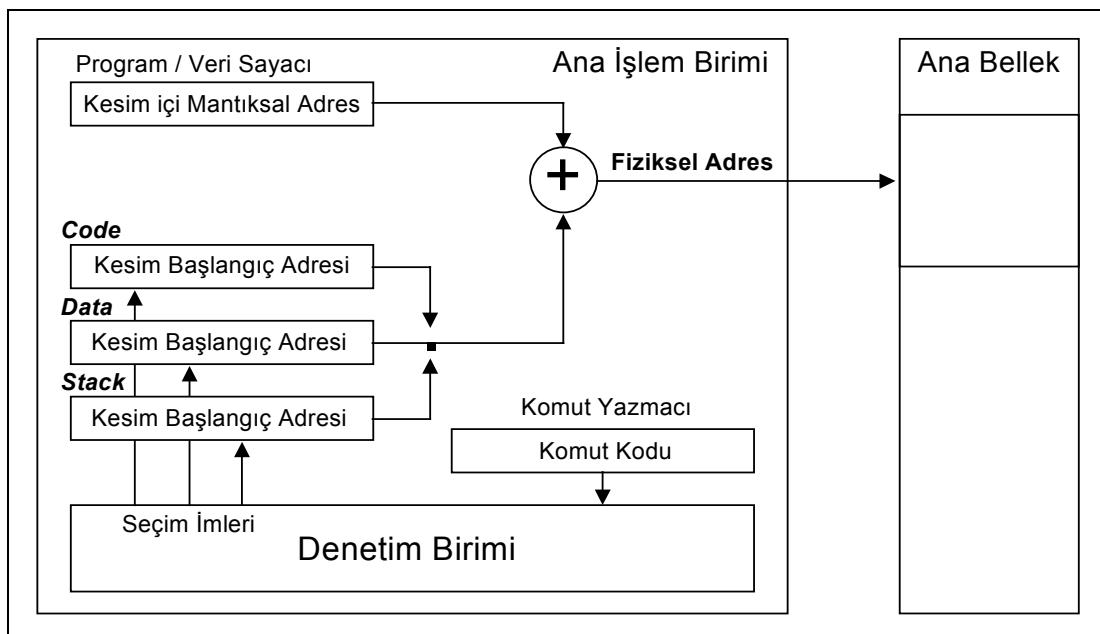
Çizim 5.18. ASM86'da Kesim Tanımları ve Kesim Yazmaçlarının Günlenmesi

Mantıksal adresler içinde kesim numarasının tutulmaması, ana işlem birimi içindeki *code*, *data*, *stack* gibi birden çok kesim taban yazmacından hangisinin, adres dönüştürme işlemlerine taban alınacağı sorusunu doğurur. Kesimli bellek yönetiminin gerçekleştirmek üzere tür taban yazmaçlarını kullanan işleyicilerde, adres dönüştürme işlemlerinde kullanılacak taban yazmaç bilgisi, genelde işletilen komut kodunda gizlidir. Denetim birimi, taban alınacak kesim yazmacını otomatik olarak seçer.

Kullanılacak taban yazmacı bilgisinin komut kodu içinde gömülü olması, istenen kesime özgürce erişimi kısıtlayabilir. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak üzere, tersi belirtilemediği sürece, kendiliğinden kullanılacak kesim taban yazmacının kimliğini değiştirme olanakları yaratılır. Bu olanak (*segment override*), kesim zorlama olarak bilinen örneklerle yapılır. Program geliştirme aşamasında, kullanılması istenen kesim kimliği, ilgili değişkenin önüne yerleştirilir. Derleme aşamasında, bu değişkeni işleyen bellek erişimli komut kodunun önüne (*segment override prefix*), kesim zorlama

## 194 İŞLETİM SİSTEMLERİ

öneki olarak adlandırılan özel bir ek kod yerleştirilir. Bu, ana işlem birimini, ilgili komutun içine gömülü yazmacı bilgisi ne olursa olsun önekteki yazmacı, taban yazmacı olarak kullanmaya zorlar.

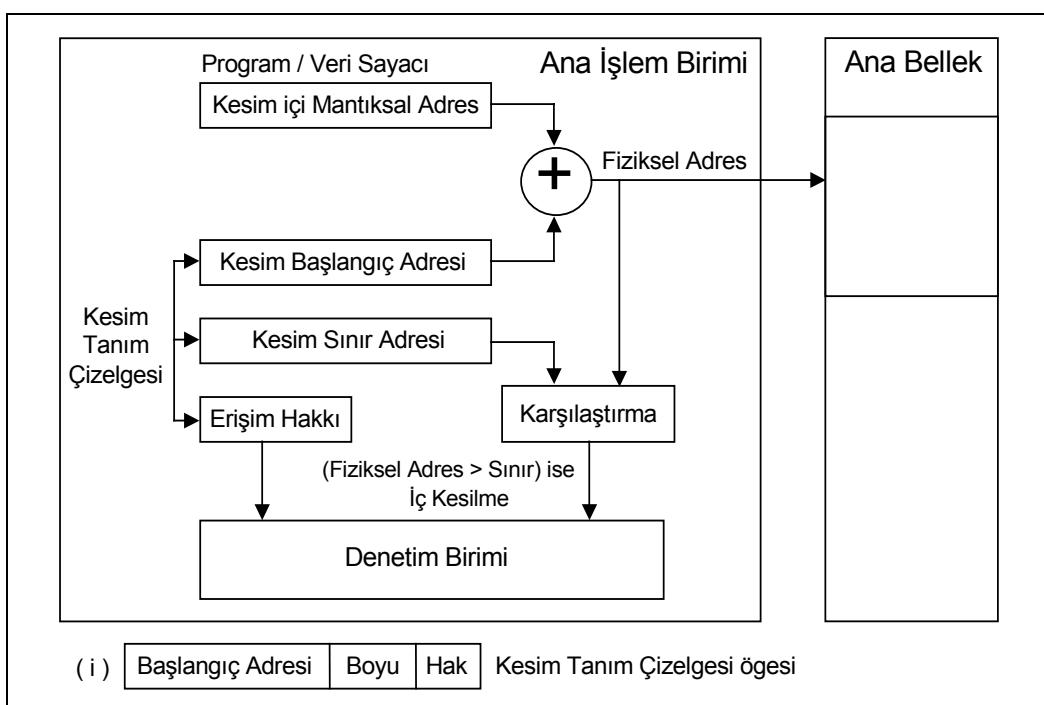


Çizim 5.19. Kesimlerin Türlere Ayrılması

Kesimli bellek yönetiminde, mantıksal adreslerden fizikslel adreslere geçiş, kullanılan adres dönüştürme yöntemi ne olursa olsun, kesim - bellek konumu ilişkisini tutan kesim tanım çizelgeleri aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Kesim tanım çizelgesinde, kesim başlangıç adreslerinin yanı sıra kesim boyu bilgisine de yer verilir. Bu bilgi, ilgili kesim işletilirken, hatalı çalışma sonucu oluşabilecek kesimden taşmaları denetlemek üzere kullanılır. Ana işlem biriminde kesim taban yazmaclarının yanı sıra, herbir kesim için bir de sınır yazmacı öngörülür. Taban yazmacıları kesim başlangıç adresleriyle, sınır yazmacıları da kesim boyu bilgisile eşleştirilir. Adres dönüştürme sırasında elde edilen fizikslel adres, ana işlem birimi içinde yer alan özel bellek koruma düzeneği aracılığıyla, hangi kesime erişiliyorsa o kesimin sınır adresiyle karşılaştırılır. Taşma saptanırsa bellek koruma iç kesilmesi oluşturulularak görevin işletimi kesilir ve denetim işletim sistemine bırakılır.

Sayfalı bellek yönetiminde olduğu gibi, kesimli bellek yönetiminde de görevlerin kimi bellek alanlarını paylaşması esnek bir biçimde gerçekleştirilebilir. Ortak kullanılan kesimlere, ilgili tüm görevlerin kesim tanım çizelgesinde yer verilerek paylaşım sağlanır. Görevler ortak kesimlere, genelde aynı haklarla erişmezler. İşletim bütünlüğünün ve güvenli kullanımın sağlanması için, ortaklaşa kullanılan kesimlere yazma amacıyla erişimlerin kısıtlanması gereklidir. Bu amaçla kesim tanım çizelgelerinde kesim başlangıç adresi ve kesim boyu bilgisinin yanı sıra, bir de erişim hakkı bilgisine yer verilir. Kesimlere erişim hakkı; okuma, okuma - yazma, işletim biçiminde kodlanır. Belleğe, izin verilenin dışında bir amaçla erişim söz konusu edildiğinde ilgili görevin işletimi, koruma amacıyla sonlandırılır.

Kesimli bellek yönetiminde koruma düzeneği bir yandan kesimden taşmaları diğer yandan da paylaşılan kesimlerin erişim haklarının denetlenmesini sağlar. Bu koruma düzeneğinin dışında, kesimlerin türlere ayrılarak, bu türlerin herbiri için ayrı bir kesim taban yazmacının kullanılması da korumaya katkı veren bir yapıyı oluşturur. Zira bu yapı sayesinde örneğin veri ya da yığıt kesimindeki değerlerin, hatalı işletim sonucu komut kodu olarak işletilmesi engellenmiş olur. Bunun gibi kod kesimine erişimlerde yazma yasaklanarak komut kodlarının bozulması ve olası bozulmaların işletim bütünlüğüne olumsuz etkileri engellenebilir. Başka bir anlatımla, kesimlerin türlerine göre kümelenmesi, bunlar üzerinde yürütülen işlemlerin, türleriyle uyumlu olup olmadığı konusunda denetim yapabilme olanakları yaratır.



Çizim 5.20. Kesimli Bellek Yönetiminde Bellek Koruma Düzeneği

Görevlerin kesimler biçiminde düzenlenmesi, bunlara ana bellekte tümüyle bitişken alan atama zorunluğunu ortadan kaldırmakla birlikte, (dış) parçalanma sorununu sayfalı bellek yönetiminin etkililiği düzeyinde çözemez. Kesimli bellek yönetimiyle de, dönem dönem bitiştleme işlemlerine başvurma gereği bulunur. Kimi kesimlerin birden çok görev tarafından paylaşılabilmesi bu kesimlerin başlangıç adreslerinin birden çok kesim tanım çizelgesinde yer almasıyla sağlanır. Bu kesimlerin yerlerinin değiştirilmesi durumunda birden çok çizelgenin günlenmesi gereği ortaya çıkar. Bu durum bitiştleme işlemlerinin karmaşıklaşmasına ve uzamasına neden olabilir<sup>22</sup>. Bunun yanı sıra

<sup>22</sup> Bu sakincadan dolayı, kesimli bellek yönetimine altyapı sağlayan kimi sistemlerde kesim tanım çizelgeleri genel (*global*) ve yerel (*local*) olarak ikiye ayrılır. Paylaşılan kesimler genel tanım çizelgelerinde saklanır. Böylece paylaşılan kesim başlangıç adreslerinin günlenme işlemleri yalnızlaştırılmış olur.

görevlerin, dolayısıyla ana belleğin değişik uzunlukta kesimler biçiminde düzenlenmesi bellek atama yöntemlerini karmaşıklaştırabilir. Kesimli bellek yönetimi, bu sakıncalarına karşın, aşağıda açıklanacak görüntü bellek düzeniyle, en yaygın kullanılan birkaç bellek yönetiminden birini oluşturur.

## Görüntü Ana Bellek Düzeni

Şimdiye deðin incelenen bellek yönetimlerinin uygulandığı sistemlerde, görevlerin mantıksal adres evrenlerinin boyu ana belleğin fiziksel sığası ile sınırlı kalır. Her bir ögesi 64 bit üzerinden kodlanan  $300 \times 300$  boyutlu, tek bir matrisin bile  $9.10^4 \times 8$ , yaklaşık 1 MB'lık bir ana bellek alanı gerektirmesi bunun ne kadar kısıtlayıcı olduğunu açıkça gösterir. Görevlerin mantıksal adres evrenlerinin ana belleğin fiziksel sığası ile sınırlı olduğu sistemlerde bu kısıtlamayı aşmanın sorumluluðu programcılara bırakılır. Bellek kısıtlaması nedeniyle bir seferde işletilemeyen programlar ve veriler, daha küçük parçalara ayrılarak adım adım, ayrı işletimlerle ele alınırlar. Bu zorlama, doğal olarak özlenen bir işletim biçimi değildir. Tüm gerçek bellek yönetimlerine ortak, bu önemli sınırlamanın aşılabilmesi, bir görevin gereksediði toplam bellek alanının, işletiminin başında atanması zorunluluðun ortadan kaldırılması ile gerçekleşir.

Bir programın işletimi zaman içinde incelendiðinde işlenen komut ve verilerin belirli bölgeler içinde kaldığı görülür. Genel amaçlı bir uygulama programının özel bir işletimde, gereksediði toplam bellek alanının çok kısıtlı bir kesimini kullanması sıkça karşılaşılan bir durumdur. Bu durum programı oluþtururan parçaların birbirlerini dışlamalarından kaynaklanmaktadır. Kullanıcının girdiği seçeneklerle işletimi yönlendirilen bir paket programda, sözkonusu edilmeyen seçeneklere ilişkin program kesimlerinin ana bellekte bulunmasının hiçbir gereği yoktur. Bu gözlemin sonucunda bir programın işletimini başlatılmak için kimi parçalarının ana bellege yüklenmiş olmasının yeterli olabileceği görüldür.

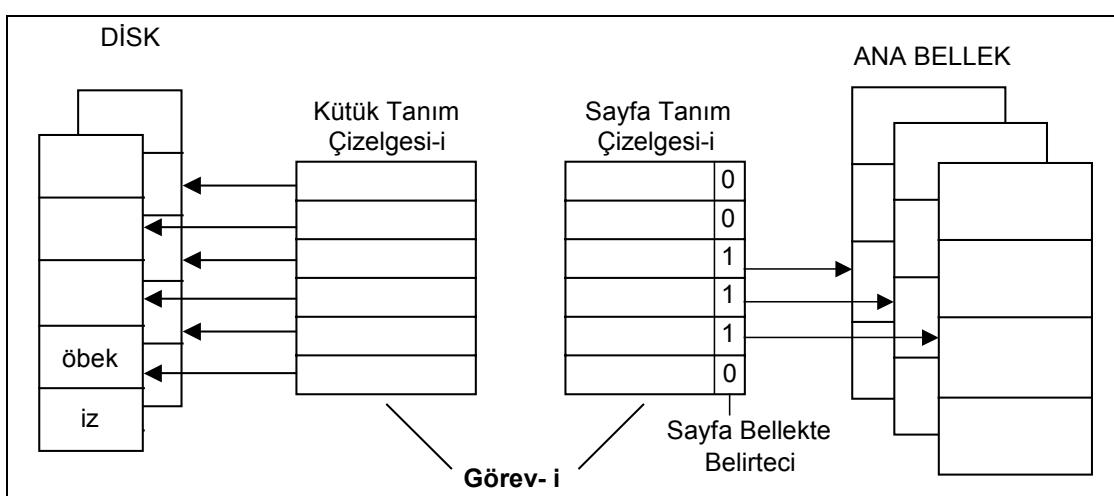
Bu bağlamda, görüntü bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde, işletime alınan görevlere, tüm adres evrenlerini karşılayacak sığada ana bellek alanı yerine disk alanı atanır. Görüntü bellek düzeni sayfalı, kesimli ve bu ikisinin karışımı kesimli-sayfalı bellek yönetimleri ile birlikte kullanılır. Görev işletimi başlatılırken ilk kesimin ya da ilk sayfaların ana bellekte bulunmasıyla yetinilir. Ancak, her an, gereksinim duyulup da ana bellekte bulunmayan kesim ya da sayfaların buraya nasıl taşınacağı sorusunu yanıtlanması gereklidir. Bu soru, aşağıda, görüntü bellek düzenini kullanan sayfalı, kesimli ve kesimli - sayfalı bellek yönetimleri çerçevesinde yanıtlanacaktır.

## 5.7. Sayfalı Görüntü Bellek Yönetimi

Sayfalı bellek yönetiminde amaç programlar, derleyiciler tarafından eşit uzunlukta sayfalar biçiminde hazırlanırlar. Görüntü bellek düzeni çerçevesinde, hazırlanan bu programların ana bellege yüklemeye hazır kopyaları, tümüyle diskte oluşturulur. Diskte yer alan sayfalardan bir kesimi ana bellege yüklenerek işletim başlatılır. Bilindiði üzere, işletim aşamasında görevlerin mantıksal sayfaları ile fiziksel ana bellek sayfaları, sayfa tanım çizelgeleri aracılığıyla eşleştirilir. Sayfa tanım çizelgeleri bir görevin mantıksal sayfalarına karşı gelen ana bellek sayfa başlangıç adreslerini tutarlar. Görüntü

bellek düzende program sayfaları diskte de saklandığından işletme alınan her görev için, sayfa tanım çizelgesi gibi, bir de kütük tanım çizelgesi tutulur. Kütük tanım çizelgeleri program sayfalarının diskte saklandığı tutanak adreslerini içerir (Çizim 5.21).

Görüntü bellek düzende tüm program sayfalarının ana bellekte bulunma zorunluğu olmadığından sayfa tanım çizelgelerinde, sayfa başlangıç adreslerinin yanına, ilgili sayfanın belleğe yüklü olup olmadığını gösteren bir durum belirtecinin eklenmesi gereklidir. Adres dönüştürme aşamasında, erişimine hazırlanan sayfanın ana bellekte bulunmadığı durumlarda, bu belirteç aracılığıyla, gerekli önlemleri alma olanakları yaratılır. Coğu kez bir bit uzunluğundaki bu durum belirteci, sayfa bellekte biti olarak bilinir. Sayfa tanım çizelgesinin erişilen sayfaya ilgili satırı, fiziksel adres hesaplama amacıyla ana işlem biriminde sayfa taban yazmacına taşındığında belirteç biti denetim birimince sınanır. Sınama sonucu ilgili sayfanın ana belleğe yüklü olmadığı anlaşılrsa adres dönüştürme işlemleri yarıda kesilerek denetim bellek yöneticiye bırakılır. Bu, bir makina komutunun, işletimin ortasında kesilmesi demektir<sup>23</sup>.



Çizim 5.21. Sayfalı Görüntü Bellek Düzeni ve Kütük Tanım Çizelgesi

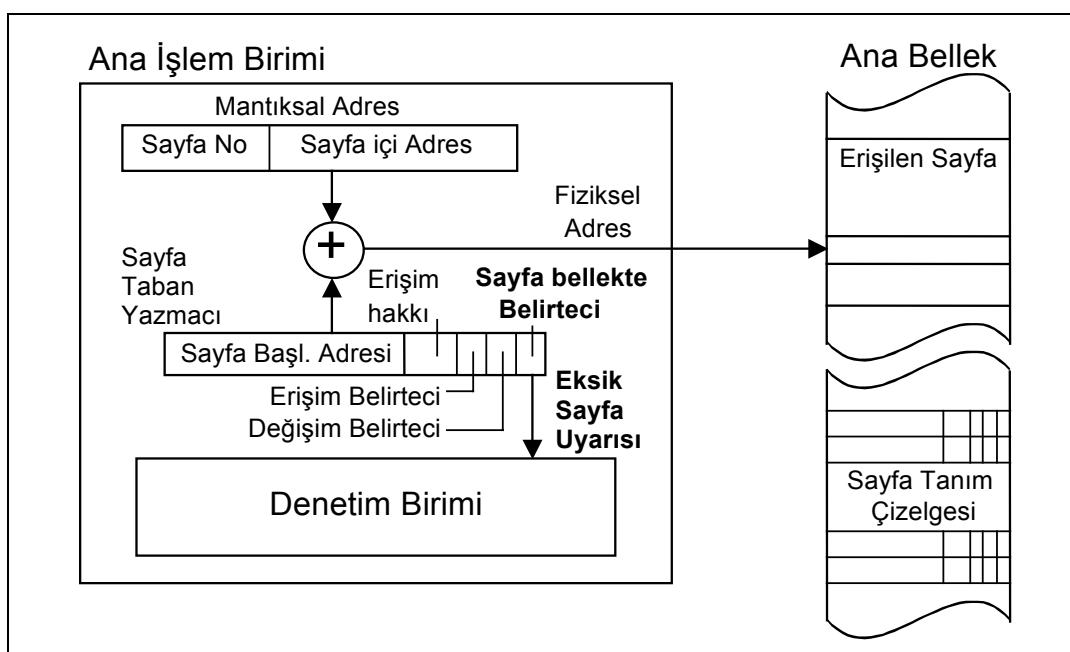
Adres dönüştürme sürecinin ortasında, denetimin donanımdan bellek yönetici yazılıma aktarılmasından sonra gerçekleşmesi gereken işlemler şunlardır:

- Bellekte göreve atanacak boş bir sayfa aramak.
- Bellekte kullanılabilir boş bir sayfa yoksa, yer açmak üzere ana bellekten çıkarılacak sayfanın seçimini yapmak.
- Ana bellekten çıkarılacak sayfada günleme yapılmışsa (diskteki kopyasından farklı ise) sayfayı diskteki yerine yazmak.
- Erişilmek istenen sayfayı ana belleğe yüklemek.
- Yarıda kesilen komutun işletimini yeniden başlatmak.

<sup>23</sup> Şimdiye deðin, işletim akışının denetlenmesi yönünden söz konusu edilegelen iç ve dış donanım kesilmeleri hep komut aralarında gerçekleşen işletim kesilmeleri olmuştur.

## 198 İŞLETİM SİSTEMLERİ

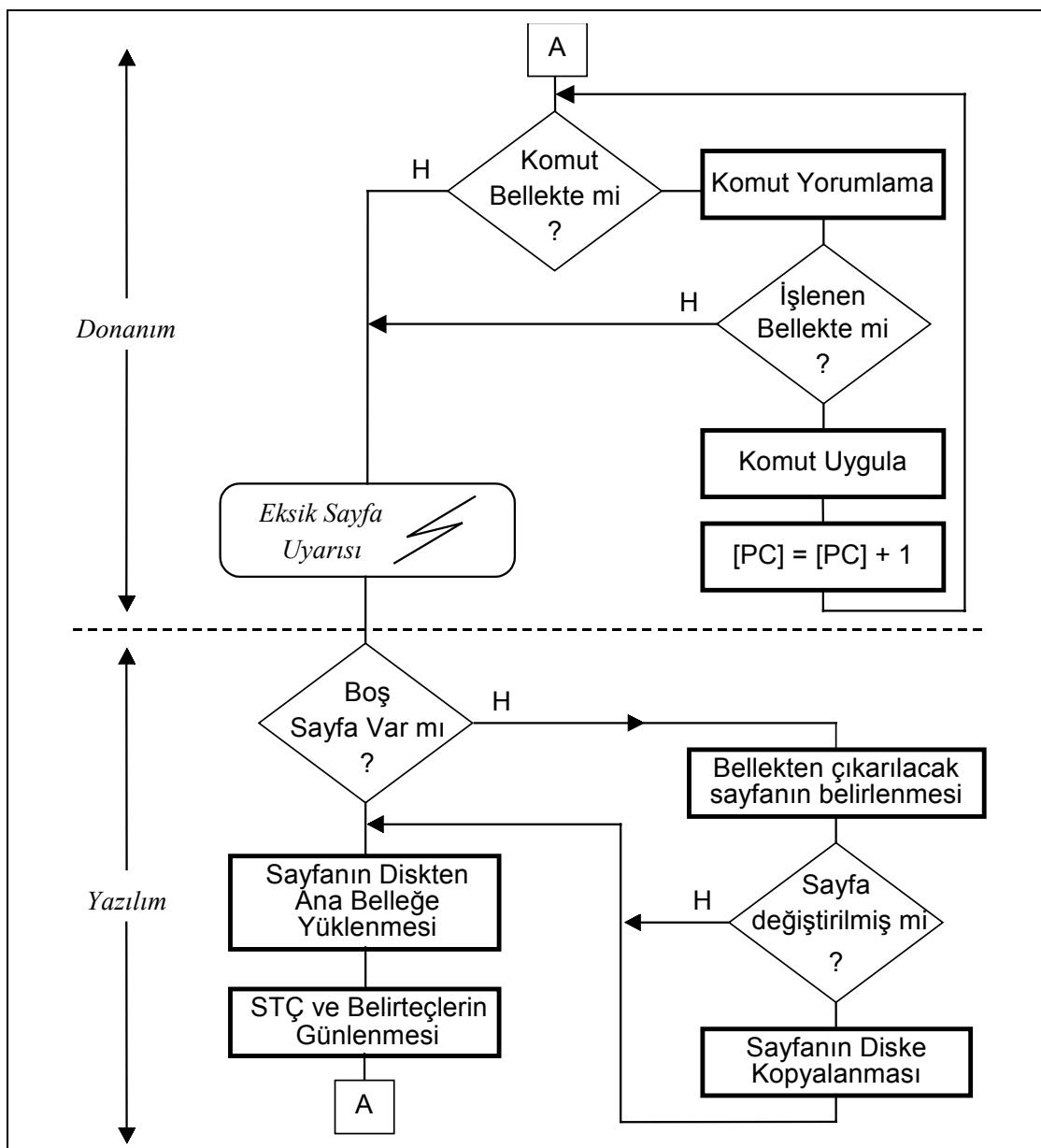
Sıralanan bu işlemlerin de çağrılaştıracağı gibi, sayfa tanım çizelgelerinde, sayfa başlangıç adresleriyle birlikte tutulan sayfa bellekte belirtecinin yanı sıra, başka belirteçlerin varlığına da gerek duyulur. Örneğin, yukarıda (c) şıkkında sözü edilen, aynı sayfanın bellekteki ve diskteki kopyaları arasındaki farklılıkların saptanmasına yarayacak ve sayfaya ilk yazma işleminde kurulacak değişim belirteci bunlardan birisidir. Bunun gibi, yer darlığı nedeniyle ana bellekten çıkarılacak sayfayı seçerken yararlanılacak ve sayfaya herhangi bir nedenle erişimde kurulacak erişim belirteci de bu belirteçlerden bir diğerini oluşturacaktır. Bu durumda sayfa tanım çizelgesinin bir satırı, ilgili sayfanın başlangıç adresi, erişim hakkı bitleri ile erişim, değişim ve sayfa bellekte belirteçlerini içerecektir (Çizim 5.22).



Çizim 5.22. Sayfalı Görüntü Bellek Yönetimi

Sayfalı görüntü bellek yönetiminde fiziksel adresi hesaplanmakta olan sözcüğün bulunduğu sayfa ana bellekte değilse denetim donanımından yazılıma aktarılırak yukarıda sıralanan bir dizi işlem yerine getirilir. Bu işlemlerden ilki bellekte görevde kullanabileceği boş bir sayfa bulmaktadır. Bir görev, çoğu kez hiçbir sayfası ana belleğe yüklenmeden işleme alınır. Görev, ana işlem birimine anahtarlanıp ilk komutu işletilirken, eksik sayfa uyarısı üretecek ilk sayfasının ana belleğe yüklenmesini sağlar. Görevin diğer sayfaları da bu biçimde sırayla ana belleğe yüklenirler. Ancak bir görevde ana bellekte ayrılabilecek fiziksel sayfa sayısı, genelde işletimin başında belirlenen sayıyla kısıtlanır. Örneğin bir görevde aynı anda 10 sayfadan fazla bellek sayfası kullanım izni verilmez. Görevin izin verilen sayıda sayfası ana belleğe yüklenikten sonra, yeni sayfalarına, eski sayfaları bellekten çıkarılarak yer açılır. Bu yaklaşım yerel sayfa çıkış politikası (*local replacement policy*) olarak bilinir. Bu politikanın tersi, genel sayfa çıkış politikası (*global replacement policy*)dır. Bu son politikayla, görevlere atanacak fiziksel sayfa sayısına bir kısıtlama konmaz. Bunun sonucu olarak,

bir görevde yer açmak gerekiğinde diğer görevlerin sayfalarının da bellekten çıkarılması söz konusu edilir. İzleyen kesimde açıklanan sayfa çıkışma algoritmaları, anlatım yalınlığı ve kolaylığı amacıyla, salt yerel sayfa çıkışma politikası kapsamında ele alınmıştır.



Çizim 5.23. Sayfalı Görüntü Bellek Yönetiminde Adres Dönüşürme Süreci

Bu bağlamda bellekte bulunmayan bir sayfaya erişim söz konusu olduğunda, eksik sayfa uyarısı ile bellek yönetici ana işlem birimine anahtarlanır. İlgili görevde atanacak boş bir sayfa bulunup bulunmadığı sınanır. Boş bir sayfa bulunabilirse bu sayfanın başlangıç adresi, görevin sayfa tanım çizelgesinde, erişilen mantıksal sayfa satırına işaret eder. Bu satırda, sayfaya ilgili belirteçler de günlenerek yarıda kesilen komutun

işletiminin başına geri dönülür. Bir komutun işletimi ya komuta (algetir evresinde) ya da işlenene erişimde (uygula evresinde) kesilebilir. Her iki durumda da mutlaka komut algetir evresinin başına geri dönülmelidir. Sayfali görüntü bellek yönetiminde adres dönüştürme sürecini özetleyen ve Çizim 5.23'te verilen akış çizgesinde, bu nedenle, işletimin, hem komuta, hem de işlenene erişimde kesildiği durumların sonrasında hep komut algetir evresinin başına dönüldüğü gösterilmiştir.

## Sayfa Çıkarma Algoritmaları

Eksik sayfa uyarısı sonrasında, erişilmek istenen sayfanın taşınacağı boş bir sayfa bulunamaması durumunda bellekten çıkarılacak sayfanın seçimi gündeme gelir. Bu seçim değişik algoritmala dayalı olarak yürütülür. Bu algoritmaların hepsi, eksik sayfa uyarısı sayısını en aza indirmeyi amaçlar. Ancak bu algoritmaların işletim süreleri de göz önüne alınması gereken diğer bir kıstası oluşturur. Bellekten sayfa çıkışma algoritmaları:

- İlk giren sayfayı çıkışma (*FIFO*)
- En erken erişilmiş sayfayı çıkışma (*Least Recently Used - LRU*)
- En geç erişilecek sayfayı çıkışma (*Optimal*)

algoritmaları olarak bilinir. İlk giren sayfayı çıkışma algoritması, bellekte uzun süre kalan bir sayfanın, gelecek komut işletimlerinde erişilme olasılığının düşük olacağı varsayıma dayanır. Bu algoritmanın uygulandığı sistemlerde, görevin ana belleğe yüklü tüm sayfaları ilk giren ilk çıkar (*FIFO*) türü bir kuyruk yapısında tutulur. Bu kuyruk yeni bir sayfaya erişmek gerektiğinde günlenir. Kuyruğun başında belleğe ilk yüklenen, sonunda da en son yüklenen görev sayfası yer alır. Bellekten bir sayfa çıkarmak gerektiğinde kuyrukındaki sayfa seçilir. Bu algoritmada, *FIFO* kuyruğu, sadece erişilen sayfa değiştiğinde günlenir. Dolayısıyla işletim yükü düşük, hızlı bir algoritmadır. Ancak bellekte uzun süre kalmış sayfalar, bu algoritmanın varsayıdığı gibi, her zaman, gelecek komut işletimlerinde kullanım olasılığı mutlaka en düşük olan sayfaları oluşturmazlar. Zira görevin en sık kullanılan sayfaları da belleğe en erken girmiş sayfalar olabilir. Bu durumda ilk giren sayfayı çıkışma algoritması, sık sık başvurulan sayfaları bellekten çıkararak ana bellek-disk arası sayfa gelgitlerini artıran bir algoritma olarak ortaya çıkar.

Bu algoritmanın bu önemli sakıncasını aşmak üzere erişim belirtecinden yararlanılabilir. Bu amaçla, tüm sayfaların erişim belirteçleri, bellek yönetici tarafından, belirli bir periyodla (örneğin 100 milisaniyede bir) sıfırlanır. Bellekten bir sayfa çıkarmak gerektiğinde, belleğe ilk giren sayfayı doğrudan çıkarmak yerine, önce bu sayfanın erişim belirteci sınanır. Erişim belirteci bir bulunan sayfa, son sıfırlamadan bu yana kullanılmış bir sayfa demektir. Dolayısıyla bu sayfa, görev tarafından halen kullanılan bir sayfa olarak yorumlanıp bellekten çıkarılmaz. Listede bir sonraki sayfanın belirteci sınanır. Sınamalar sırasında belirteci sıfır bulunan ilk sayfa bellekten çıkarılır. İlk giren sayfayı çıkışma algoritmasının değişmiş bu biçimini, genelde yakın geçmişte kullanılmamış sayfayı çıkışma (*NRU Not Recently Used*) algoritması olarak bilinir.

İlk giren sayfayı çıkışma algoritmasının çalışma ilkesi, Çizim 5.24'te, bir görevin ardarda işletilen 10 sayfası için örneklenmiştir. Erişilen sayfa dizgisi, görevin arka arkaya erişilen mantıksal sayfa numaralarını içermektedir. Sözkonusu görevde ana bellekte üç fiziksel sayfa ayrıldığı varsayılmıştır. 00 ve 01 numaralı sayfalara, bellekten çıkarılmalarından hemen sonra yeniden gereksinim duyulması, algoritmanın yukarıda açıklanan sakıncasını örneklemektedir.

Bellekte bir görevde ayrılan boş sayfa sayısı ne kadar büyük olursa bu görevin üreteceği eksik sayfa uyarısı sayısının da o denli küçük olacağını düşünmek çok doğaldır. Ancak ilk giren sayfayı çıkışma algoritmasıyla, kimi zaman, görevde ayrılan boş sayfa sayısının artırılmasına karşın eksik sayfa uyarısının da arttığı görülür. Ters orantılı olan boş sayfa ve eksik sayfa uyarısı sayılarının düz orantılı olarak gelişmesi normal değildir. Bu durum *Belady Anormalliği* olarak adlandırılır. Bunun, görev sayfalarının ilk giren ilk çıkar türü bir veri yapısı içinde tutulmasından kaynaklandığı bilinir.

<b>Erişilen sayfa dizgisi</b>										
00	01	00	02	00	03	00	01	04	01	
<b>Bellekte görevde ayrılan boş 3 sayfayı işgal eden program sayıları</b>										
Sayfa-i	00	00	00	00	00	03	03	03	04	04
Sayfa-j		01	01	01	01	01	00	00	00	00
Sayfa-k				02	02	02	02	01	01	01
<b>Belleğe taşınan program sayıları</b>										
	00	01		02		03	00	01	04	
<b>Bellekten çıkarılan program sayıları</b>										
					00	01	02	03		

Çizim 5.24. İlk Giren Sayfayı Çıkarma Algoritmasına göre Sayfa Çıkarma

İlk giren sayfayı çıkışma algoritması, bellekten çıkarılacak sayfayı seçerken sayfaların belleğe yüklenme zamanını, en erken erişilmiş sayfayı çıkışma algoritması ise erişilme zamanını taban alır. Bu algoritma son zaman diliminde sıkça kullanılan sayfaların gelecek zaman diliminde de sıkça kullanılacağını ya da son zaman diliminde hiç kullanılmamış bir sayfanın gelecek zaman diliminde de kullanılma olasılığının düşük olacağını varsayar. Bu varsayıma göre bellekten bir sayfa çıkarılacağı zaman o ana kadar, en erken erişilmiş sayfanın seçimi yapılır. En erken erişilmiş sayfayı çıkışma algoritması, genelde, ilk giren sayfayı çıkışma algoritmasına göre daha iyi sonuç verir. Ancak en erken erişilmiş sayfayı belirlemek kolay bir işlem değildir. Bu belirlemeyi yapabilmek için, örneğin bir sayaçtan yararlanılabilir. Bu sayaç, her bellek erişiminde bir artırılır. İçeriği, sayfa tanım çizelgesinde sayfa başlangıç adresiyle birlikte saklanır. Bellekten sayfa çıkarmak gerekiğinde, sayaç değeri en küçük sayfa seçilir. Açıklanan bu sayışım ve günleme işlemlerini her bellek erişiminde yinelemek gereklidir. Bu,

## 202 İŞLETİM SİSTEMLERİ

sistem başarımını olumsuz yönde etkileyen bir durum ortaya çıkarır. Ancak en erken erişilmiş sayfayı belirlemenin kolay ve hızlı bir başka yolu da yoktur. Bu nedenle en erken erişilmiş sayfayı çıkışma algoritması, çoğu kez özel donanım desteği gerektirir. Çizim 5.25'te bu algoritmaya göre sayfa çıkışma örneklenmiştir. Çizim 5.24'teki aynı sayfa dizgisi taban alınmış, bu yolla örneklenen algoritmaların karşılaştırılabilmesi amaçlanmıştır.

Erişilen sayfa dizgisi									
00	01	00	02	00	03	00	01	04	01
Bellekte görevde ayrılan boş 3 sayfayı işgal eden program sayfaları									
Sayfa-i	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Sayfa-j		01	01	01	01	03	03	03	04
Sayfa-k				02	02	02	02	01	01
Belleğe taşınan program sayfaları									
	00	01		02		03		01	04
Bellekten çıkarılan program sayfaları									
					01		02	03	

Çizim 5.25. En Erken Erişilmiş Sayfayı Çıkarma Algoritmasına göre Sayfa Çıkarma

Yukarıda, bellekten sayfa çıkışma algoritmaları arasında en son sırada sayılan en geç erişilecek sayfayı çıkışma algoritması, kuramsal olarak en iyi sonucu verecek algoritmadır. Zira bellekten bir sayfa çıkarmak gerektiğinde, bu algoritmaya göre, o anda erişimi en geç gerçekleşecek sayfanın seçimi söz konusu edilecektir. Ancak herhangi bir anda hangi sayfanın en geç erişilecek sayfa olacağını bilmek ya da kestirebilmenin kolay ve pratik bir yolu yoktur. Bu nedenle bu algoritma, daha çok kuramsal değerde, diğer algoritmalarla elde edilen sonuçların değerlendirilmesine yarayan ölçüt bir algoritma olarak algılanmalıdır. Bu kuramsal algoritmanın çalışması Çizim 5.26'da, daha önce iki kez kullanılan sayfa dizgisi için örneklenmiştir. Verilen son üç çizimden, ilk giren sayfayı çıkışma algoritmasının 7, en erken erişilen sayfayı çıkışma algoritmasının 6 ve bu kuramsal algoritmanın da 5 eksik sayfa uyarısına neden olduğu görülmektedir. Bu sonuç, incelenen üç algoritmanın başarımı da özetlemektedir.

### Görevlere Sayfa Atama Politikaları

Sayfalı görüntü bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde, görevlere ayrılan bellek sayfası sayısı sistem başarımını etkileyen önemli bir parametre olarak ortaya çıkar. Bellekten sayfa çıkışma algoritmaları incelenirken belirtildiği gibi bir görevin, aynı anda sahip olabileceği toplam fiziksel sayfa sayısının, genelde bir üst sınırı bulunur. Çok iş düzeninin uygulandığı sistemlerde bellek, aynı anda birden çok görev tarafından paylaşılmak zorunda olduğundan herbir görev, ana bellekteki sınırlı sayıdaki fiziksel

sayfadan ancak bir kesiminin ayrılabilmesi doğaldır. Bu bağlamda, ana bellekteki sayfa sayısının değişmez olduğu düşünüldüğünde, herbir görevde ayrılabilen toplam sayfa sayısı, sistemde aynı anda işletime alınan görev sayısına bağlıdır. Daha açık bir anlatımla, görevlere ayrılan sayfa sayısı, aynı anda işletime alınan görev sayısıyla ters orantılıdır. Buradan, görevlere atanabilecek sayfa sayısının bir üst sınırının bulunacağı anlaşıılır. Bunun yanı sıra, görevlere ayrılan sayfa sayısının çok düşük tutulması durumunda, eksik sayfa uyarılarının artışına koşut olarak, ana bellek - disk arası sayfa gelgitlerinin ve işletim yükünün artmasıyla karşı karşıya kalınır. Buradan, görevlere ayrılan sayfa sayısının, bir de alt sınırı olacağı görülür. Bu nedenle görevlere aynı anda atanabilecek toplam sayfa sayısının, işletim sisteminde dikkatlice belirlenmesi önem taşır. Bu belirleme, genelde eksik sayfa uyarısı sayısı taban alınarak yapılır.

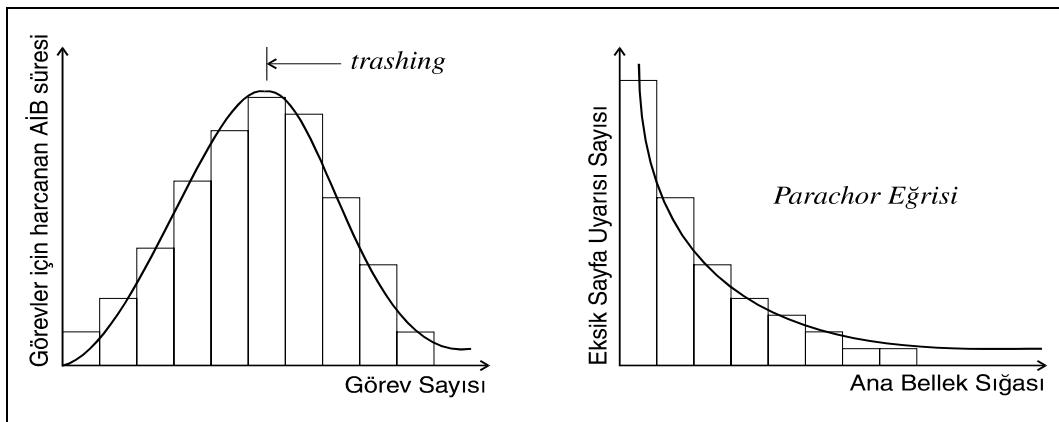
<b>Erişilen sayfa dizgisi</b>										
Sayfa-i	00	01	00	02	00	03	00	01	04	01
<b>Bellekte görevde ayrılan boş 3 sayfayı işgal eden program sayfaları</b>										
Sayfa-j	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Sayfa-k	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
<b>Belleğe taşınan program sayfaları</b>										
	00	01		02		03		04		
<b>Bellekten çıkarılan program sayfaları</b>										
					02			03		

Çizim 5.26. En Geç Erişilecek Sayfa Algoritmasına göre Bellekten Sayfa Çıkarma

Sistemde kaynak kullanım düzeyini artırmak amacıyla aynı anda işletilen görev sayısını artırmak gereklidir. Ancak aynı anda işletime alınan görev sayısı artıkça görevlerin herbirine ayrılabilen sayfa sayısı düşer. Bu düşüş belirli bir düzeyin altına indiğinde, birlikte çalışan görev sayısının (çok iş düzeyinin) artmasına karşın kaynak kullanım düzeyi, özellikle de ana işlem birimi kullanım düzeyi düşmeye başlar. Zira görevlere yeterli sayıda ana bellek sayfası ayıramama sonucunda bellekte bulunmayan sayfalara erişim istemleri, dolayısıyla eksik sayfa uyarıları sayıca artar. Bu durum bellek yöneticinin, sayfa gelgitlerini düzenlemek üzere, çok sık bir biçimde ana işlem birimine anahtarlanmasını gerektirir. Böylece görevlerin ana işlem birimi kullanım payı ve sistem başarımı aşırı düşer; işletim yükü artar.

İşletim sisteminin eksik sayfa uyarılarının gerektirdiği işlemlerle yoğun bir biçimde uğraşmaya başlamasına, İngilizce *trashing* olayı denir. Bu olay, ana işlem biriminin bir görevde anahtarlanmasından sonra, bu görevin komutlarını işletmek yerine, eksik sayfa uyarılarıyla devreye giren çıkarılacak sayfa seçimi, sayfa aktarımı gibi, görev yönünden

kayıp sayılan işlemlerle uğraşması olarak da tanımlanır. Ana belleğin fiziksel sığasının değişmez olduğu varsayıldığında bu olay, çok iş düzeyinin bir işlevi olarak görülür. Bunun gibi birlikte çalışan görev sayısının değişmez olduğu varsayıldığında ise ana belleğin fiziksel boyunun bir işlevi olarak ortaya çıkar. Belirli bir sistem için eksik sayfa uyarısı sayısının ana belleğin fiziksel sığasına göre değişimi, *Parachor Eğrisi* olarak adlandırılan bir eğri ile gösterilir (Çizim 5.27).



Çizim 5.27. Eksik Sayfa Uyarısı Sayısının Bellek Sığası ve Görev Sayısı ile İlişkisi

Çok iş düzeyini artırmak üzere, görevlere ayrılan sayfa sayısının düşük tutulması *trashing*'e neden olarak sistem başarımını, arananın tersine düşürür. Görevlere atanacak toplam sayfa sayısını, *trashing* yaratmayacak biçimde belirleyebilmek için *Working Set- WS* olarak adlandırılan bir kavram geliştirilmiştir. Görevlerin, belirli bir zaman aralığında ana bellek erişimleri incelendiğinde bu erişimlerin belirli adres bölgeleri içinde sınırlı kaldığı görülmektedir. Görev işletiminin, belirli bir adres bölgesinde ne kadar süreyle kaldığı, görevin yerellik düzeyi (*locality*) ile açıklanmaktadır. Yüksek yerellik gösteren bir görev, uzunca bir süre, dar bir adres bölgesi içindeki ana bellek sözcüklerine erişim yapan görev demektir.

*WS*, bir görevin, belirli bir zaman aralığı içinde, eksik sayfa uyarısı üretmeden çalışabileceği en küçük sayfa takımıdır. *WS*, görevin yerellik düzeyiyle uyumlu sayıda sayfadan oluşan takım olarak da tanımlanabilir. Sözkonusu zaman aralığı görev işletim süresinin tümü olarak düşünüldüğünde *WS*'in de görev boyuna yaklaşacağı görülür. Bir sistemde *trashing* olayının ortaya çıkmasını engellemek, birlikte çalışan görevlere *WS*'leriyle uyumlu sayıda sayfa ayırarak gerçekleştir. *WS*, her görev için, işletim sistemi tarafından kestirilmesi gereken bir parametredir. Ancak ortalama değerler de kullanılabilir. *WS* bir kez belirlendikten sonra, ilgili görevin, en az, *WS* ile tanımlanan sayıda sayfasının ana bellekte bulunmasına özen gösterilir.

*Trashing* olayını, *WS* kavramına dayalı olarak, dolaylı bir biçimde engellemeye çalışmak yerine, her görev için eksik sayfa uyarısı sıklığını doğrudan ölçerek önlem almak da olanağıdır. Bu yöntemle, her görevin, son eksik sayfa uyarısı zamanı görev iskeletinde saklanır. Bir görev için, iki eksik sayfa uyarısı arasında geçen süre, bu yolla ölçülerek uyarı sıklığı hesaplanır. Bu sıklık, sistemce benimsenen bir sınır değerinin

altında kaldığı sürece ilgili sayfa gereksinimi, görevin sahip olduğu sayfalardan biri boşaltılarak karşılanır. Göreve ayrılan bellek sayfa sayısında bir değişiklik yapılmaz. Eğer ölçülen sıklık, sınır değerinin üstüne çıkmışsa görevre, kendi sayfalarının dışından, ek bir fiziksel sayfa sağlanmaya çalışılır. Bu yolla, bir görevin sahip olduğu toplam sayfa sayısı, işletim sırasında, çok iş düzeyinin elverdiği ölçüde artabilir.

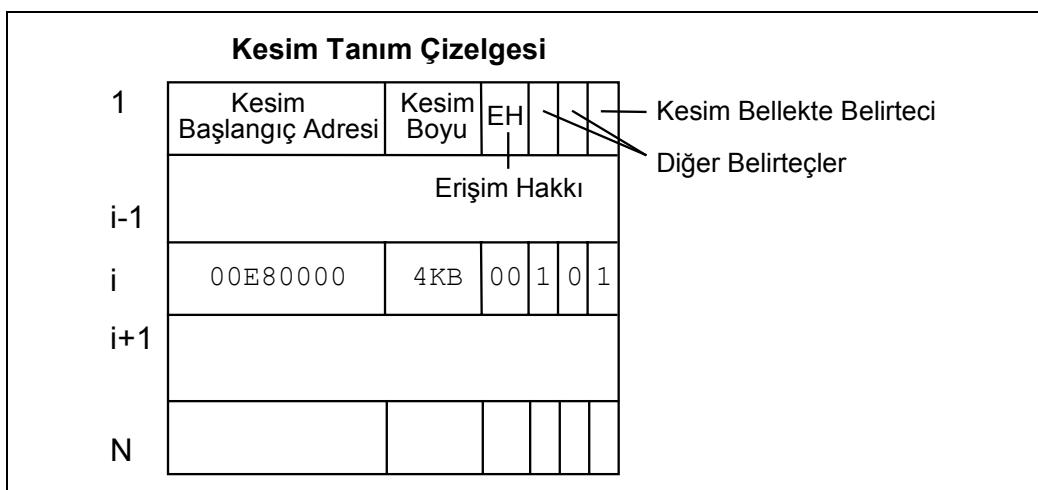
Sayfalı bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde sayfalar değişmez boydadır. Sayfa boyları da *trashing* olayını etkileyen bir unsurdur. Sayfa boyunun seçimi, bir yandan bellek yönetimiyle ilgili olarak tutulan çizelgelerin boyutları, diğer yandan diske erişim süresi gözetilerek belirlenir. Sayfa boyları ne kadar büyükse bellek ve sayfa tanım çizelgelerinin boyları da o kadar küçük olur. Bunun gibi, sayfa boyu ne kadar küçükse disk ana bellek arası aktarım süreleri o kadar kısa olur. Bunlara ek olarak sayfa boyunun büyülüğu sayfa içi parçalanmayı artırır. Sayfa boylarının küçüklüğü ise eksik sayfa uyarısı sayısını artırıcı bir rol oynar. Bu parametreler göz önüne alınarak, günümüz bilgisayarlarında 2 - 4 KB'luk sayfalar kullanılır.

## 5.8. Kesimli Görüntü Bellek Yönetimi

Sayfalı bellek yönetiminde sayfalar, programların mantıksal adres evrenlerini mantıksal bir bütünlük gözetmeksızın rasgele parçalarlar. Oysa programları oluşturan yordamlar, blok yapıları mantıksal bütünlük içeren birimlerdir. Bu birimlerin eşit uzunlukta sayfalar biçiminde bölünmeleri görüntü bellek içinde, eksik sayfa uyarısı sayısını artıran bir etken olarak ortaya çıkar. Zira sayfalı bölümleme bir yordamı, bir döngüyü oluşturan komutları hatta bir komutu oluşturan sözcükleri ayrı sayfalara ayıracaktır. Bu sayfaların herbiri, aynı anda ana bellekte bulunamaması aynı yordam, aynı döngü ve hatta aynı komut için bir dizi eksik sayfa uyarısının üretilmesine neden olur. Bir komutu oluşturan sözcüklerin aynı sayfada yer olması, derleyiciler tarafından sağlanabilir. Ancak döngü ve yordam gibi mantıksal bütünlük içeren öbeklerin hep aynı sayfada yer olmasını sağlamak olanaklı değildir. Zira bunu yapabilmek için program adres evrenlerini bölümlerken bu mantıksal bütünlüğü gösteren kıstaslara dayanmak gerekir. Sayfalamada program adres evrenleri, mekanik olarak, eşit uzunluk dışında herhangi başka bir kıstas gözetilmeksızın bölümlenir. Mantıksal bütünlüğü taban alan bölümleme kesimleme ile gerçekleşir. Görüntü bellek düzeni çerçevesinde, kesimli bellek yönetimi, programları yordam, yiğit gibi bütünselliği olan kesimler biçiminde ele alan, böylece yüksek oranda erişim yerelliği sağlayan bir yöntem olarak ortaya çıkar.

Bilindiği üzere kesimli bellek yönetiminde mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçiş, çoğu kez, her kesim türü için en az bir tane olmak üzere birden çok kesim yazmacı taban alınarak gerçekleştirilir. Mantıksal adres içindeki kesim numarası ya da kesim türü bilgisine göre seçilen kesim taban yazmaç içeriği kesim içi görelî adrese eklenecek fiziksel adres elde edilir. Kesim yazmaçlarının içerikleri, kesim tanım çizelgesinde saklanan kesim başlangıç adresleriyle günlenir. Kesimli bellek yönetimine görüntü bellek özelliği katabilmek için kesim tanım çizelgelerinde, kesim başlangıç, boy, erişim hakkı gibi bilgilerin yanı sıra kesimin belleğe yüklü olup olmadığını gösteren belirtece de yer verilmesi gereklidir. Kesim taban yazmacı, kesim tanım çizelgesindeki değerle günlenirken bu bitin sıfır olması bir iç kesilmeye kaynaklık eder.

Bu kesilme, komut işletiminin ortasında, denetimin donanımdan bellek yöneticiye geçmesini sağlar. Bu yolla bellekte olmayan kesimin belleğe taşınma işlemleri başlatılır. İlgili kesim belleğe taşındıktan sonra işletim, yarıda kesilen komuttan başlamak üzere, kalınan yerden sürdürülür. Sayfalı görüntü bellek yönetiminde olduğu üzere, kesim tanım çizelgelerinde kesim bellekte belirtecinin yanı sıra görüntü bellek yönetiminin gerektirdiği erişim ve değişim belirteçlerine de yer verilir. Bellekten bir kesim çıkarılacağı zaman bu belirteçlerden yararlanılır (Çizim 5.28).

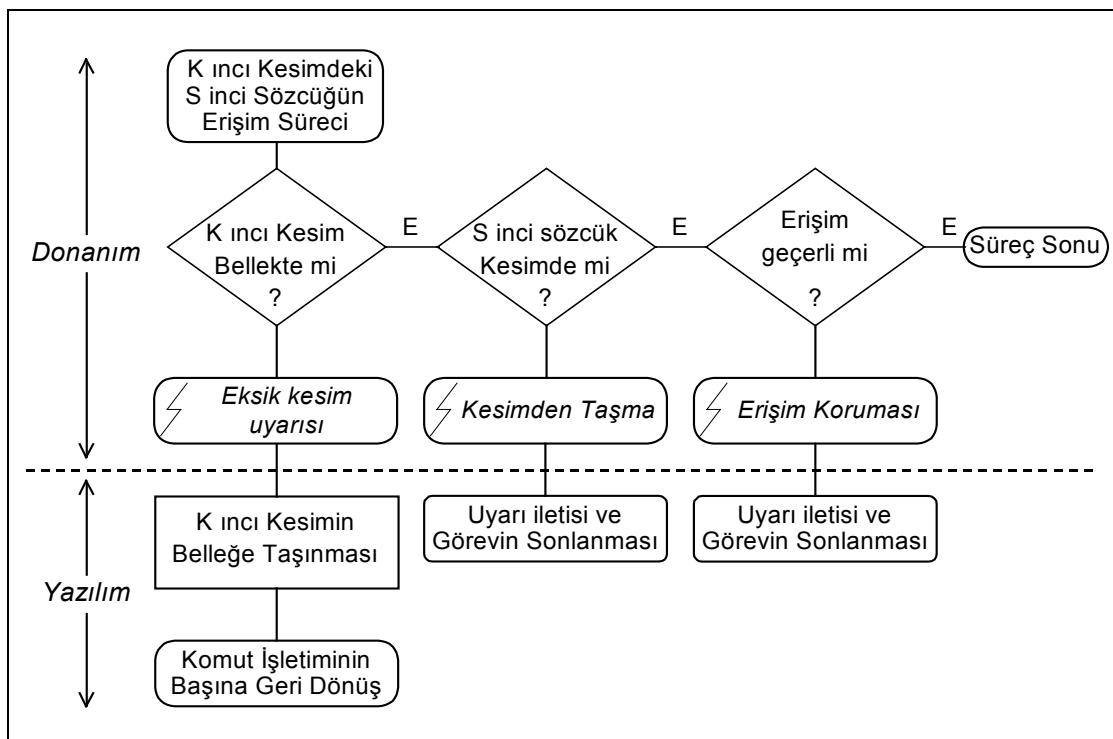


Cizim 5.28. Kesimli Görüntü Bellek Yönetimi ve Kesim Bellekte Belirteci

Kesimli görüntü bellek yönetimi sayfalı görüntü bellek yönetiminin sayfalarla yaptığı kesimlerle gerçekleştirir. Eksik kesim uyarısının yanı sıra, bu yöntemde, daha önce de belirtildiği gibi, kesimden taşmalarla, kesim paylaşımının gerektirdiği erişim haklarının da denetlenmesi gereklidir. Kesimli görüntü bellek yönetimine olanak veren bir işleyicinin belleğe erişim süreci Çizim 5.29'da özetlenmiştir. Bu süreç erişilen sözcüğün komut mu yoksa işlenen mi olduğuna bakılmaksızın Kinci kesimdeki Sinci sözcüğe erişim çerçevesinde, genel olarak verilmiştir. Ancak eksik kesim uyarısı alınması durumunda, erişilen sözcük, ister komut kodu ister işlenen olsun, eksik kesimin ana belleğe taşınmasından sonra hep komut algetir evresinin başına dönüleceği unutulmamalıdır.

Kesimli görüntü bellek yönetimi programların adres evrenlerini yüksek yerellik içeren kesimlere ayırarak sayfalı bellek yönetiminin yarattığı *trashing* adlı olayı ortadan kaldırır. Örneğin her kesim türü için bir kesim taban yazmacının tutulduğu sistemlerde kod, veri ve yiğit kesimleri ana bellekte bulunan bir görev çok seyrek olarak eksik kesim uyarısına neden olur. Sayfalı görüntü bellek yönetimi kapsamında sözü edilen ve belirlenmesi oldukça zor olan *WS* (*Working Set*), kesimli görüntü bellek yönetimi için kolayca belirlenir. Aynı anda yararlanılan bir takım kod, veri ve yiğit kesimi, ilgili görevin *WS*'ini oluşturur. Bunun yanı sıra kesimli görüntü bellek yönetimi, işletim aşamasında devingen biçimde büyüyebilen kesimlere ve yordam bağlama işlemlerinin işletim sırasında devingen olarak gerçekleşmesine olanak verir. Bu yolla işletme kimi

özel koşullarda katılacak yordamların gereksiz yere, işletimin başında ana belleğe yüklenme zorunluluğunu ortadan kaldırır ve yer tasarrufu sağlar.



Çizim 5.29. Kesimli Görüntü Bellek Yönetiminde Bellek Erişim Süreci

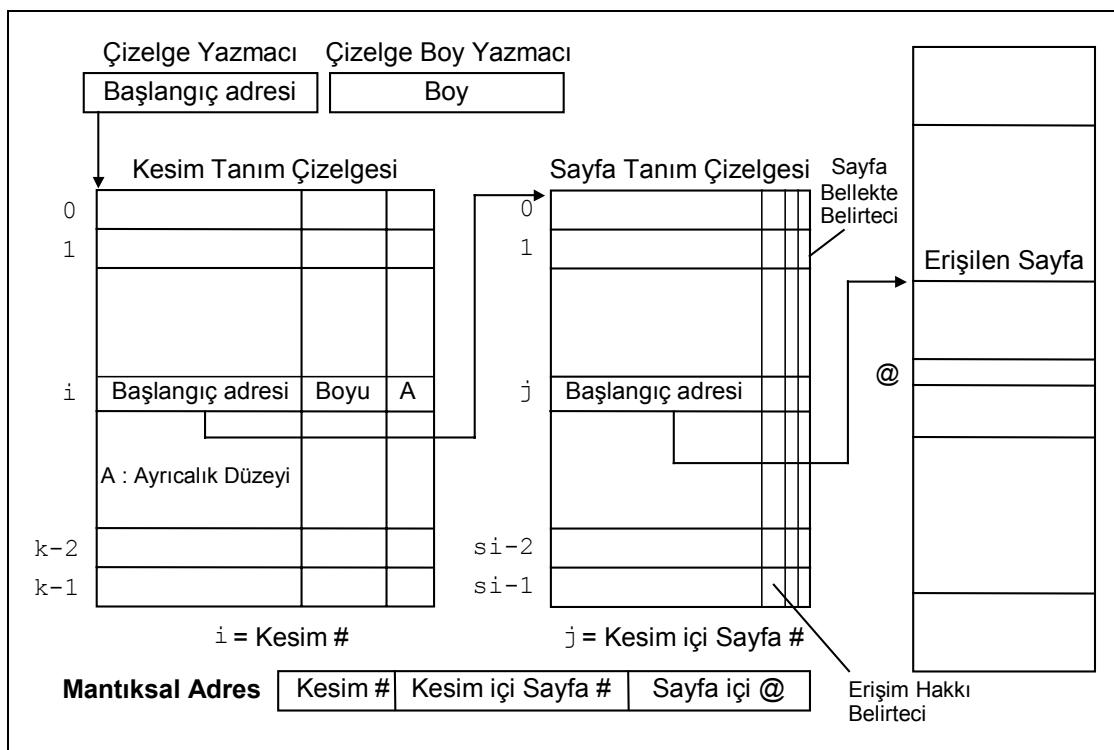
Bu olumlu yönlerine karşın kesimli görüntü bellek yönetimi değişken boydaki kesimlere, ana bellekte bitişken yer sağlama zorunluğu nedeniyle parçalanma sorununu yeniden gündeme getirir ve karmaşık bellek atama yöntemlerinin kullanımını gerektirir. Değişken boydaki kesimlerin diskte saklanması da işletim yükünü artıran bir etmen olarak ortaya çıkar. Kesimli görüntü bellek yönetimi ile sayfalı görüntü bellek yönetimi karşılaşıldığında her iki yönetimin de olumlu ve sakıncalı yönleri bulunduğu görülür. Bunların olumlu yönlerini korumak ve sakıncalarını aşmak, her ikisini birlikte kullanmakla mümkündür. İzleyen kesimde açıklanan kesimli - sayfalı görüntü bellek yönetiminde bu gerçekleştirilir.

## **5.9. Kesimli - Sayfalı Görüntü Bellek Yönetimi**

Kesimli ve sayfalı görüntü bellek yönetimlerinin iyi yönlerini birleştirmek için en uygun yol programların mantıksal adres evrenlerini kesimlere, kesimleri de sayfalara ayırmaktır. Bu yolla, kesimli görüntü bellek yönetiminin temel sakıncasını oluşturan değişken boydaki kesimleri sayfa tabanında ele almak mümkün olur. Kesimli-sayfalı görüntü bellek yönetiminde mantıksal adresler üç birleşenden oluşur. Bu birleşenler:

- Kesim numarası
  - Kesime göreli sayfa numarası
  - Sayfa içi adresstir.

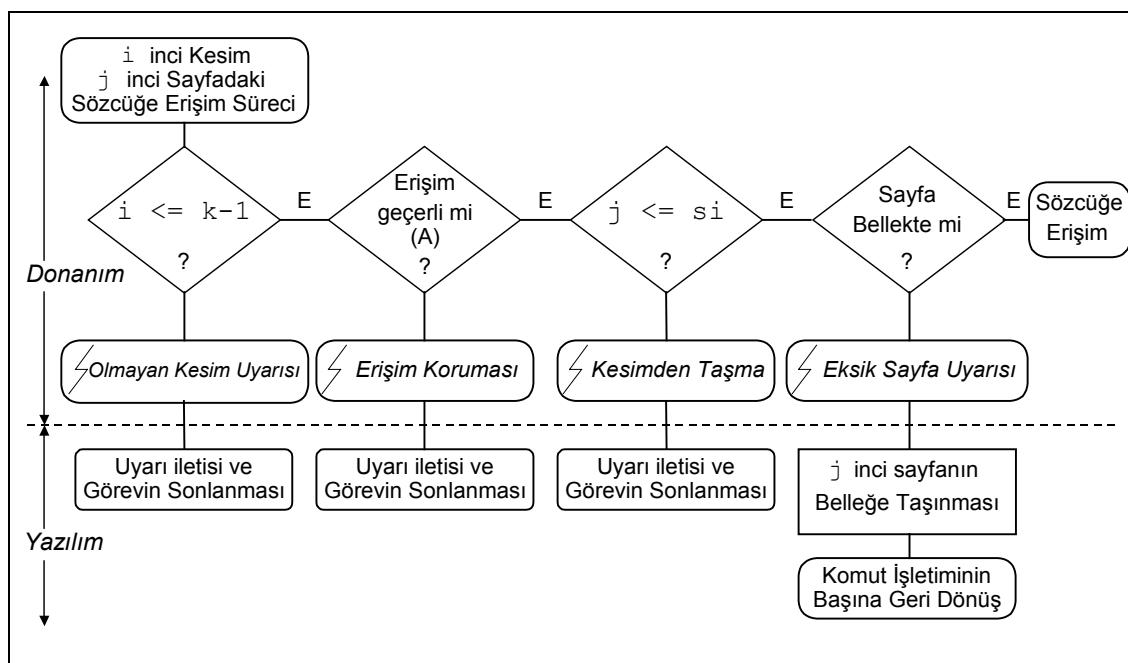
Mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçişte iki temel çizelge kullanılır. Bunlardan ilki kesim tanım çizelgesi, ikincisi ise sayfa tanım çizelgesidir. Kesimli - sayfalı görüntü bellek yönetiminde kesim tanım çizelgesi, programları oluşturan kesimlerin başlangıç adresleri yerine, bu kesimlerin herbiri için ayrı ayrı öngörülen sayfa tanım çizelgelerinin başlangıç adreslerini tutar. Kesim boyu bilgisi yerine, ilgili sayfa tanım çizelgesinin boy bilgisine yer verilir. Kesime erişim denetim kodu, genelde çizelgedeki yerini korur. Kesime erişim, genelde kesim tabanında denetlenir. Ancak kesim bellekte belirtecine çoğu kez çizelgede yer verilmez. Bunun yerine, sayfa tanım çizelgesindeki sayfa bellekte belirteci kullanılır. Zira kesimin ana belleğe yüklenmesi sayfa sayfa gerçekleşir. Bu durumda kesimin tümünün ana bellete bulunup bulunmadığı hususu anlamını yitirir. Sayfa tanım çizelgeleri, ilgili oldukları kesime ilişkin sayfaların bellek başlangıç adresleri ile sayfa bellekte, erişim, değişim gibi belirteçlerini tutar.



Çizim 5.30. Kesimli-Sayfalı Bellek Yönetiminde kullanılan Tanım Çizelgeleri

Çizim 5.30'da kesim tanım ve sayfa tanım çizelgeleri ile bunların içerdikleri bilgiler örneklenmiştir. Bu çizime göre işletilmekte olan görevin  $k$  kesimi bulunduğu;  $i$ inci kesimin  $si$  sayfa içeriği varsayılmıştır. Kesimli - sayfalı görüntü bellek yönetiminde bir görev ana işlem birimine anahtarlandığında, ana işlem birimi kesim çizelge yazmacı ile çizelge boyu yazmacı, bu görevin kesim tanım çizelgesi başlangıç adresi ve boyu bilgileri ile günlenir. Adres dönüştürme kapsamında, mantıksal adres içindeki kesim numarası, ana işlem birimi kesim çizelge yazmacına eklenerek kesim tanım çizelgesinden, o kesimle ilgili sayfa tanım çizelgesi başlangıç adresi okunur. Mantıksal adres içindeki kesim numarası, çizelge boyu yazmacında saklanan en büyük kesim numarasından daha büyük ise olmayan kesim uyarısı ile görev işletimi sonlandırılır.

Kesim tanım çizelgesinde tutulan ayrıcalık bilgisi, kesime erişimin denetlenmesini sağlar. İşletilen görevin iskeletinde tutulan ayrıcalık düzeyi, çizelgede saklanan ayrıcalık bilgisiyle uyumsuzsa, ya da başka bir deyişle bu kesime erişim yapmak için yeterli değilse görev işletimi, sayfa tanım çizelge başlangıç adresinin ana işlem birimi sayfa tanım çizelge yazmacına taşınması sırasında, erişim koruma iç uyarısı aracılığıyla sonlandırılır. Mantıksal adres içindeki sayfa numarası, içeriği bir önceki adımda günlenen sayfa tanım çizelge yazmacına eklenerek erişilen sayfanın başlangıç adresi elde edilir. Mantıksal adres içindeki sayfa numarası, kesim tanım çizelgesinde tutulan kesim boyundan daha büyük olamaz. Tersi durumlarda olmayan sayfa uyarısı ile görev işletimi sonlandırılır.



Çizim 5.31. Kesimli-Sayfalı Bellek Yönetimi ve Adres Dönüşürme Süreci

Sayfa tanım çizelgesinde, daha önceden de görülen çeşitli belirteçler yer alır. Bunlar erişim hakkı, erişim, değişim, sayfa bellekte belirteçleridir. Sayfaya erişimler salt okuma, okuma-yazma, uygulama gibi değişik haklarla yapılmak üzere, erişim hakkı belirteçlerine dayalı olarak denetlenir. Erişim ve değişim belirteçleri, ilgili sayfaya, sırasıyla ilk erişimde ve yazmada günlenir. Sayfa bellekte belirteci erişilen sayfanın bellekte bulunup bulunmadığını gösterir. Bu belirtecin sıfır olması durumunda, adres dönüştürme süreci eksik sayfa uyarısı ile kesilir ve sayfanın belleğe taşınma süreci başlatılır. Bu süreç sonunda komut işletiminin başına dönülür (Çizim 5.31).

Kesimli - Sayfalı bellek yönetiminde, mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçiş kesim ve sayfa olmak üzere iki değişik tanım çizelgesinin kullanımını gerekli kılar. Bu çizelgeler, bilindiği üzere ana bellekte saklanır. Bu nedenle, adres dönüştürme işlemleri üç adımda gerçekleşir. İlk aşamada kesim tanım çizelgesine erişip sayfa tanım çizelgesi başlangıç adresi elde edilir. İkinci bir adımda, sayfa tanım çizelgesinden sayfa

## 210 İŞLETİM SİSTEMLERİ

başlangıç adresi okunur. İlgili bellek sözcüğüne erişim, ancak üçüncü adımda gerçekleşir. Kesimli - Sayfalı bellek yönetimi bellek erişim süresini üçe katlar. Bu durumda, sayfalı bellek yönetimi kapsamında konu edilen ön bellek olmadan bu yönetimin kullanılması anlamlı olmaz. Ön bellek kullanımına karşın sayfalamanın yanı sıra bir de kesimlemenin kullanılması bellek erişim süresini, yine de artıran bir sonuç doğurur. Bu sakıncası bir yana bırakılırsa kesimli - sayfalı bellek yönetimi, şimdije deðin incelenen en yetkin ve dolayısıyla en pahalı bellek yönetim biçimidir.

Görüntü bellek yönetimlerinin tümüne ilişkin önemli bir sorun, gerçek adreslerle işlem yapılması gerektiðinde ortaya çıkar. Bir bilgisayar sisteminde ana bellege erişim yapan tek birim ana işlem birimi degildir. Doðrudan bellek erişim denetleme birimleri, giriş/çıkış işleyicileri, kanallar gibi donanım birimleri de ana bellege erişim yapabilen birimlerdir. Bilindiði üzere görüntü bellek düþeni, adres dönüştürme, komut bölünülüğünün sağlanması gibi, ana işlem birimine yapılan özgün ekler sayesinde gerçekleşir. Bu ekler ana işlem biriminin pahasını artırır. Aynı ekleri, ana bellege erişim yapan diğer birimlere de yapmak ekonomik nedenlerle anlamlı degildir.

Bu nedenle, ana işlem birimi dışındaki birimler adres dönüştürme işlemlerini yerine getiremezler. Bu nedenle, giriş/çıkış birimleri - ana bellek arası veri aktarımlarında, aktarılan verilerin ana bellekte saklandıkları konumlar fiziksel adresleriyle tanımlanmak zorundadırlar. Bu zorunluluk görüntü adreslerle fiziksel adreslerin içe kullanılması gibi sakıncalı bir durumu ortaya çıkarır. Örneğin bir görev diskten bir tutanak okumak istedığında, kanala / giriş/çıkış işleyicisine / doðrudan bellek erişim denetleme birimine bu görevin adres evreni içinden bir alanı, aktarım alanı olarak bildirmek gereklidir. Görevin o an elinde tuttuðu bir bellek sayfası içinden bir kesim, aktarım alanı olarak tanımlanabilir. Ancak görüntü bellek düþeni çerçevesinde, görevlere atanan fiziksel sayfalar işletim sırasında değişebilir. Giriş/çıkış istemi başında görevin fiziksel adres evreni içinde yer alan bir sayfa, giriş/çıkış işlemlerinin sonunda, artık o görevin sayfaları arasında yer almayabilir. Bu durum okuma işlemi başlatılan disk tutanaðının başka bir görevin adres evreni içinde yer alan sayfaya yazılması ve bu sayfanın bozulması sonucunu doğurur.

Görüntü bellek düzenine olanak veren sistemlerde, bu sakıncayı aşmak üzere değişik yollar kullanılır. Bu yollardan biri sayfa belirteçleri arasına yeni bir belirteç ekleyerek sayfanın bellekten çıkarılıp çıkarılamayacağını kodlamaktır. Bellekten bir sayfa çıkarmak gerektiðinde bellek yönetici bu belirteci kurulu olmayan sayfalar arasından seçim yapar. Giriş/çıkış aktarım alanı olarak belirlenen sayfalar giriş/çıkış işlemi sonlanana deðin bellege bağlı sayfa olarak tanımlanırlar. Böylece bellekten çıkarılmaları engellenerek yukarıda açıklanan sakınca aşılmış olur.

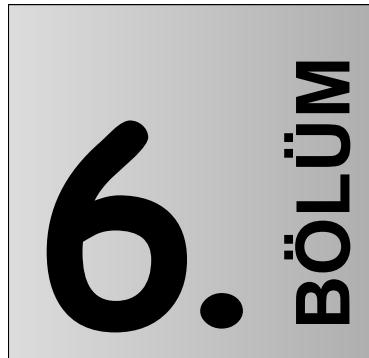
Bellekte kimi sayfaların yerlerinden oynatılamamaları bellek yönetimini zorlaştıðır. Giriş/çıkış işlemi başlatarak işletimi kesilen ve bir bekleme kuyruðuna bağlanan bir görevin, görelî yavaş giriş/çıkış işlemi sonlanana deðin kimi sayfalarının, başka görevlerin kullanımına kapalı olarak bekletilmesi kaynak kullanım verimliliði yönünden her zaman benimsenemez. Bu nedenlerle giriş/çıkış işlemleri, doðrudan görev bellek alanını hedef almak yerine, işletim sistemi kapsamında bu amaçla, tüm görevlere ortak,

belleğe bağlı bir yastık alanına yönlendirilir. Bir görevin, örneğin okunmasını istediği tutanağın içeriği, önce sürücüden sistem yastık alanına aktarılır. İlgili görev, giriş/çıkış işleminin sonlanmasıyla ana işlem birimine yeniden anahtarlandığında bu yastık alan içeriği görev adres evrenine aktarılır.

Görüntü bellek düzeninin kurulabildiği sistemlerde, programlar içinde geçen adresler, bağlama - yükleme sonrasında da program başına göreli değerlerini korurlar. Mantıksal olarak nitelenegelen bu değerlerin fiziksel adreslere dönüşmesi, tanım çizelgelerinin yardımıyla, komut işletimi sırasında gerçekleşir. Ancak kimi durumlarda mantıksal adreslerin fiziksel karşılıklarının, erişimden bağımsız olarak da hesaplanabilmesi gereklidir. Bu amaçla, bu tür sistemlerde `load effective address (lea reg,değişken)` gibi adlarla anılan komutlar bulunur. Bu komutlar ilgili tanım çizelgelerini kullanarak, adı verilen değişkenin mantıksal adresinden fiziksel adresini hesaplamaya ve kimliği verilen yazmacı içinde oluşturmaya yararlar. Örneğin bir program kapsamında, diskten aktarım yapılması istenen alanın başlangıç adresinin fiziksel karşılığı, işletim sistemi tarafından, fiziksel adreslerle çalışan kanala aktarılmak üzere, bu tür komutlar kullanılarak hesaplanır.

Programların adres evrenlerini önce kesimlere, sonra da sayfalara ayırma yönteminin genelleştirilmiş biçimi çok düzeyli adres dönüştürme yöntemi olarak bilinir. Bu bağlamda adres evrenleri, aşama aşama, küçülen boyutlarda kesimlere ayrılır. Örneğin 2 MB'lık bir adres evreni, ilk düzeyde 256 KB'lık 8 kesime ayrılır. 256 KB'lık kesimlerin herbiri de, kendi içlerinde 64 KB'lık ikinci düzey kesimlere ayrırlar. 64 KB'lık kesimler, üçüncü düzeyde 2 KB'lık 16 sayfaya ayrırlar. Çok düzeyli adres dönüştürme yönteminde, her düzey için bir tanım çizelgesi tutulur. Bu çizelgeler çok düzeyli adres dönüştürme çizelgeleri olarak anılırlar. (i) düzeyli bir çizelge, (i+1) düzeyli alt çizelgelerin ana bellek başlangıç adreslerini tutar. İlk düzey adres dönüştürme çizelgesi başlangıç adresi ilgili görev iskeletinde saklanır. Görev, ana işlem birimine anahtarlandığında, ana işlem birimi çizelge yazmacı bu başlangıç değeri ile günlenir. Bu değerden başlayarak, aşama aşama diğer çizelgelere ve erişilmek istenen sayfaya ulaşılır. Doğal olarak, bu yöntemle, ana bellek erişim süresi, düzey sayısıyla orantılı biçimde, katlanarak artar. Bu nedenle, çok düzeyli adres dönüştürme yöntemi ön bellek kullanımını zorunlu kılar. Çok düzeyli adres dönüştürme yöntemini kullanan bellek yönetimi, kesimli-sayfalı bellek yönetiminin genelleşmiş bir biçim olmakla birlikte, burada yapılan kesimlemenin mantıksal bir bütünlük gözetmediği açıklıktır.





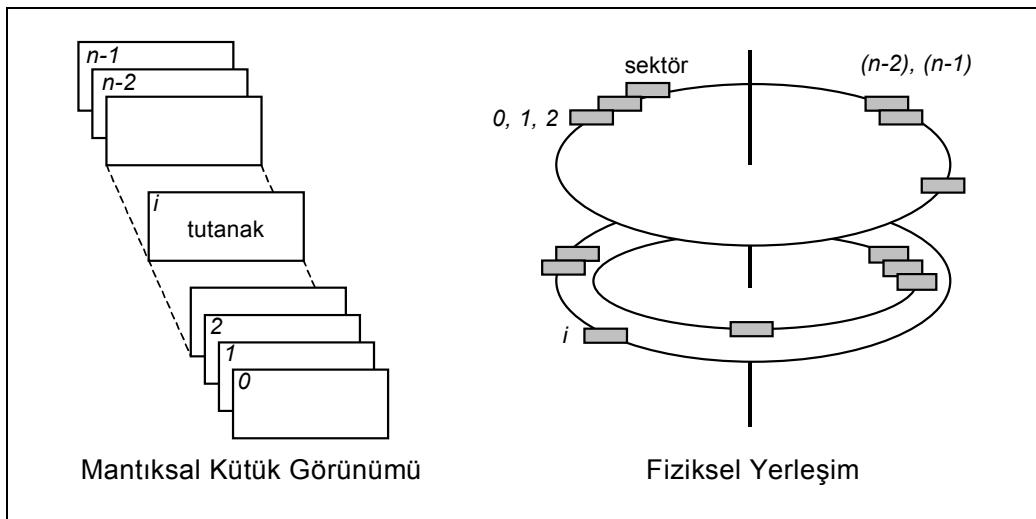
i s l e t i m s i s t e m l e r i

# KÜTÜK YÖNETİMİ

Bilindiği gibi ana bellek dışında saklanan veri kümeleri, kütük olarak adlandırılır. Bu nedenle ikincil bellekler, daha geniş anlamıyla giriş/çıkış birimleri üzerinde tutulan verilerin yönetimi Kütük Yönetimi kapsamında ele alınır. Kütük yönetimi, işletim sistemlerinin önemli bir birleşenini oluşturur. Bu bireleşenin en önemli işlevi kullanıcılar kütüklerini yalnız bir mantıksal yapı çerçevesinde düşünme ve kullanma olanağı sunmaktadır. Kullanıcılar, kaynak ve amaç programları, veriler, yazılı metinler gibi veri kümelerini tutan kütüklerini, doğrusal bir tutanak ya da bayt dizisi olarak düşünürler. Ancak bunlar, ikincil bellekler üzerinde, kaynak kullanım verimliliği yönünden, fiziksel olarak, değişik silindir, sektör hatta sürücü ve sistemler üzerine serpiştirilmiş biçimde yer alabilirler. Bu durum, kullanıcıların programlarını, mantıksal olarak ardarda gelen sayfalardan oluşuyormuş gibi düşünmelerine ancak bu sayfaların, ana bellekte bitişken olmayan boş bellek sayfalara serpiştirilmesine benzer. Bunun gibi kullanıcılar kütüklerini oluşturan tutanakların konumlarını kütük başına göreli olarak düşünürlerken bunların yer aldığı disk öbeklerinin, kütüğün bulunduğu sürücü başına göreli, silindir-kafa-sektör üçlüsünden oluşan mutlak bir adresi bulunur. Kullanıcılara, kütükleri üzerinde düşüncelerinde gerçekliği olan mantıksal yapılar çerçevesinde işlem yapabilme olanağı, mantıksal yapılarla fiziksel yapılar arasında geçiş sağılayan kütük yönetim sistemince verilir (Çizim 6.1).

Kullanıcılara kütükleri üzerinde, yalnız mantıksal modellere göre işlem yapabilme olanağının verilmesi bu işlemlerin de yalnız mantıksal (kavramsal) tanımlara dayalı olmasını gerektirir. Mantıksal nitelikli işlemler, sistemin karmaşık fiziksel ayrıntılarını

kullanıcılarından gizleme olanağını da verir. Giriş/Çıkış Sistemi kesiminden anımsanacağı üzere, kütüklerin sürücülere fiziksel olarak yazılıp okunması; arabirimler düzeyindeki kimi giriş/çıkış kapı adresleri, silindir-kafa-sektör üçlüsü, kesilme vektörü gibi, sistemden sisteme değişen fiziksel ayrıntıları kullanmayı gerektirir. Kütüklerle ilgili işlemlerin bu ayrıntılardan soyutlanması, işletim sistemlerinin iki temel amacından biri olan kolay kullanım ilkesinin de bir gereğidir.



Çizim 6.1. Kavramsal Kütük Modeli ve Fiziksel Yerleşimi

Bilindiği gibi işletim sistemlerinin temel amaçlarından bir diğeri sistem kaynaklarının verimli kullanımının sağlanmasıdır. Bu bağlamda, kütük yönetim sistemi, kullanıcılarla kütükleri üzerinde kolay işlem yapma olanağı sunarken bu kütüklerin saklandığı ikincil belleklerin de verimli bir biçimde kullanılmasını amaçlamak zorundadır. Bu amaçla, ikincil belleklerin düzenlenmesi, buralardan kütüklere yer sağlanması, boş alanların izlenmesi, kütüklerin ikincil bellekler üzerinde yerleşimlerinin, erişimin en hızlı olacağı biçimde düzenlenmesi gibi işlevler de kütük yönetimi kapsamında yerine getirilir.

Kolay ve verimli kullanım ilkelerinin yanı sıra, sistemde saklanan kütüklerin güvenliğinin gözetilmesi de zorunludur. Bu bağlamda, kütüklere erişim ve paylaşım haklarının belirlenmesi ve bunların denetlenmesi gereklidir. Güvenli kullanımla ilgili bu işlevler de kütük yönetim sisteminin yükümlülüğündedir. Güvenli kullanım ilkesi, kütüklere erişimleri denetim altında tutmanın yanı sıra bu kütüklerin bozulmalara karşı korunmasını da gerektirir. Sistemin hatalı çalışması sonucu kütüklerde istenmeyen bozulmalar oluşabilir. Hatta kimi durumlarda kütükler tümyle yitirilebilir. Ancak kullanıcılar sistemde sakladıkları kütüklerinin korunacağına ve içerdikleri bilgilerin bütünlüğünün bozulmayacağına inanmak ve güvenmek isterler. İşletim sistemleri de güvenli kullanım ilkesi kapsamında kullanıcılarla bu hizmeti sağlamayı amaçlarlar. Bu bağlamda, kütük yönetim sistemleri, yedekleme, kurtarma gibi, bozulmalara karşı önlemlerle ilgili temel altyapı araçlarını içerirler.

Yukarıda açıklandığı biçimde kütük yönetim sisteminin temel işlevleri, özetle üç madde altında toplanabilir. Bunlar:

- Mantıksal kütük yapılarından fiziksel yapılara geçişin sağlanması,
- İkincil belleklerin verimli kullanımlarının sağlanması,
- Kütüklerin paylaşılması, korunması ve kurtarılmasıyla ilgili araçların sağlanması

İşlevleridir. İlerleyen kesimlerde, kütük yönetimi bu üç temel işlev çerçevesinde incelenecaktır. Bu bağlamda önce, kütük yönetim sistemlerinin kullanıcılarla sunduğu kavramsal modelle uyumlu kütük işlemleri incelenecaktır. Bundan sonra, bu kavramsal modelin, gerçekleştirim yönünden ele alınışı açıklanacaktır. Bunun için önce ikincil bellek olarak diskin fiziksel yapısı açıklanacak sonra gerçekleştirimde bu yapıyı en verimli biçimde kullanmayı sağlayan düzenleme, atama ve izleme yöntemlerinden söz edilecektir.

Yukarıda verilen öncü tanıma göre, kütük ana bellek dışında saklanan veri kümelerine verilen addır. Bilindiği gibi, giriş/çıkış birimleri verilerin kullanıcı ile bilgisayar ortamı arasında aktarılmasına ya da bu ortamda saklanmasına yarayan araçlardır. Modern işletim sistemlerinde kütük kavramı, işlevi ne olursa olsun tüm giriş/çıkış birimlerini kapsayacak biçimde genişletilir. Bu durumda, kullanıcılar açısından ikincil belleklerde saklanan kütükler arası işlemlerle, kullanıcı - bilgisayar ortamı arası veri aktarım işlemleri arasında herhangi bir ayrim kalmaz. Veri aktarım amaçlı giriş/çıkış birimleri aynı kütükler gibi düşünülür ve adlandırılırlar. Bunlara erişimler, kütüklere ilişkin yöntem ve araçlarla gerçekleştirilir. Bu genellemeyi kullanan *UNIX* işletim sisteminde metin türü bir kütüğün yazıcıdan dökülmesi, bu kütüğün sanki yazıcıyı simgeleyen kütüğe kopyalanması işlemi gibi, `cp prog.c /dev/lp0` biçiminde, kütük kopyalama komutu kullanılarak gerçekleştirilir. Burada `prog.c`, dökümü alınacak kütüğü `/dev/lp0` ise yazıcıyı göstermektedir.

Bu genellemeye koşut diğer bir yaklaşım da, sürücüden bağımsız giriş/çıkış yaklaşımıdır. Sürücüden bağımsız giriş/çıkış yaklaşımında, gerek kütükler ve gerekse veri aktarım amaçlı giriş/çıkış birimleri, program geliştirme ve derleme sonrasında simgesel kimliklerini korurlar. Simgesel kimlikler, ancak işletim sırasında (başında) fiziksel kütük ve sürücü adlarıyla, örneğin iş denetim dili araçları kullanılarak ilişkilendirilirler. Bu yolla, bir yandan aynı programı, yeniden derleme yapmaksızın yeni verilerle işletme olanağı yaratılırken diğer yandan programların değişik sistemler arasında taşınabilmesi sağlanır.

Kütük kavramıyla ilgili bir diğer soyutlama, kütükleri programların görüntü adres evreni içinde düşünebilmektir. Bu yolla verileri, ana bellek, giriş/çıkış birimleri gibi saklandıkları ortamlardan bağımsız bir biçimde düşünebilme ve işleyebilme olanakları yaratılır. Böyle bir ortamin yaratılması durumunda, verilerin giriş/çıkış birimlerinden ana belleğe ve ana bellekten giriş/çıkış birimlerine taşınması, kullanıcıların sorumluluğunun dışına çıkar. Ana bellek, ikincil bellek, giriş/çıkış birimi ayrimı ortadan kalkar. İlk kez *UNIX*'e atalık eden *MULTICS* işletim sistemince ele alınan bu ilginç yaklaşım günümüzde ne yazık ki kullanılmamaktadır.

## 6.1. Kavramsal Kütük İşlemleri

İşletim sistemleri, kullanıcıların düşüncesinde gerçekliği olan yalın kütük modelleri üzerinde kavramsal işlemler yapmaya olanak verirler. Kavramsal kütük işlemleri kullanıcılarla, işletim sistemince, değişik katmanlarda değişik soyutlama düzeyleriyle sunulurlar. Kabuk katman üç kullanıcıların dolaysız eriştiği, soyutlama düzeyinin en yüksek olduğu ilk katmandır. Bu katmandan kullanıcılar, üst düzey işletim sistemi komutları aracılığıyla hizmet alırlar. İşletim sistemi komutlarının sağladığı hizmetler, programlar içinden sistem çağrıları aracılığıyla alınır. Örneğin bir kütükten bir tutanak okuma işlemi, bununla ilgili sistem çağrılarına başvurularak gerçekleştirilir. İzleyen kesimde kavramsal kütük işlemleri, işletim sistemi komutları ve sistem çağrıları olmak üzere iki ayrı bağlamda ele alınacaktır.

Çizelge 6.1. Kütüklerle ilgili Sistem Komut Örnekleri

Komut Adı	Komut Parametreleri
<i>Kütük İşlemleri</i> create delete rename attributes copy type mount dismount compare backup restore	kütük adı kütük adı eski kütük adı, yeni kütük adı kütük adı, öznitelik sözcüğü kaynak kütük adı, hedef kütük adı kütük adı sürücü / birim adı sürücü / birim adı kütük adı1, kütük adı2 kütük, altkılavuz, sürücü ad(lar) 1 kütük, altkılavuz, sürücü ad(lar) 1
<i>Kılavuz Kütük İşlemleri</i> list / dir make directory remove directory change directory	kılavuz kütük adı kılavuz kütük adı kılavuz kütük adı kılavuz kütük adı

### 6.1.1. Sistem Komutlarıyla Gerçekleştirilen Kavramsal İşlemler

İşletim sistemi komutlarından önemli bir kesimi kütük işlemlerine dönüktür. Gerek adlandırma, gerekse sayı ve türleri yönünden sisteme değişiklik göstergeler de, bu katman düzeyinde sunulan kütük işlemlerine ilişkin klasikleşmiş ortak bir alt küme bulmak olanaklıdır. Bu alt küme, çoğu kez kütüklerin yaratılması, silinmesi, adlandırılması, kopyalanması, yedeklenmesi, içeriklerinin karşılaştırılması, listelenmesi, özniteliklerinin günlenmesi, gibi doğrudan kütüklere yönelik işlemler ile bunlara erişimleri düzenleyen ve kılavuz olarak adlandırılan özel kütüklere ilişkin işlemleri içerir. Sistem komutlarına ilişkin bir alt küme örneği, Çizelge 6.1'de İngilizce adlarla verilmiştir.

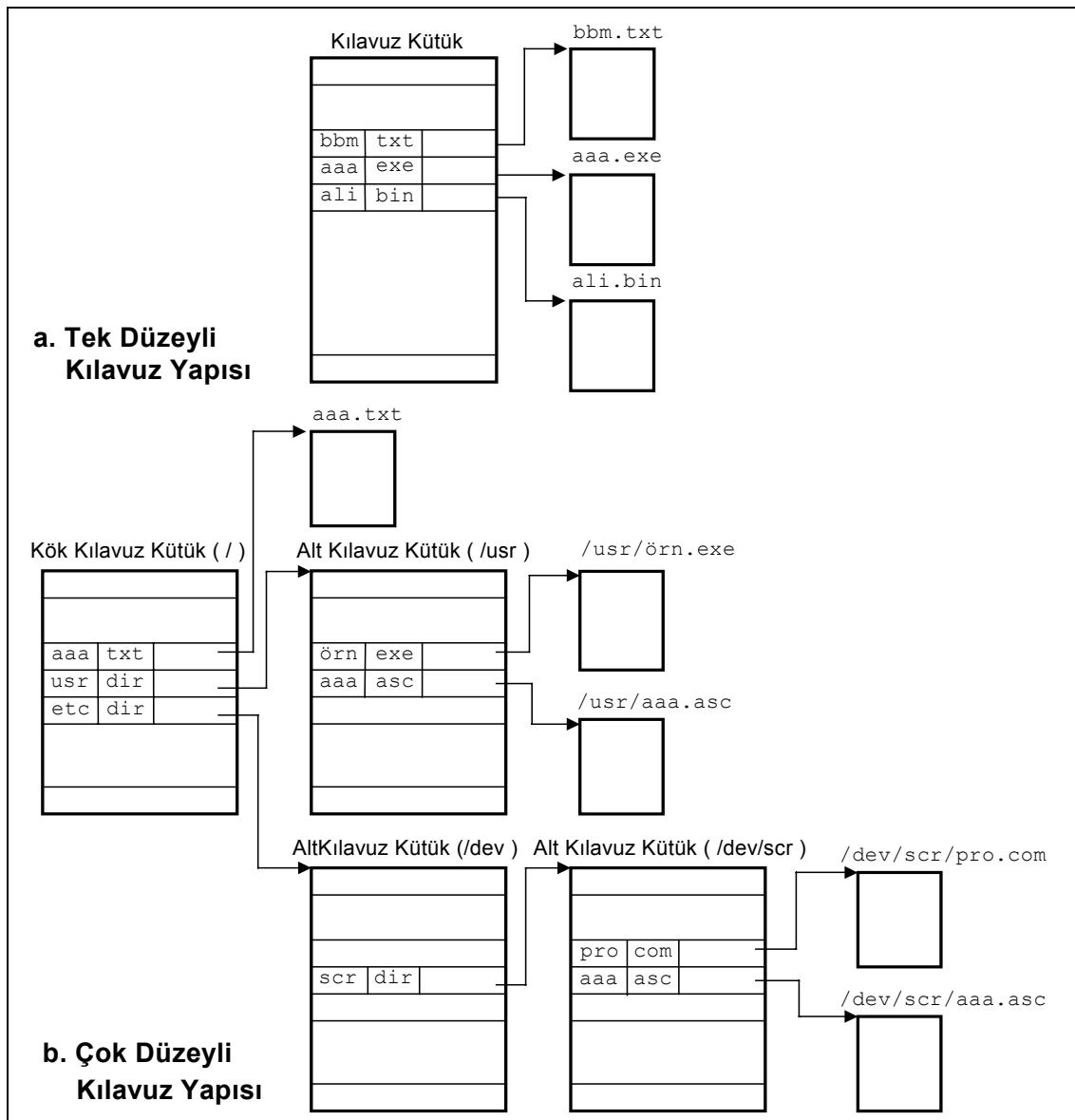
Çizelge 6.1'de yer alan komutlardan `create` ve `delete` komutları üç kullanıcıların kütüklerini yaratmak ve silmek amacıyla kullandığı komutlardır. Kimi sistemlerde kütük yaratma amacıyla öngörülen `create` komutu bulunmaz. Kullanıcılar kütüklerinde, yazılı metinlerini, kaynak ve amaç programlarını ve verilerini saklarlar. Bunları oluşturmada yararlanılan metin düzenleyici türü araçlara, oluşturulan bilgilerin saklanacağı kütükleri yaratma sorumluluğu da verilir. Kütük yaratma işlemi bu durumda, kullanıcı adına, metin / program düzenleme, derleyici gibi araçlarca gerçekleştirilir. Böylece üç kullanıcının kütük yaratma gibi bir gereksinimi kalmaz. Bu yüzden kabuk katman düzeyinde kütük yaratma komutuna yer verilmeyebilir.

Her kütük belirli bir ad ile anılır. İşletim sistemleri kullanıcılarla, kütüklerine özgürcse simgesel adlar takma olanağını verirler. Kütük adı, kütüğün bulunduğu sistem, sürücü ve erişim izi kimliği ile birleşerek kütük kimliğini oluşturur. Her kütüğün kimliği, varlığını sürdürdüğü evrende biriciktir. Kütüğe erişim bu kimlik kullanılarak gerçekleştirilir. Örneğin *DOS*'ta, `C:\bbm\program.pas` kütük kimliği içinde `C:` sürücü adını, `\bbm` erişim izini, `program.pas` ise kütük adını simgeler. *UNIX* gibi, kütüklerin yer aldığı sürücü kimliğinin, kullanıcı tarafından bilinmesi zorunlu olmayan işletim sistemlerinde kütük kimliği, erişim izi ve kütük adından oluşur.

`rename` komutundan kütük adlarının değiştirilmesinde yararlanılır. `attributes` komutu kütük özniteliklerinin günlenmesi amacıyla kullanılır. Salt okunur, okunur-yazılır, işletilir gibi erişim hakları; sistem ya da kullanıcı gibi iyelik bilgileri, kütük öznitelik bilgileri arasında yer alır. `copy` ve `type` komutları, sırasıyla kütükten kütüğe kopyalama ve kütük içeriklerini listeleme amacıyla kullanılır. İçerikleri, `ascii`, `ebcdic` gibi ekranda görüntülenebilen kodlardan oluşan kütüklerin (örneğin ikili kodlardan oluşan amaç program kütüklerinin) listelenmesi doğal olarak anlamlı değildir. `compare` komutu kütükler arası karşılaştırma amacıyla öngörlür. Kimlikleri verilen kütükler, bu komut aracılığıyla genelde, bayt bayt karşılaştırılır. Bu yolla kütüklerin aynı mı yoksa değişik kütükler mi oldukları sınanır.

`backup` komutu, kütüklerin yedeklenmesinde kullanılır. Birden çok kütük, bir alt kılavuz ya da bir sürücü üzerinde yer alan tüm kütükler, bu komut aracılığıyla, bir seferde yedeklenebilir. Yedekleme genelde, sıkıştırarak yazma yoluyla gerçekleştirilir. Saklanan arşiv kopyalarının birden çok disket, makara üzerine yayılabilmesine izin verilir. Yedeklemede özel sıkıştırma yöntemleri kullanıldığından `backup` komutuyla yedeklenen kütükler, özel bir sistem komutu kullanılmaksızın diske yeniden yüklenemezler. Bu özel sistem komutu `restore` komutudur.

Sisteme, söküller/takılır nitelikli bir sürücü üzerinden (disket, makara gibi) yeni bir birimin takılması durumunda `mount` komutu kullanılır. Bu komut aracılığıyla, eklenen birime ilişkin kılavuz kütük, tüm sisteme ilişkin genel kılavuz kütüğe işlenir. `dismount` komutu, sistemden çıkarılan alt kılavuzların ana kılavuzdan da çıkışmasını sağlar.



Çizim 6.2. Tek ve Çok Düzeyli (Sıradüzensel) Kılavuz Yapıları

Çizelge 6.1'in alt kesiminde yer alan komut örnekleri kılavuz kütüklerle ilgilidir. Adlarından da anlaşılacağı üzere, kılavuz kütükler sistemde yer alan kütüklere erişimi sağlamada yararlanılan ve bu kütüklere ilişkin ad, tür, yaratılma ve son günlenme zamanı gibi bilgilerle fiziksel erişim bilgilerinin tutulduğu özel kütüklerdir. Kılavuz kütükler çoğu kez çok düzeyli ya da sıradüzensel olarak nitelenen ağaç yapısında gerçekleştirilirler. Bu yapı çerçevesinde kılavuz kütükler, bir kök ve buna bağlı alt kılavuzlardan oluşurlar. Kök kılavuz olarak nitelenen ilk düzey kılavuz kütük, : \ / gibi damgalarla simgelenir ve sistem tarafından yaratılır. Alt kılavuzlar sıradan kütükler gibi kullanıcılar tarafından özgürce adlandırılıp yaratılırlar. Alt kılavuzlar ya doğrudan kök kılavuza ya da bir üst düzeyde yer alan diğer bir alt kılavuza bağlı olurlar. Sistemde yer alan tüm kütükler kök ve alt kılavuzlara bağlı olarak yer alırlar. Çok düzeyli kılavuz

kütük yapısının kullanıldığı sistemlerde kütük kimlikleri, (sistem ve sürücü kimlikleri dışında) kütük adı ile kütüğün bulunduğu alt kılavuz adından oluşur. Bu nedenle değişik alt kılavuzlar altında yer alan kütükleri aynı adla adlandırmak olanaklıdır. Kütük kimlikleri içinde kök kılavuz adından başlayarak kütük adına varincaya kadar yer alan kılavuz adları ilgili kütüğün izi olarak bilinir (Çizim 6.2). Bu bağlamda:

```
/etc/scr/aaa.asc
```

satırında /etc/scr kütük izini, aaa.asc ise kütük adı ve türünü temsil etmektedir. scr alt kılavuzuna etc alt kılavuzundan erişilmektedir. Ağaç yapısı gereği scr alt kılavuzunun etc alt kılavuzu altında yer aldığı söylenir. etc alt kılavuzu ise, / damgası ile simgelenen kök kılavuz altında yer almaktadır. Çok düzeyli kılavuz kütük yapısında kütük kimliği, kütük izi ve kütük adından oluştugundan kütük adları, bulunulan alt kılavuz altında anlam taşır. Bu nedenle, Çizim 6.2'de aaa.asc adı, biri /etc/scr, diğer de /usr olmak üzere iki ayrı kılavuz kütük altındaki iki ayrı kütüğü temsil etmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere, bu yapı, kütüklerin adlandırılmasında kullanıcılara önemli bir esneklik sağlamaktadır.

Çok düzeyli kılavuz kütük yapısının atası tek düzeyli kılavuz kütük yapısıdır. Tek düzeyli kılavuz kütük yapısının kullanıldığı sistemlerde tüm kütüklere tek bir kılavuz kütük üzerinden erişilir. Böyle bir kılavuz kütük, sistemde yer alan tüm kütüklere ilişkin ad, tür, öznitelik, yaratılma ve son günlenme zamanı gibi bilgiler ile erişim bilgilerini tutar. Bir bilgisayar sisteminde yüzlerce hatta binlerce kütük olabileceği, kılavuz içinde, her kütük için, en az birkaç düzine baytlık bir yer gereği düşünüldüğünde kılavuz kütük boyunun aşırı büyük olacağı kolayca görülür. Kütüklere erişimde tek ve büyük bir kılavuz kütük kullanmanın sakıncaları çeşitlidir. Bunlardan önemli bir tanesi adlandırılma getirilen kısıtlamadır. Aynı kılavuz kütük içinde aynı kimliği taşıyan birden çok kütük bulunamayacağından tüm kütüklere aynı kılavuz içinde tutulması kullanıcılara, kütükleri için, sistemde yer alan diğer kütük adlarını uzun listeler biçiminde inceleyerek halen kullanılmayan bir ad bulma zorunluluğu getirir. Bu, adlandırma özgürlüğüne ve esnekliğine getirilen önemli bir kısıtlamadır.

Kılavuz kütüklerle ilgili işletim sistemi komutları, genelde bu özel kütüklerin yaratılması, silinmesi, içeriklerinin listelenmesi gibi amaçlar için öngörülür. make directory komutu, alt kılavuz yaratma amacıyla kullanılır. Alt kılavuz adları, sıradan kütüklerin adlandırılmasında uyulan kurallar çerçevesinde, alt kılavuzu yaratan kullanıcı tarafından belirlenir. Kök kılavuz, sistem diskinin iz ve sektörlerinin işaretlenerek kullanıma hazır biçimde getirildiği formatlama işlemi sonunda, sistem tarafından yaratılır. remove directory komutundan, var olan bir alt kılavuzu silmek için yararlanılır. Bir alt kılavuzu silmek, buna bağlı, varsa diğer alt kılavuz ve kütükleri yok sayarak gerçekleşmez. Hatalı işlemden geri dönüşü kolaylaştmak üzere, kimi işletim sistemlerinde alt kılavuzların silinmesi bunlara bağlı başka alt kılavuz ve kütüklerin bulunmaması koşuluna bağlanır. Başka bir deyişle bir alt kılavuzun silinebilmesi için, bunun aracılığıyla erişilen alt kılavuz ve kütüklerin daha önce silinmiş olması koşulu aranır. Kök kılavuz, formatlama işlemi dışında silinmez. list, dir gibi kısaltmalarla anılan komutlar kılavuz kütük içeriklerinin listelenmesine yarar. Kılavuz kütükler

kendilerine bağlı kütüklere ilişkin ad, tür, tarih gibi bilgileri içerdiklerinden bu komutlar çalıştırılarak ilgili kılavuza bağlı kütüklerin ad ve özellik listesi elde edilir.

Kılavuz kütüklerle ilgili önemli bir sistem komutu, `change directory` olarak adlandırılan erişim izi değiştirme komutudur. Burada sözü edilen değiştirme işlemi, geçerli olan izin değiştirilmesi anlamındadır. Bilindiği üzere kütük kimliği, (sistem ve sürücü kimlikleri dışında) kütük izi ve kütük adından oluşur. Kütüklerle ilgili sistem komutları işletilirken, her seferinde, ilgili kütüğün kimliğinin tümünü girmek uzun ve sıkıcı bir işlem olabilir. Bu nedenle kütük izi, kütük adından ayrı olarak ele alınır. Bu amaçla, `change directory` gibi kütük izi belirleme komutları sistem komutları arasına eklenir. Bu komut aracılığıyla önce ilgili erişim izi belirlenir. Bu belirleme bir kez yapıldıktan sonra, ilgili işlemler için, salt kütük adının girilmesi yeterli olur. Girilen kütük adı, o an geçerli erişim izine bağlı kütükler arasında aranır. Geçerli erişim izinin görüntülenmesini sağlayan sistem komutları da bulunur. Örneğin *UNIX*'te `pwd` (*present working directory*) komutu bu amaçla kullanılır.

### 6.1.2. Sistem Çağrılarıyla Gerçekleştirilen Kavramsal İşlemler

Kabuk katmanın işlevi, kullanıcıların girdiği komutların çözümlemesini yaparak istenen işlemi belirleme ve bu işlemle ilgili sistem çağrılarını çalıştmaktır. Sistem komutlarının işletilmesinde kullanılan düzenek sistem çağrı düzeneğidir. Uç kullanıcılar bu düzenekten, sistem komutları aracılığıyla, ancak bu düzeneği görmeden yararlanırlar. Kütüklerle ilgili işletim sistemi hizmetlerinden, programlar içinden yararlanabilmek için, sistem çağrı düzeneğini kullanmak gereklidir. Sistem çağrılarının doğrudan kullanımı, ayrıcalıklı diye nitelenen ve sistem programcılarını da içeren özel bir kullanıcı sınıfına açıktır. Sıradan kullanıcıların, üst düzey programlama dilleriyle tanımladıkları kütük işlemleri ise, derleme aşamasında derleyiciler tarafından sistem çağrılarına dönüştürülür. Sistem çağrıları, sistem komutlarına göre, soyutlama yönünden bir alt düzeyde yer alırlar. Kimi sistem komutları, birebir sistem çağrılarına dönüşürken kimileri birkaç sistem çağrısının ardarda işletilmesini gerektirir. Sistem çağrıları arasında, kütük yaratma, silme, adlandırma gibi yukarıda açıklanan kütük işlemlerini gerçekleştiren işlevlerin tümü bulunur. İzleyen kesimde bunların dışında kullanılan çağrı örneklerine yer verilecektir.

Kütük işlemlerinde en çok kullanılan sistem çağrıları, örnek İngilizce adlandırmalarla aşağıda verilmiştir:

- `open` (kütük açma)
- `close` (kütük kapama)
- `sequential-read` (sıradan okuma)
- `sequential-write` (sıradan yazma)
- `random-read` (rasgele okuma)
- `random-write` (rasgele yazma)
- `seek` (tutanak arama)

`open` sistem çağrısının birden çok işlevi vardır. Bunlardan en önemlisi, program içinde geçen kütük kimliği ile fiziksel kütüğün, işletim sırasında eşleştirilmesidir. İşletim aşamasında gerçekleşmesi itibarıyla bu eşleştirme, sürücü bağımsızlığı ve program

taşınırlığına katkı verebilmeyi amaçlar. Kütük kimliğinin fiziksel kütük ile eşleştirilmesi, fiziksel kütüğe erişim bilgilerine ana bellekte yer ayrılarak yapılır. Bilindiği üzere bir kütüğe erişim, kütük izinde belirtilen kılavuz kütükler kullanılarak gerçekleştirilir. Kılavuz kütükler, erişim bilgilerini tutukları kütüklerle birlikte aynı sürücüler üzerinde saklanırlar. Bu durumda, bir kütüğe erişim, önce kılavuz kütüğe sonra da ilgili kütüğe olmak üzere iki sürücü (disk) erişimi gerektirir. Erişim sayısını birde tutabilmek amacıyla, bir kütükle ilgili okuma - yazma işlemlerine geçmeden önce, bu kütüğe ilişkin erişim bilgilerinin tutulduğu kılavuz kütük öğeleri ana belleğe taşınmalıdır. Bu işlem `open` sistem çağrısıyla gerçekleştirilir.

`open` sistem çağrısının bir diğer işlevi kütüklere erişimin denetlenmesi ve paylaşımının sağlanmasıdır. Genelde `open` sistem çağrısı işletilirken erişilmek istenen kütüğe (salt okuma, okuma-yazma gibi) ne amaçla erişileceği de belirtilir. Bu yolla işletim sistemi, çağrı parametreleri arasında yer alan erişim istem kodunu, ilgili görev / kullanıcı hakları ile karşılaştırma olanağı bulur. Bu durumda, `open` çağrısının parametreleri arasında, `open(kütük kimliği, erişim türü)` gibi, simgesel kütük kimliğinin yanı sıra bir de erişim türü bilgisi yer alır.

`close` sistem çağrısı, `open` sistem çağrıyla birlikte düşünülür. Yukarıda belirtildiği gibi, `open` sistem çağrısı işletildiğinde, sözkonusu kütükle ilgili erişim bilgilerinin tümü ya da bir kesimi, ana bellekte, bu amaçla öngörülen yastık alanlarına aktarılır. Fiziksel kütüğe bu bilgiler kullanılarak erişilir. Bu durumda, açılan her kütüğe bir yastık alanı atamak gereklidir. Çoğunlukla işletim sistemi kapsamında düşünülen bu yastık alanlarının toplam sığaları için bir üst sınır vardır. Bu, sistemde eş zamanlı olarak açık tutulabilen kütük sayısının da bir üst sınırı bulunduğu anlamına gelir. Bu nedenle görevlere, açtıkları kütükler üzerinde (okuma - yazma gibi) gerekli işlemleri tamamladıklarında işletim sistemini uyarma zorunluluğu getirilir. Bu uyarı kütük kapama anlamına gelen `close` sistem çağrısıyla gerçekleşir. Bu yolla, kapanan kütüğe ilişkin yastık alanı, ilgili görevden geri alınır ve serbest yastık listesine bağlanır. Bir sistemde aynı anda açık tutulabilen kütük sayısının bir üst sınırının bulunması, görevlerin herbiri için de bir üst sınır belirlemeyi gerekli kılar. Bu nedenle, işletim sistemleri, her görevin açık tutabileceği kütük sayısına kısıtlama getirir. Bu kısıtlama görevle ilgili bir parametre olarak saklanır. Bu parametre, örneğin *UNIX* işletim sisteminde `maxfiles` komutu ile belirlenebilir. *MS-DOS*'ta ise buna benzer `files` komutu vardır. `close` çağrısı, genelde `close(kütük kimliği)` biçiminde, tek parametreli bir çağrıdır.

`open` ve `close` sistem çağrıları, kütüklerin birden çok görev tarafından paylaşılması için gerekli zamanuyumlama düzeneğinin kurulmasına de altyapı oluşturabilirler. Aynı kütüğe erişen birden çok görevden `open` komutunu ilk çalıştırın, ilgili kütüğün erişimini diğer görevlere kapatabilir. İşletim sistemi, `open` komutunu çalıştırın diğer görevlerin, `close` komutu işletilene deðin ilgili kütüğe ilişkin bekleme kuyruğuna konmasını sağlayabilir. Bu biçimde, `open` ve `close` sistem çağrıları, üst düzey zamanuyumlama işleçleri gibi kullanılabilirler.

## 222 İŞLETİM SİSTEMLERİ

Bilindiği gibi, işletim sistemleri, kullanıcılarla kütükleri, ya tutanak ya da damga dizisi olarak düşünebilme olanağı verirler. Kütüklerle ilgili okuma ve yazma işlemleri de, bu nedenle, tutanak ya da damga okuma ve yazma işlemleri olarak düşünülür. Okuma ve yazma işlemleri, genelde iki biçimde gerçekleştirilir. Bunlar sıradan ve rasgele okuma-yazma işlemleridir. Sıradan okuma - yazma işlemlerinde bir önceki işlemde sözkonusu edilen tutanağı izleyen tutanağın okuma - yazma işlemi gerçekleştirilir. Her okuma yazma sonrasında tutanak göstergesi kendiliğinden bir artırılır. Bu gösterge, tutanağın kütük içindeki mantıksal sırasıdır. Şimdiye deðin sözkonusu edilen sistem komut ve çağrılarının, mantıksal nitelikli işlemleri yerine getirdiklerini; bunlara konu olan tutanakların da, gerek boyları gerek kütük içindeki yerleri bakımından mantıksal nitelikli olduklarını anımsamakta yarar vardır. Sıradan okuma - yazma çağrılarının, kullandıkları parametrelerle örnek görünümleri aşağıda verilmiştir:

```
sequentialread (kütük kimliği, yastık)  
sequentialwrite (kütük kimliği, yastık)
```

Burada *yastık*, ilgili tutanaðın aktarılacağı ve ilgili görevin adres evreni içinde tanımlı bellek alanını temsil etmektedir. Sıradan okuma - yazma çağrılarında, çağrı parametreleri arasında mantıksal tutanak numarasına genelde yer verilmez. Zira ardarda işleme gireceği varsayılan tutanakların numaraları, sıradan okuma - yazma çağrı ile kendiliğinden artırılmaktadır. Ancak bu durum, ilk okuma işleminde hangi tutanak numarasının kullanılacağı sorusunu akla getirebilir. Sıradan okuma - yazma çağrılarında, kütük açma işleminden sonra ilk erişilen tutanaðın, genelde hep sıfırıncı tutanak olacağı varsayılar. İşlemler sırasında kütük başına geri dönülmesi gerektiðinde, erişilen tutanak numarasını sıfırlamaya yarayan, *rewind* gibi özel çağrılar öngörlür.

Rasgele okuma - yazmada, ilgili tutanaðın kütük içindeki sıra numarası verilerek herhangi bir tutanak üzerinde işlem yapabilme olanağı sağlanır. Bu amaçla kullanılan sistem çağrıları aşağıdaki görünümdede olabilir:

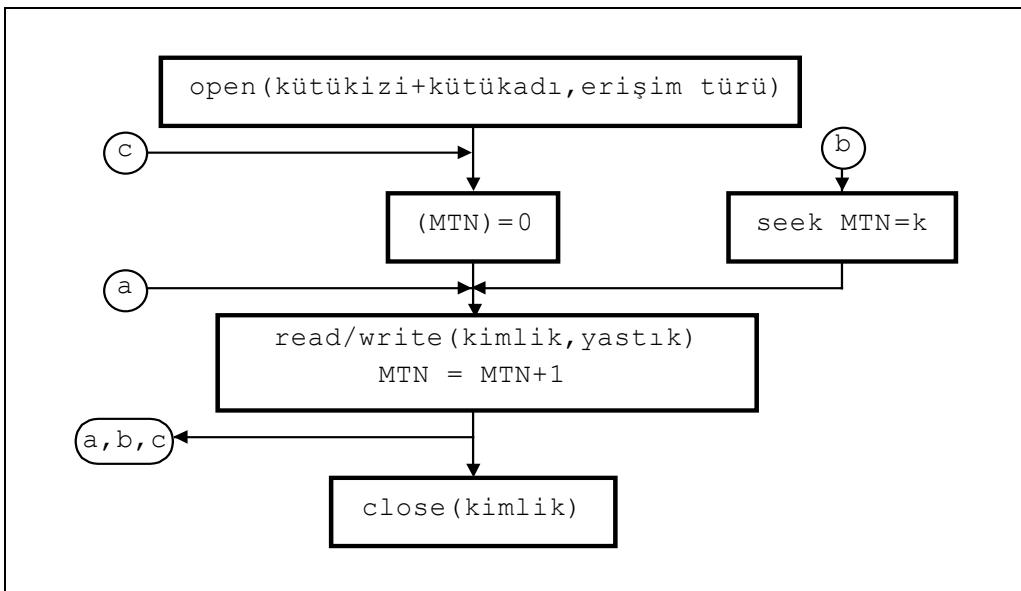
```
randomread (kütük kimliği, tutanak numarası, yastık)  
randomwrite (kütük kimliği, tutanak numarası, yastık)
```

Kimi işletim sistemlerinde okuma - yazma işlemleri, yukarıda listelendiği biçimde, sıradan ve rasgele olarak ayırtılmaz. Bu işlemler, hep, sıradan okuma yazma işlemleri olarak sunulurlar. Ancak, bunların yanı sıra, *seek* adlı tutanak arama işlemi de sistem çağrıları arasına katılır. Rasgele okuma - yazma yapılacaksa, önce *seek* çağrı ile sözkonusu tutanak belirlenir sonra okuma - yazma işlemi gerçekleştirilir. Bu durumda, örneğin rasgele okuma işlemi aşağıdaki biçimde gerçekleşir.

```
seek (kütük kimliği, mantıksal tutanak numarası)  
read (kütük kimliği, yastık)
```

*read*, *write*, *seek*, *close* gibi sistem çağrıları içinde yer alan kütük kimliği parametresi, çoğu kez *open* işlemi sonrasında elde edilen bir kimlik numarasıdır. *open*(kütük kimliği, erişim türü) çağrı çalıştırıldığında, bu çağrıının gerektirdiği işlemler gerçekleştirip işlem başarı ile sonuçlanmışsa çağrıyı yapan görevde İngilizce *handle*, *file descriptor* gibi adlarla anılan bir sayı geri döndürülür. Görev de

bu sayacı, diğer kütük işlemlerinde kütük kimlik numarası ya da kütük göstergesi olarak kullanır. Doğal olarak open çağrısında yer alan kütük kimliği, kütük erişim izi ve kütük adından oluşmak zorundadır.



Çizim 6.3. Klasik Kütük İşlemleri

Sistem çağrıları aracılığıyla gerçekleştirilen kütük işlemlerinin özeti Çizim 6.3'te verilmiştir. Buna göre herhangi bir kütük üzerinde, herhangi bir işlem yapmadan önce kütük açma işleminin gerçekleştirilmesi, başka bir deyişle program içinde geçen simgesel kütük kimliğinin fiziksel kütük ile eşleştirilmesi gereklidir. Bu işlem bir kez gerçekleştirildikten sonra, ilgili kütüğün belirli sayıda tutanağı sıradan okunup yazılabilir (a). Mantıksal tutanak numarası istenen değerle günlenerek rasgele okuma - yazma işlemi gerçekleştirilebilir (b). Mantıksal tutanak numarası sıfırlanarak sıradan okuma - yazma işlemleri yinelenebilir (c). Kütük üzerinde öngörülen tüm işlemler tamamlandığında kütük kapama işlemi gerçekleştirilir. Kütüklerle ilgili sistem çağrıları, izleyen kesimde *MS-DOS*'un kimi sistem çağrılarıyla örneklenmiştir.

### 6.1.3. Kütüklerle ilgili kimi Örnek *MS-DOS* Sistem Çağrıları

Bilindiği üzere *MS-DOS* (kısaca *DOS*) 80X86 serisi işleyicilere dayalı, standart kişisel bilgisayar sistemlerinde kullanılan bir işletim sistemidir. *DOS*'ta sistem çağrıları 80X86 işleyicilerinin `int xxH` yazılım kesilmelerine dayalı biçimde gerçekleştirilmektedir. Bunlardan `int 21H` kimlikli yazılım kesilmesine dayalı olarak gerçekleştirilen çağrılar, *DOS* işlevleri olarak adlandırılmaktadır. *DOS* işlevleri, kütüklerle ilgili hemen hemen tüm sistem çağrılarını karşılamaktadır. `int 21H` yazılım kesilmesiyle çağrılan işlevin türü, 80X86 işleyicilerinin ah yazmacı içine yerleştirilen kod ile seçilebilmektedir. Belirlenen işlev ile bunu çağrıran görev arasında parametre ve sonuç akışı, yine işleyici yazmaçları üzerinden gerçekleşmektedir. Bu yapıya göre, örneğin kütük açma işlemi:

## 224 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```

        asciiz    db      '\bbm\örnküt.doc', 00H
        handle    dw      ?
        .

        mov ah, 3DH           ;işlev kodu
        mov al, 02            ;erişimin türü
        mov dx, offset asciiz ;kütük adı
        int 21h               ;çağrı
        jc  error             ;hata
        mov handle, ax
        .

```

komutlarıyla gerçekleştirilebilmektedir. Burada, seçilen işlev, 3D kodlu *open handle* işlevidir. *int 21h* kesilmesi bu işlev koduya çağrılmadan önce, işlevin tanımı gereği DS:DX yazmacı içinde kütük izi ve kütük adının yer aldığı asciiz olarak adlandırılan ve 00 değeriyle sonlandırılan damga dizgisinin başlangıç adresinin bulunması gerekmektedir. Kütük açma işleminin hangi amaçla yapılmak istediği ise al yazmacı içine yazılan bir kodla işlevde aktarılmaktadır. DOS tanımlarına göre al yazmacının en küçük ağırlıklı üç bitinin, örneğin 010 değerini taşıması, yapmak istenen erişimin okuma - yazma işlemi olduğunu belirlemektedir. İşlev başarıyla sonuçlanırsa kesilmeden geri dönüşte DOS, PSW carry bitini sıfırlayarak handle diye adlandırılan ve kütükle ilgili bundan sonraki işlemlerde kütük kimliği yerine gelecek 16 bitlik işaretetsiz tamsayıyı, ax yazmacı içinde, çağrıyı yapan görevde döndürmektedir. İşlevin, kütük izinin ya da kütüğün kendisinin bulunamaması, erişim koruması gibi nedenlerle başarısızlıkla sonuçlanması durumunda carry biti kurulmakta, ax yazmaç içeriği ise hatanın türünü belirleyen bir kod içermektedir.

**Çizelge 6.2. Kütük Yönetimi ile ilişkin kimi DOS İşlevleri**

Kod	Tanım	Kod	Tanım
0E	Select Disk Drive	39	Create Directory
0F	Open File	3A	Remove Directory
10	Close File	3B	Change Current Directory
13	Delete File	3C	Create File
14	Sequential Read	3D	Open Handle
15	Sequential Write	3E	Close Handle
16	Create File	3F	Read from File/Device
17	Rename File	40	Write to File/Device
19	Get Current Disk	41	Delete File
1A	Set Disk Transfert Area	42	Move File Pointer
21	Read Random Record	45	Duplicate Handle
22	Write Random Record	46	Force Duplicate Handle
23	Get File Size	47	Get Current Directory
24	Set FCB Random Record Field	56	Rename File
27	Read Random Records	5B	Create New File
28	Write Random Records	5C	Lock / Unlock File Region
29	Parse Filename	67	Set Handle Count

Kütük açma işleminin hatasız gerçekleşmesi durumunda elde edilen *handle* değeri, kütük üzerinde, okuma, yazma, kapama gibi diğer işlemler gerçekleştirilirken kullanılmaktadır. Bu bağlamda, 3F kodlu, *read from file* işlevi ile belirli sayıda damga, *handle* değeri bilinen bir kütükten, ilgili görev adres evreni içinde tanımlı bir yastık alanına okunabilmektedir. DOS'un ilk versiyonunda, sistem işlevlerinin kullandığı kavramsal modelde kütükler, tutanak dizileri olarak düşünülmüştür. Ancak UNIX'in etkisiyle, ikinci versiyondan başlayarak kütükleri, tutanak dizileri yerine bayt dizileri olarak düşünebilme ve kullanabilme olanağını sunulmuştur. Bu nedenle, Çizelge 6.2'de, kütük yaratma, açma, okuma, yazma, kapama, silme gibi işlevlerden birer çift bulunmaktadır. Bunlardan birinci versiyonda tanımlananlar 00-2EH, ikinci ve ileri versiyonlarda tanımlananlar ise 2F-68H kodları arasında yer almaktadır. Burada, açıklaması yapılarak örneklenen işlevler, ikinci versiyondan başlayarak tanımlanan ve kütükleri bayt dizileri olarak gören işlevlerdir. DOS'un ilk versiyonunda tanımlanmış ilk grup işlevlere ve bunları ikinci gruptan ayıran özelliklerine ilerde degeinilecektir. *read from file* işlevi kullanılarak 80 baytlık bir dizinin, *handle* adlı değişkende kimliği bulunan bir kütükten, yastık adlı ilgili görev ortamına okunması aşağıda örneklenmiştir:

```

yastık db 80 dup(?)  

.  

mov ah, 3FH ; read from file işlev kodu  

mov bx, handle ; kütük kimliği  

mov cx, 80 ; dizi(tutanak) boyu=80  

mov dx, offset yastık ; aktarım alanı  

int 21H ; çağrı  

jc error ; carry = 1 ise hata  

.
```

Yukarıda verilen örnek dikkatlice incelendiğinde, *read from file* işlevinin parametreleri arasında, ilgili dizinin hangi konumdan başlayarak okunacağına ilişkin herhangi bir bilginin bulunmadığı görülür. *read from file* işlevi, sözkonusu dizinin, o an, *file pointer* olarak anılan gösterge değerinden başlayarak okunacağını varsayar. Okuma işlemi sonrasında da bu göstergeyi okunan damga sayısı kadar artırır. *read from file* işlevi rasgele bir konumdan başlayarak okuma yapmak amacıyla kullanılmak istenirse, öncelikle *move file pointer* işlevi çalıştırılarak mantıksal okuma-yazma başlangıç konumunun günlenmesi gerekecektir. *move file pointer* işlevi, daha önce sözü edilen *seek* çağrısına karşılık gelen bir işlevdir. *move file pointer* işlevi, bx yazmacı içinde kimliği (*handle* değeri) bulunan kütüğün mantıksal okuma-yazma başlangıç konumunu (kütük göstergesini), al-cx-dx yazmaç üçlüsü içindeki yeni konumla günlemeye olanak vermektedir. cx-dx yazmaç ikilisinin içeriği 32 bitlik tamsayı, al yazmacının taşıdığı taban koduna görelidir. al yazmacı 00 değerini içerirse, cx-dx yazmaç ikilisinin içeriği 32 bitlik tamsayı, kütük başına görelti konumu gösterir. Bunun gibi al yazmacının 02 değerini içermesi durumunda, cx-dx yazmaç ikilisinin içeriği 32 bitlik tamsayı, kütük sonuna görelti konumu gösterir. Son olarak al yazmacının 01 değerini içermesi durumunda da, cx-dx yazmaç ikilisinin içeriği 32 bitlik tamsayı, o anki göstergeye görelti konumu belirlemeye yarar. *move file pointer*

işlevi hatasız çalıştığında, çağrıran göreve, dx-ax yazmaçları içinde, kütük başına göreli 32 bitlik yeni gösterge değerini döndürür. Tüm diğer işlevlerde olduğu gibi, hatalı çalışma durumu, *carry* bitinin kurulması yoluyla ilgili görev'e bildirilir. Bu durumda al yazmacının içerdiği değer hata kodu olarak yorumlanır. *move file pointer* işlevinin kullanımı, handle kimlikli bir kütüğe, 2048inci baytından başlayarak *yastık* adlı bellek alanında yer alan 256 baytin yazılmasını gerçekleştiren, aşağıdaki örnek kapsamında gösterilmiştir:

```

yastık db 256 dup(?)  

.  

    mov ah, 42h      ;move file pointer işlevi  

    mov al, 0        ;kütük başına göreli  

    xor cx, cx       ;cx ← 0  

    mov dx, 2048     ;2048. konum  

    int 21h          ;çağrı  

    jc error1        ;hatalı işletim  

    ;  

    mov ah, 40h      ;write to file işlevi  

    mov bx, handle   ;kütük kimliği  

    mov cx, 256      ;tutanak boyu  

    mov dx, offset yastık ;aktarım alan adresi  

    int 21h          ;çağrı  

    jc error2        ;hatalı işletim  

.

```

**Çizelge 6.3. File Control Block - FCB'nin Yapısı**

Başa görelİ Adres	Uzunluk	Alan Tanımı
00H	1	<i>Drive ID</i>
01H	8	<i>Filename</i>
09H	3	<i>File Extention</i>
0CH	2	<i>Current Block Number</i>
0EH	2	<i>Record Size (Bytes)</i>
10H	4	<i>File Size (Bytes)</i>
14H	2	<i>Date</i>
16H	2	<i>Time</i>
18H	8	<i>Reserved for DOS</i>
20H	1	<i>Current Record Number</i>
21H	4	<i>Random Record Number</i>

*write to file* işlevi, *read from file* işlevinde olduğu gibi, yerine getirdiği yazma işlemi sonrasında kütük göstergesini yazılan bayt sayısı kadar artırır. Bu işlem sonrasında yeniden yazma yapılrsa, yeni yazılan dizi, bir önce yazılan dizinin sonuna eklenir. Bu biçimde, *write to file* ve *read from file* işlevlerinin, *move file pointer* işleviyle birlikte, hem sıradan, hem de rasgele okuma ve yazma işlemlerini gerçekleştirmede kullanılabildikleri görülür.

Daha önce de belirtildiği üzere, *DOS*'ta, aynı işe yarayan iki ayrı grup işlev bulunmaktadır. Şimdiye deðin örneklenenler, ikinci versiyondan başlayarak tanımlanmış olanlardır. *DOS*'un birinci versiyonunda tanımlanan kütük yönetim işlevleri, *file control block (FCB)* olarak adlandırılan bir yapıyı kullanmaktadır. Bu yapının görünümü Çizelge 6.3'te verilmiştir. *FCB*, *DOS* ile ilgili görev arasında, üzerinde işlem yapılacak kütüge ilişkin parametrelerin aktarıldığı bir veri yapısıdır. 0FH kodlu *open* işlevi ile bir kütüğü açabilmek için, bir *FCB*'nin tanımlanması ve kütük kimliğinin buraya yazılarak işlev'e aktarılması gereklidir. *open* işlevi sonunda da *DOS*, *FCB*'nin ilgili alanlarını açılan kütük bilgileriyle günleyerek, işlevi çağrıran görevde döndürür. Bunun gibi okuma ve yazma işlemlerine taban oluþturulan, örneğin kütük göstergesi de *FCB* içinde tutulur. *FCB* yapısının kullanımı, Çizim 6.4'te verilen kütük kopyalama yordamı ile örneklenmiştir.

```

fcb1      db      'Cörneküt1txt',19 dup (?)
fcb2      db      'Cörneküt2txt',19 dup (?)

.

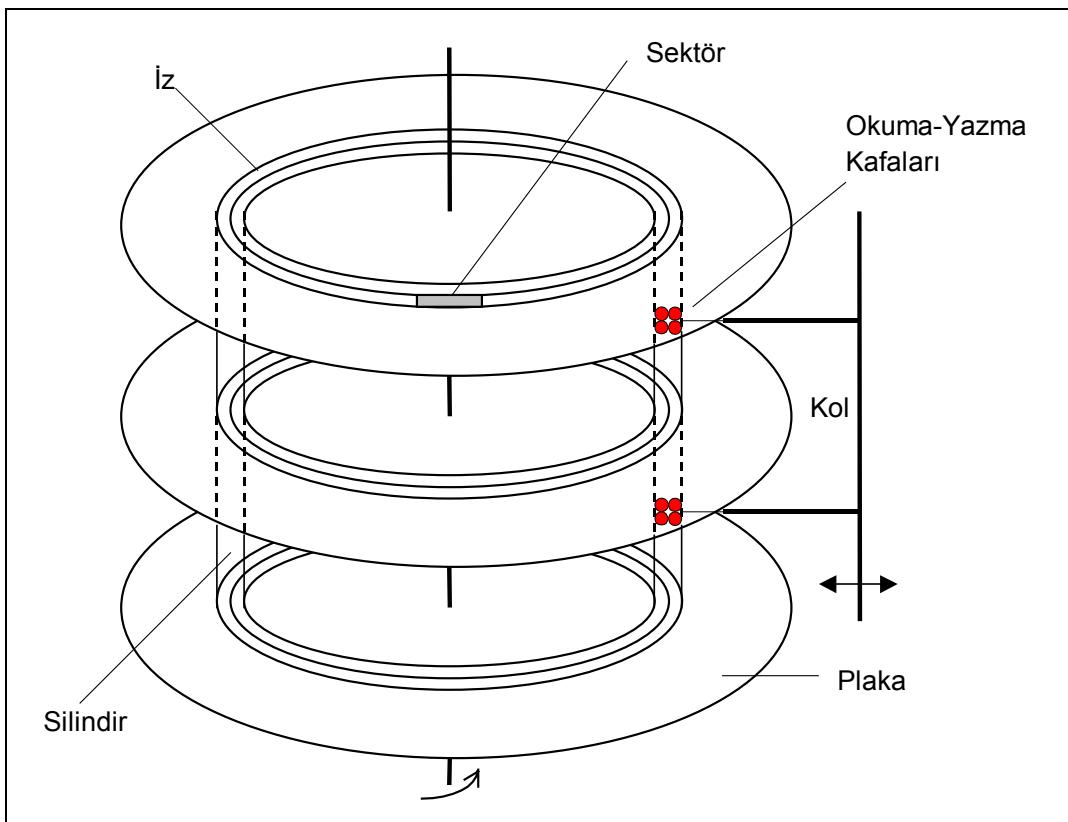
file_copy proc    far
            open   fcb1
            open   fcb2
again:    read_seq fcb1
            cmp    al,01h
            je     alldone
            write_seq fcb2
            jmp    again
alldone:  close  fcb1
            close  fcb2
            ret
file_copy endp
read_seq  macro   fcb
            mov    dx, offset fcb
            mov    ah, 14h
            int    21h
            endm
open      macro   fcb
            mov    dx, offset fcb
            mov    ah, 0fh
            int    21h
            endm
close     macro   fcb
            mov    dx, offset fcb
            mov    ah, 10h
            int    21h
            endm

```

Çizim 6.4. *FCB*'ye dayalı *DOS* İşlevlerinin Kullanım Örneği

*FCB*, işlevi çağrıran görev adres evreni içinde tanımlanan bir veri yapısıdır. *DOS*'un ikinci versiyonundan başlayarak bu veri yapısını, işletim sistemi adres evreni içinde tutan ve görevlerin erişimine kapayan yeni bir yaklaşım benimsenmiştir. Yukarıda

*handle* olarak anılan kimlik, aslında bu yapının kimliğidir. Bu yeni yaklaşıma göre tanımlanan kütük yönetim işlevleri, *FCB*'ye dayalı eski işlevlerin tümünü karşılamaktadır. Bu nedenle ilk versiyonda tanımlanan kütük yönetim işlevlerinin ve *FCB* yapısının kullanımına gerek kalmamıştır.



Çizim 6.5. Diskte Verilerin Fiziksel Düzenlenisi

## 6.2. Diskin Fiziksel Yapısı

Kütük yönetim sisteminin temel işlevlerinden biri, kütüklerin, kullanıcıların düşüncesinde gerçekliği olan mantıksal yapılarının, ikincil bellekler üzerindeki fiziksel varlıklarıyla eşleştirilmesidir. Bu eşleştirme nasıl yapıldığını anlayabilmek için ikincil belleklerin fiziksel düzenleniş biçimlerinin bilinmesi gereklidir. Bilgisayar sistemlerinde ikincil bellekler olarak çoğunlukla disk, mıknatıslı şerit birimleri kullanılmaktadır. Disk birimleri mıknatıslı ve optik olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Optik diskler, 1990'lı yıllar itibarıyla, daha çok, ya tümüyle salt okunur ya da *WORM* (*Write-Once-Read-Many*) diye nitelenen ve salt okunur özelliğe daha yakın türde olmaktadır. Okunur-yazılır özellik içeren optik disklerin erişim süreleri mıknatıslı disklerinkine göre çok büyktür. Bu nedenle, optik disk ve mıknatıslı şerit birimlerinden, daha çok veri yedekleme ve taşıma amacıyla yararlanılmaktadır. İşletim içi erişilen veri ve programların saklandığı birimler, daha çok mıknatıslı disk birimleridir. İzleyen kesimde ikincil bellekler olarak salt okunur mıknatıslı disk birimleri ele alınacak ve kısaca disk olarak anılacaktır.

Bilindiği üzere, disk birimleri, tüm giriş/çıkış birimlerinde olduğu gibi, arabirim ve sürücülerden oluşur. Disk sürücülerini bir ya da birkaç dönen plaka, okuma-yazma kafaları ve bunları denetleyen elektronik ve elektromekanik aksamdan oluşmaktadır. Veriler diskte plakaların yüzeylerindeki mıknatıslı ortama, iz olarak adlandırılan içe çemberler biçiminde yazılıp okunmaktadır. İzler de kendi içerisinde sektör olarak anılan alt kesimlere ayrılmaktadır.

Plakalar üzerindeki verilerin okunup yazılması, okuma-yazma kafaları aracılığıyla gerçekleşmektedir. Disk birimlerinde, genellikle birden çok kafa bulunmaktadır. Okuma-yazma kafaları, hareketli ve hareketsiz olmak üzere iki biçimde olabilmektedir. Plakalar üzerinde her ize bir kafa öngörülmesi durumunda, kafaların hareket etmesine gerek duyulmaz. Bu tür disk sistemlerinde okuma-yazma kafaları hareketsizdir. Her yüzeye ilişkin kafa sayısının iz sayısından küçük olması durumunda ise kafaların izler arasında, yatay olarak hareket etmesi gereklidir. Çoğu disk sisteminde, ekonomik nedenlerle kafa sayısı iz sayısının çok altındadır. Bu sistemler hareketli kafalara sahip sistemlerdir. Disket birimlerinde, örneğin kafa sayısı, her yüzeyde bir tane olmak üzere ikidir. Okuma-yazma kafaları altında kalan, değişik yüzeylere ilişkin izlerin oluşturduğu bütün silindir olarak adlandırılır. Disk birimi ile ana bellek arasında bir seferde aktarılabilen veri birimi öbek olarak adlandırılır ve çoğu kez, ikinin katları olarak birden çok sektör içerir. (Çizim 6.5).

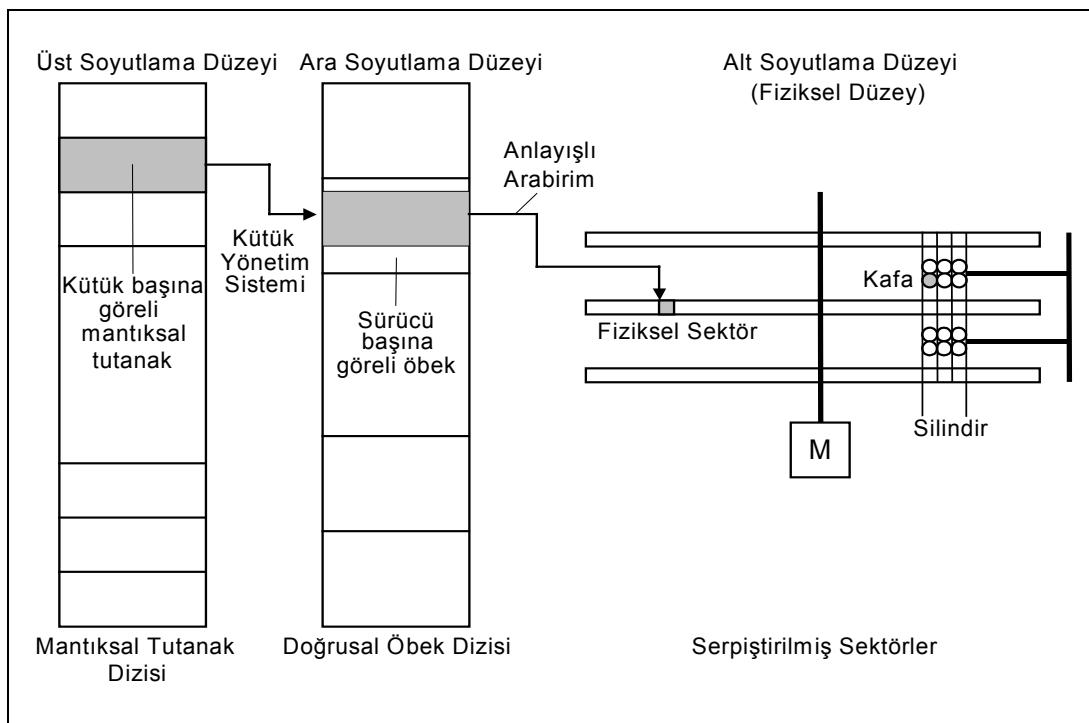
Disk sürücülerini, ana işlem birimi ve ana bellek ikilisiyle, arabirimler ya da kanallar aracılığıyla bütünlüğe sahip olmaktadır. Arabirim ve kanallar, genelde bu ikili ile aynı coğrafî ortamda bulunurken sürücüler sistemin uzağında (dışında) yer almamaktadır. Ancak standart kişisel ve iş istasyonu türü bilgisayar sistemlerinin yaygınlaşmasına koşut olarak, hem sürücü ve hem de arabirim, birlikte ve sistemin uzağında yer aldığı yapılar da ortaya çıkmıştır. Bu yapılar sürücü-arabirim ikilisi sisteme *SCSI (Small-Computer-System-Interface)* gibi standart bağlantılarla bağlanmaktadır. Bu gibi sistemlerde, arabirim düzeyinde *cache* olarak adlandırılan, çoğu kez birkaç izlik veriyi saklayabilen bellek birimleri de bulunmaktadır. Disk sürücüden, örneğin okuma işlemlerinde, okunmak istenen veri öbeği, arabirim tarafından önce bu bellekte aranmakta bulunamazsa diske erişim yapılmaktadır. Ortalama erişim süreleri, bu bellek birimi sayesinde, büyük oranlarda düşürülebilir.

Bilindiği gibi, diske herhangi bir sektör içeriğine erişim süresi, ilgili okuma-yazma kafasının sektörün bulunduğu iz üzerine taşınma süresi, sektörün kafa altından geçmesinin bekleniği süre ve verinin sürücüden ana belleğe aktarım süresi toplanarak bulunmaktadır. Bu sürelerden ilki yatay erişim (ize erişim) süresi, ikincisi döngüsel beklemeye (sektörde erişim) süresi ve sonuncu da aktarım süresi olarak adlandırılır. Yatay erişim ve döngüsel beklemeye sürelerini tam olarak hesaplama olanağı bulunmadığından ortalama değerlerle yetinir. Arabirim düzeyinde büyük sığalı yastık bellek alanları bulundurmak, doğal olarak bu ortalama değerlerin, önemli oranlarda düşürülebilmesine olanak sağlamaktadır.

Sektörlerin sürücü üzerindeki fiziksel adresleri silindir-kafa-sektör üçlüsü ile belirlenir. Değişik yüzeylere dağılmış kafaların altındaki izler bütünü silindiri oluşturduğundan

## 230 İŞLETİM SİSTEMLERİ

belirli bir silindire göreli kafa numarası, erişilen yüzey ve izi birlikte belirler. İze göreli sektör numarası da, doğal olarak erişilmek istenen sektör numarasıdır. Bilindiği gibi, bir bilgisayar sisteminde kütükler, değişik soyutlama düzeylerinde ele alınırlar. Bu soyutlama düzeylerinden en üstte olanı kullanıcılar tarafından kullanılanıdır. Yukarıda açıklanan kavramsal düzey kütük işlemlerinin taban aldığı soyutlama düzeyi, bu ilk düzeydir. Bu düzeyde kütükler, genellikle saklandıkları ortam ve sistemden bağımsız olarak düşünürlür. Kullanıcılar için kütüklerin herbiri doğrusal bir tutanak, hatta bayt dizisidir. Kütükleri oluşturan öğelerin (tutanak ya da baytların) adresleri mantıksal olup kütük başına görelidir. Mantıksal adreslerle tanımlı her kütük ögesinin, saklandığı sektör itibarıyla, bir de fiziksel adresi bulunur. Fiziksel adresler kütüğün saklandığı sistem ve sürücü kimliği ile sürücü başına göreli silindir-kafa-sektör üçlüsünden oluşur.



Çizim 6.6. Kütüklere ilişkin Değişik Soyutlama Düzeyleri

Sürücü üzerinde bir öbeğin okunması, önce ilgili okuma - yazma kafasının ilgili ize getirilmesini sonra da ilgili sektörlerin arabirim veri yastığına aktarılmasını gerektirir. Bu alt işlemler, giriş / çıkışların programlanmasıyla ilgili konu başlığı altında açıklandığı gibi, sürücü yazılımlar tarafından gerçekleştirilir. Bu yazılımlar, silindir-kafa-sektör üçlüsü ile başlangıç adresi verilen öbeğin ana belleğe aktarılmasını sağlarlar. Kütük öğelerinin silindir-kafa-sektör üçlüsü ile tanımlandığı düzey, alt soyutlama düzeyidir. Kütük yönetim sistemi, soyutlama düzeyleri arasındaki geçişini sağlamakla yükümlüdür. Soyutlama düzeyleri arasındaki geçiş, her zaman kütük başına göreli mantıksal tutanak adreslerinden, sürücüye göreli silindir - kafa - sektör üçlüsüne geçiş biçiminde olmayabilir. Kimi disk birimleri, anlayışlı arabirimler içermeleri sayesinde, bağlı oldukları bilgisayar sistemine, disk birimini, fiziksel yapısının ayrıntılarından

soyutlayarak, doğrusal bir öbek dizisi olarak sunabilmektedirler. Bir başka deyişle, sürücü başına göreli öbek adreslerinden silindir - kafa - sektör üçlüsünün oluşturduğu fiziksel adreslere geçiş, disk birimince bizzat gerçekleştirilmektedir. Bu durumda kütük yönetim sisteminin işlevi yalnızşarak üst soyutlama düzeyinden ara soyutlama düzeyine geçişle sınırlı kalmaktadır. *SCSI* standartındaki disk birimleri, bu tür ara soyutlamaya olanak sağlamaktadır. Şimdiye deðin sözkonusu edilen deðiþik soyutlama düzeyleri, Çizelge 6.5'de, her düzeye ilişkin nesneler ile bunlar üzerinde işlem yapan komut, çağrı ve işlevlerle birlikte özetlenmiştir.

**Çizelge 6.5. Kütük Yönetim Sistemine ilişkin Soyutlama Düzeyleri**

Soyutlama düzeyi	Kullanıcı sınıfı	Nesneler-Kimlikleri	Komut, Çaðrı, İşlevler
1	Uç Kullanıcılar	Kütükler- Kütük Adı	create, delete, rename, copy, list, type, cd
2	Derleyiciler, Sistem Programcılar	Mantıksal Tutanak - Kütük başına görelî adres	open, close, read, write, seek
3	Kütük Yönetim Sistemi	Öbek - Sürücü başına görelî doğrusal adres	seek, read, write
4	Sürücü Yordamlar	Öbek - (Silindir, Kafa, Sektör) üçlüsü	seek, read, write

### 6.3. Kütük Yönetim Sisteminin Ele Alınıþı

Kütük yönetim sisteminin, kavramsal kullanım modeli çerçevesinde yerine getirebildiği işlevler açıklandıktan sonra, şimdi, bunların işletim sistemi tarafından nasıl ele alındığı incelenecektir. Bu kapsamda, önce kılavuz kütükler incelenecek, bunlar aracılığıyla diskin deðiþik yüzey ve izlerine serpiþtirilmiş kütük öğelerine nasıl erişildiği açıklanacaktır. Bu açıklamalar verilirken, çoðunlukla *MS-DOS*, *UNIX* gibi yaygın kullanılan işletim sistemlerinin kullandığı yaklaþımlardan yararlanılacaktır. Bunun sonrasında disk sektörlerinin kütüklere nasıl atandığı, boş sektörlerin nasıl izlendiði ve bu bağlamda disk sektörlerinin en verimli kullanımının nasıl sağlandığı konularına yer verilecektir.

#### 6.3.1. Kılavuz Kütüklerin Ele Alınıþı

Disk biriminden bir seferde okunup yazılabilen veri birimi öbek olarak adlandırılır ve çoğu kez birden çok sektör içerir. Kütükleri oluþtururan mantıksal tutanaklar, disk üzerine serpiþtirilmiş bu fiziksel öbekler içinde saklanır. Kılavuz kütükler, kullanıcılar

## 232 İŞLETİM SİSTEMLERİ

tarafından verilen simgesel kütük kimlikleri ile bu kütüklerin fiziksel öbeklerini ilişkilendirmeye yarayan yapılardır. Kılavuz kütükler, bu bağlamda kütük adları ve bunlarla ilgili fiziksel öbek adresleri listesi olarak düşünülebilir. Bu listede her kütüğe ilişkin bir satır yer alır. Her satırda, ilgili kütük adı ve fiziksel öbek adreslerinin yanı sıra kütük türü, öznitelik bilgileri, yaratılma ve günlenme tarihleri gibi bilgiler bulunur. Kullanıcılar, sistem komutlarını kullanarak, sistemde saklanan kütükleri görüntülemek istediklerinde bu kılavuz kütüğün dökümünü alırlar. Bu dökümde, doğal olarak, öbek adresleri gibi kullanıcıyı ilgilendirmeyen fiziksel erişim bilgileri yer almaz. Bu bilgiler, kütüklere fiziksel olarak erişmek gerektiğinde sistem tarafından kullanılır. Örnek bir kılavuz kütük satır içeriği aşağıda verilmiştir.

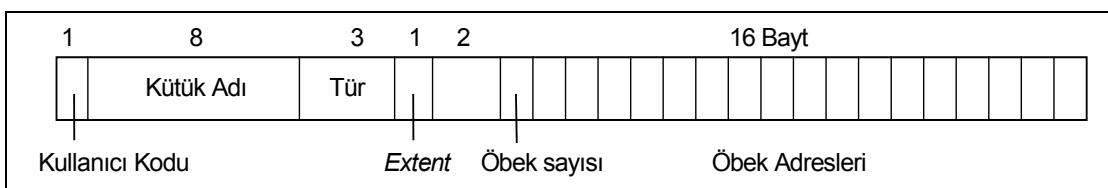
Kütük Adı	Kütük Türü	Öznitelik Bilgisi	Yaratılma Tarihi	Günlenme Tarihi	Fiziksel Öbek Adresleri ya da İlk Öbek Göstergesi
-----------	------------	-------------------	------------------	-----------------	---

Bu bilgiler arasında kılavuz kütüğün temel işleviyle doğrudan ilişkili olanlar kütük adı ile fiziksel öbek adresleri ya da ilk öbek göstergesidir. Kütük adı, kullanıcının, aynı kılavuz kütük üzerinden erişilen diğer kütük adlarıyla çelişmemek koşuluyla, özgürce belirlediği, *örnek1*, program gibi simgesel bir addır. İşletim sistemleri kütüklere verilen adların içерdiği damga tür ve sayılarına, genelde, "kütük adı en çok 8 damgadan oluşmalıdır", "ilk damga, alfasyasal olmak zorundadır" gibi, kısıtlayıcı kurallar getirirler. Kütük türü kütük adının bir ekidir. Bu ek bilgiden kullanıcılar ve işletim sistemi, kütükleri sınıflandırmak, gruplandırmak için yararlanırlar. Kütüğün, örneğin ikili ya da *ASCII* türü bilgi içermesine göre, *bin*, *txt* gibi tür bilgileri, kütük adına eklenir. Kütük öznitelik bilgileri, çoğunlukla erişim haklarıyla ilgilidir. Kütüğe hangi grup kullanıcının hangi haklarla erişim yapabileceği, öznitelik kodu ile belirlenir. Bir kütüğe, örneğin sahibinin günleme, bunun yer aldığı kullanıcı grubunun salt okuma, diğer kullanıcıların ise salt işletim amacıyla erişim yapabileceği bilgisi öznitelik kodu içinde yer alır. Kılavuz kütük içinde kütükle ilgili kimi tarih bilgileri, özellikle karşılaştırma ve yedekleme işlemleri için bulundurulur.

Kütüğün, fiziksel öbek adresleri, kılavuz kütük içinde değişik biçimlerde yer alabilir. Bunlardan en yalnız, bu adreslere, kılavuz satırı içinde ardarda yer vermektedir. Örneğin, *personel* adlı bir kütük, sürücünün, *a*, *b*, *c*, *d*, *e* adresli 5 öbeğini kaplıyorsa, bu adreslerin tümüne, aşağıda gösterildiği biçimde kılavuz satırı içinde yer verilir:

personel					a	b	c	d	e
----------	--	--	--	--	---	---	---	---	---

Bir sistemde saklanan kütükler değişik boylarda olabileceklerinden, bu yaklaşımı göre, her kütükle ilgili kılavuz satırı da değişik uzunlukta olacaktır. Kılavuz kütüğü oluşturan satırların eşit ve benimsenebilir bir uzunlukta olması gereklidir. Bu kısıtlama öbek adresleri alt alanına, dolayısıyla kütük boylarına önemli bir sınırlama getirir. Bu sınırlamayı aşmak üzere aynı kütük için birden çok kılavuz kütük satırı kullanılabilir. Ancak bu durumda, kılavuz kütük satırlarının, ilk satır ve ek satırlar olarak kodlanması gereklidir. *MS-DOS* işletim sisteminin atası sayılan *CP/M* (*Control Program for Microcomputers*) işletim sisteminde buna benzer bir yaklaşım kullanılmıştır.



Çizim 6.7. CP/M Kılavuz Kütük Satırı Görünümü

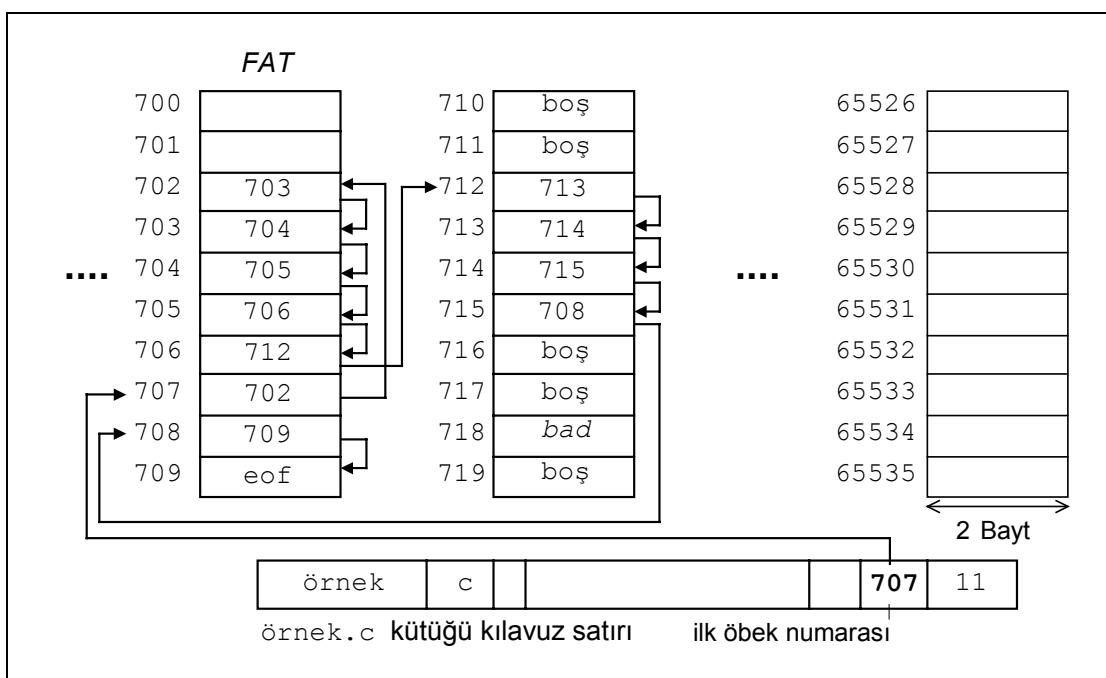
*CP/M*'in kullandığı kılavuz kütük satır uzunluğu 32 bayttır. Her kütük satırında 16 bayt disk öbek adreslerini tutmak için öngörülmüştür. İlk satır - ek satır kodlaması, *extent* adlı bir alt alan üzerinde yapılmaktadır. Bu alt alan sayesinde, 16 baytla kodlanabilen öbek sayılarından daha çok öbeğe sahip bir kütüğün birden çok kılavuz kütük satırı bulunabilmekte ve *extent* alt alanında bunların sıra numarası tutulmaktadır. Mikrobilgisayarlar için öncü bir işletim sistemi olan ve tek düzeyli bir kılavuz kütük yapısına sahip *CP/M*'in kullandığı bu model çok kullanışlı ve esnek bir model değildir. Mikrobilgisayar işletim sistemi olarak *CP/M*'i izleyen *MS-DOS*'ta bu yapı ve yaklaşım kullanılmamıştır. *MS-DOS*'ta kullanılan yapıda, kılavuz kütük satırı içinde, kütüğe ilişkin tüm öbek adreslerini tutmak yerine bu öbek adreslerinin tutulduğu veri yapısını gösteren ve ilk öbek numarası olarak anılan bir göstergе tutulur (Çizim 6.8). Bu veri yapısı *FAT File Allocation Table*, kütük atama çizelgesi olarak adlandırılır.



Çizim 6.8. MS-DOS Kılavuz Kütük Satırı Görünümü

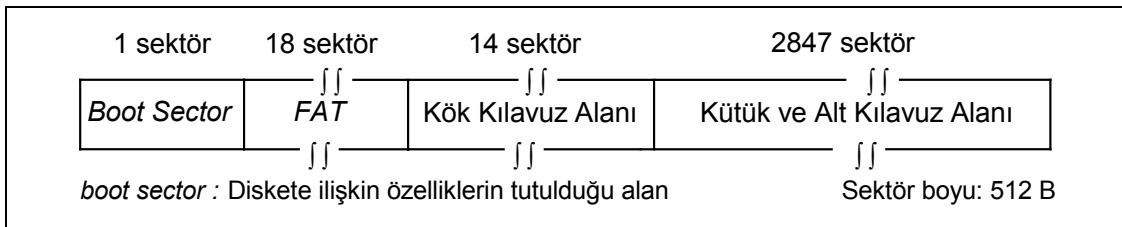
*MS-DOS*'ta kütükler sürücü tabanında ele alınırlar. Bir sürücüye ilişkin öbekler, kütüklere, *FAT* aracılığıyla atanırlar. *FAT*, ilgili olduğu sürücünün içerdigi öbek sayısına kadar ögeden oluşan bir dizidir. Bu dizide her öge, ilgili sürücünün bir öbegini temsil eder. Her öge tüm öbekleri kodlayabilemeye olanak verecek sayıda bitten oluşur. Örneğin *MS-DOS*.3'te *FAT* öge uzunluğu 16 bittir. *MS-DOS* kılavuz kütük satırındaki ilk öbek numarası, *FAT*'ın bir ögesinin numarasıdır. *FAT*'ta bu numaraya karşı gelen öge ile başlayan bağlı liste, kütüğün diğer öbek numaralarını gösterir. Liste sonu, *eof*, kütük sonu damgasıyla belirlenir. Çizim 6.11'de *örnek1.c* adlı, ilk öbek numarası 707, son öbek numarası da 709 olan, 12 öbeklik bir kütüğün erişim zinciri gösterilmiştir. Çizim, öge boyunun iki bayt (16bit) olması dolayısıyla *FAT*'ın en çok 65536 öge içerebileceği düşünülerek çizilmiştir. Ancak disk birimlerinin sığalarına ve kullanılan öbek boyuna bağımlı olarak *FAT*'ın boyu, her sürücü için değişik olabilmektedir. Örneğin 1.44 MB sığa ve 512 Bayt (0.5KB) öbek boyuna sahip standart disketler için *FAT*,  $1440 / 0.5 = 2880$  ögeden oluşur. Bu durumda *FAT*'ın boyu  $2880 \times (12/8) = 4320$ ; yaklaşık 4 KB olur. Burada *FAT* öge boyu 12 bit olarak alınmıştır.

Kılavuz kütükler, ilgili oldukları sürücüler üzerinde saklanırlar. Bu ilke, sürücülerin sistemden sisteme taşınmasına, geçici olarak işletim dışında tutulabilmelerine olanak verir. Bilindiği gibi kılavuz kütükler, diğer kütüklere erişimde yararlanılan, bu kütüklerin fiziksel öbek adreslerinin izini tutan kütüklerdir. Bu nedenle, herhangi bir kütüğe erişmeden önce kılavuz kütüğüne erişmek gereklidir. Kütüklerle ilgili işlemlerde, diske erişim sayısını artırmamak için, üzerinde işlem yapılan kütüğün kılavuz kütük satırı, daha önce açıklanan *open* işlemi aracılığıyla ana belleğe taşınır. *close* işlemi ile kütük üzerinde yapılan işlemlerin son bulduğu bilgisi sisteme aktarılana deðin de ana bellekte tutulur. Bu gerekçeye dayalı olarak, *MS-DOS* kapsamında kılavuz kütüklerle birlikte kullanılan *FAT*'ın da ana bellekte tutulması gereklidir. *FAT* kılavuz kütükler gibi ilgili sürücü ortamında saklanan ancak işletimin başında ana belleğe yüklenen bir dizidir.

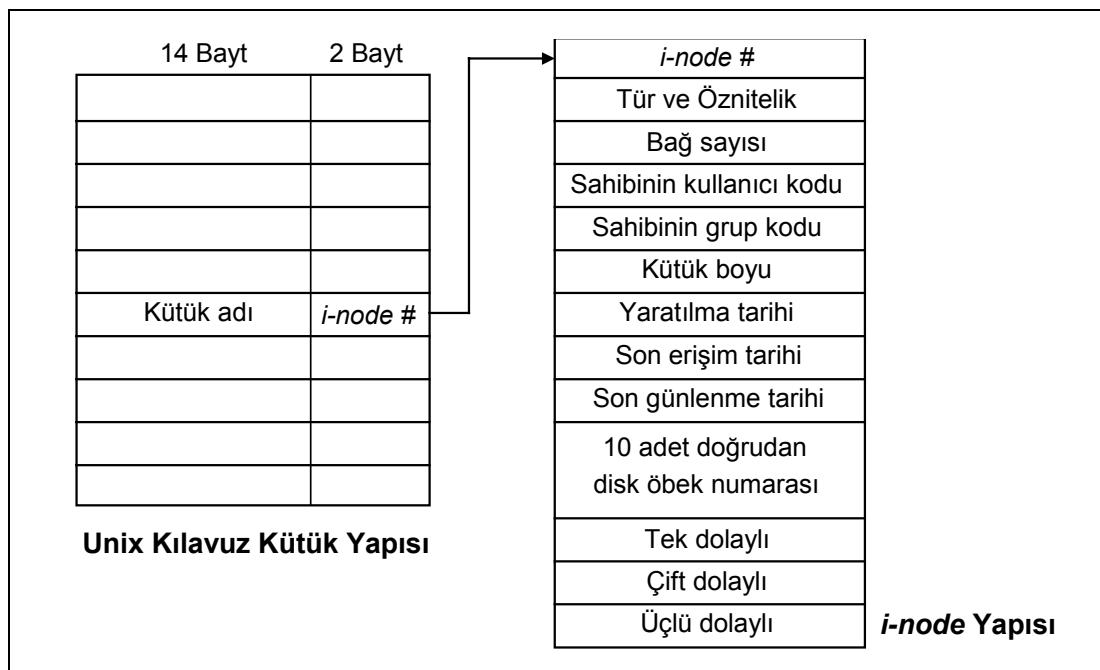


Çizim 6.9. *MS-DOS*'ta Kütük Atama Çizelgesi - *FAT*

Cok düzeyli kılavuz kütük yapısını kullanan kütük yönetim sistemlerinde kılavuz kütükler kök kılavuz ve alt kılavuzlar olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Genellikle sıradan kütükler gibi ele alınan alt kılavuz kütüklere kök kılavuz aracılığıyla erişilir. Kök kılavuzun yer aldığı disk öbeklerine nasıl erişileceğini gösteren bir yapı bulunmadığından kök kılavuzların ilgili oldukları sürücü üzerindeki konumları değişmezdir. Bu bağlamda, *MS-DOS*, 1.44 MB'lık disketlerde, kök kılavuzu 19 uncu sektörden başlayarak, en çok 14 sektörlük yer kaplayacak biçimde yaratır. *MS-DOS* kapsamında disklerin genel düzenlenmiş biçim, 1.44 MB'lık disket birimi ile Çizim 6.10'da örneklenmiştir. Kök kılavuzlar, sürücünün formatlanması (kullanıma ilk hazırlanışı) sırasında yaratılırlar.

Çizim 6.10. *MS-DOS*'ta 1.44 MB Disket Birimlerinin Düzenleniş Biçimi

Fiziksel öbeklere erişimde, *FAT* türü bir veri yapısının kullanılmasının önemli sakıncaları bulunur. Bunlardan en önemlisi bu veri yapısının boyutuyla ilgilidir. *FAT*, ana bellekte saklanması itibarıyla boyutları sınırlı kalması gereken bir veri yapısıdır. Öbek boyu 1 KB olan 32 MB sıkasındaki bir disk sürücü için gerekli *FAT* uzunluğu, 16 bitlik *FAT* öğeleri için 64 KB'dır. Bu uzunluk, öbek boyu 4 KB olan 2 GB'lık bir disk sürücü için ise, 24 bitlik *FAT* öğeleri ile 1,5 MB olur. Sürücü sıkasına bağlı olarak daha da büyüyecek bu yapıların ana bellekte saklanabilmesi, belirli bir büyülüğün üstünde düşünülemez. Bu nedenle, büyük sıkada disk birimleri içeren sistemlerde, *FAT* ilkesine dayalı kılavuz kütük yapıları kullanılamaz.

Çizim 6.11. *UNIX*'te *i-node* ve Kılavuz Kütük Görünümü

*UNIX* işletim sisteminde, simgesel kütük adı ile bu kütüğün fiziksel disk öbeklerinin ilişkilendirilmesi *i-node* adlı yapılar aracılığıyla gerçekleştirilir. *i-node*, *FAT*'ın işlevini sistemde saklanan her kütük için, ayrı ayrı getiren bir çizelgedir. *UNIX* işletim sisteminde kök kılavuz, sürücülerden bağımsız olarak düşünülür ve öyle ele alınır. Bu nedenle, kök kılavuz sistem için biriktir. *UNIX* işletim sisteminde, giriş/çıkış bağımsızlığı ilkesi çerçevesinde, giriş/çıkış sürücülerini kütükler gibi düşünülür ve

herbirinin bir kütük kimliği bulunur. Herhangi bir sürücüye erişmek gerekiğinde, ilgili kütükten okuma-yazma yapılmış gibi davranıştır. Sisteme yeni bir sürücünün eklenmesi ya da çıkarılması durumunda da, bu sürücülere karşı gelen kütük adlarının, `mount`, `dismount` gibi sistem komutları ile kök kılavuza eklenmeleri ya da buradan çıkarılmaları gerçekleştirilir. Bu bağlamda, *UNIX*'te kılavuz kütükler kütük adı ve *i-node* numarasını içeren satırlardan oluşurlar (Çizim 6.11).

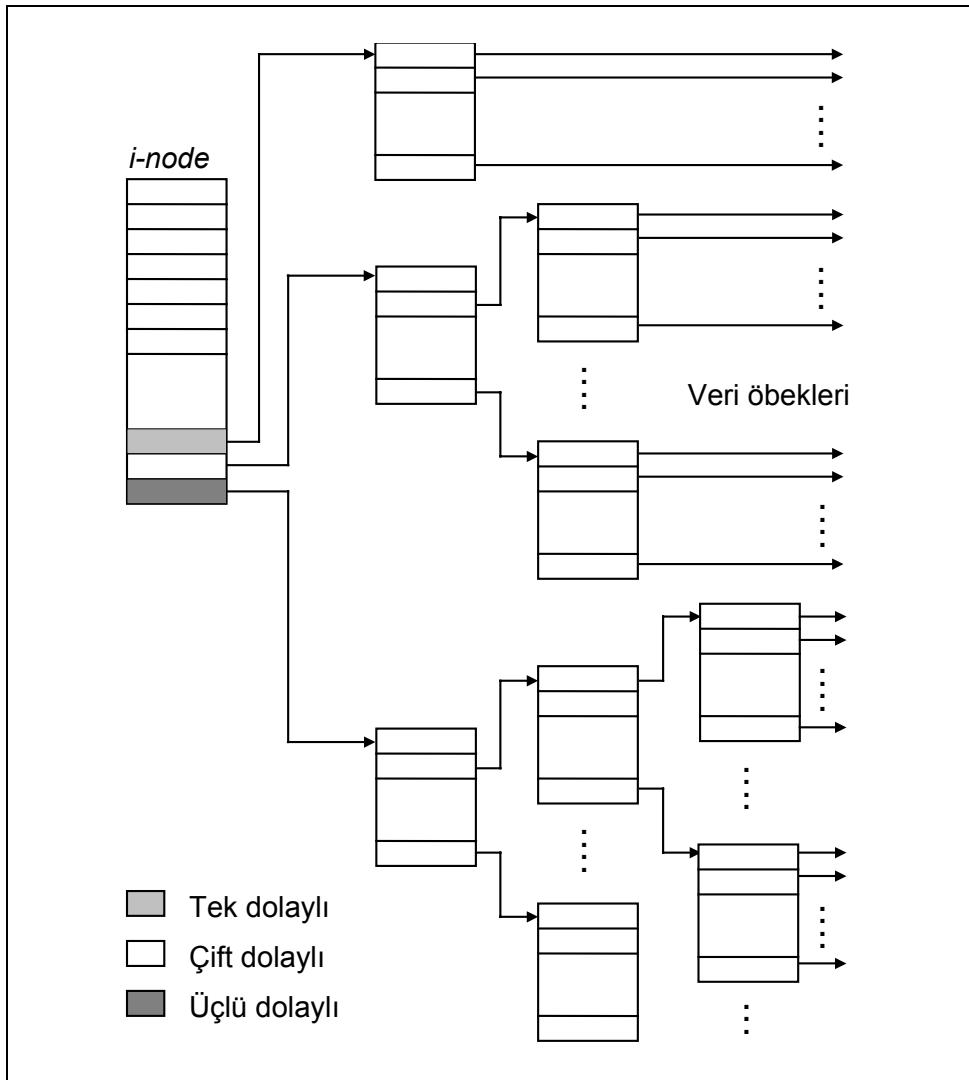
Kütük adının, kütüğün saklandığı disk öbek adresleri ile ilişkisi, *i-node* içinde bu amaçla öngörülen alt alanlar aracılığıyla kurulur. *i-node* içinde ilgili kütüğün öbek adreslerini tutmak üzere 4 değişik alt alan bulunur. Bu alt alanlardan ilki, ilk 10 öbek adresini tutar. Eğer bir kütük 10 ya da daha az öbek içeriyorsa bu öbek adresleri *i-node* içinde doğrudan yer alır. Diğer alt alanlar kullanılmaz. Kütük 10'dan daha çok öbeğe sahipse, ilk onun dışındaki öbek adresleri, ikinci alt alanda adresi bulunan öbek içinde saklanıyor demektir. Bu öbeklere erişim dolaylı olarak gerçekleşir. Bu bağlamda, eğer öbek adresleri 32 bit (4 bayt) ile kodlanıyorsa 2 KB'lık bir öbek içinde 512 dolaylı öbek adresi saklanabilir. Bu örnek çerçevesinde, ilk ve ikinci alt alanların kullanılmasıyla, toplam  $10 + 512 = 522$  öbeği adreslemek olanaklıdır. İlk ve ikinci alt alanların kullanılması kütüğün tüm öbek adreslerini tutmakta yetersiz kalırsa, bu kez üçüncü alt alan kullanılır. Üçüncü alt alanda yer alan öbek, diğer kütük öbek adreslerini tutan öbeklerin adreslerini içerir. Yukarıda verilen varsayımlara göre, üçüncü alt alanın kullanılması durumunda, toplam  $10 + 512 + 512^2$  öbek adreslenebilir. Bunun da yetersiz kalması durumunda dördüncü alt alan kullanılır. Bu durumda, yine yukarıdaki örneğe göre, en çok  $10 + 512 + 512^2 + 512^3$  öbek adreslenebilir. *UNIX* kapsamında bir kütüğün içerebileceği en büyük öbek sayısı  $[10 + \alpha + \alpha^2 + \alpha^3]$  olur<sup>24</sup>. Burada  $\alpha$  öbek boyunun öbek adres boyuna oranıdır. Yukarıdaki örnekte bu oran  $2048 / 4 = 512$  olarak bulunmuştur (Çizim 6.12).

*i-node* içerisinde, ilgili kütüğün fiziksel öbek adreslerinin yanı sıra başka bilgilere de yer verilir. Bu bilgiler, kütük sahibinin kullanıcı ve grup kodu, kütük boyu, yaratılma, son erişim ve son günlenme tarihleri ile bağ sayacıdır. Bağ sayacı, kütüğe kaç alt kılavuzdan erişildiğini tutan bir sayaçtır. *UNIX*'de, kılavuz kütük için, döngüsüz yönlü çizge yapısı kullanılarak kütüklerin birden çok alt kılavuz altında yer almalarına olanak sağlanır. Bununla, kütüklerin kullanıcılar arasında ortaklaşa kullanılabilmesi amaçlanır. Birden çok alt kılavuz altında yer alan bir kütüğün, sistemde tek bir kopyası saklanır. Kütüğün *i-node* yapısı da biriciktir. Kütüğün yer aldığı değişik alt kılavuzların herbirini aynı *i-node* yapısını gösterir. Bu yapı doğal olarak kimi sorunları da beraberinde getirir. Bu sorumlardan en önemli kütüğün silinmesinin ortaya çıkacağı sorundur. Kütüğün bir alt kılavuz altından silinmesi diğer alt kılavuzlar altındaki varlığını etkilememelidir. Bu amaçla, *i-node* içinde, bağ sayacı olarak adlandırılan bir alt alan öngörlür. Bağ sayacı içeriği, kütük yaratıldığında birdir. Kütüğün başka bir alt kılavuz altında

---

<sup>24</sup> En büyük kütük boyuyla ilgili bir diğer kısıtlama da öbek adreslerini kodlamak üzere öngörülen bit sayısından gelir. Bu örnekte öbek adreslerinin 32 bit ile kodlandığı varsayılmıştır. Bu, en büyük öbek sayısını  $2^{32}$ , en büyük kütük boyunu da  $2^{32} \times 2 \text{ KB} = 8 \text{ TB}$  ile sınırlar. Ancak bu sınırlama  $10 + 512 + 512^2 + 512^3$  değerinin çok ötesindedir.

gösterilme işlemi sonrasında bu içerik bir artırılır. Kütüğün herhangi bir alt kılavuz altından silinmesi durumunda da bu içerik bir eksiltir. Kütüğün sistemdeki varlığı, ancak bağ sayısı birken silinmesi durumunda son bulur.

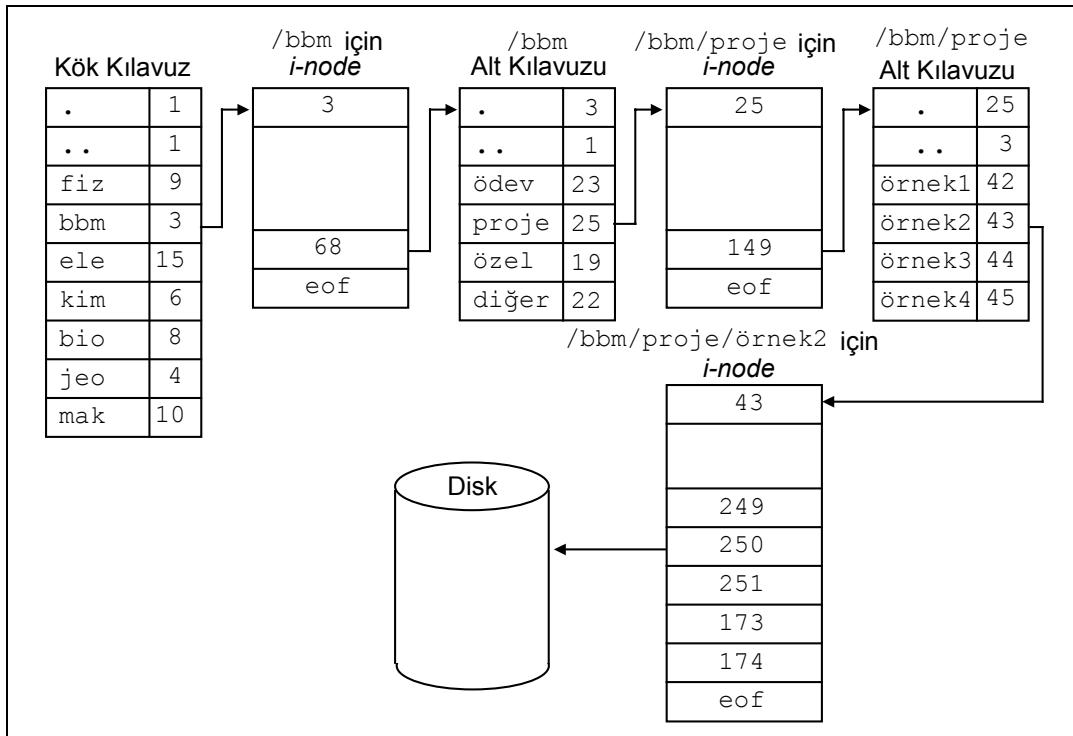


Çizim 6.12. UNIX'te Fiziksel Disk Öbeklerine Erişim Düzeneği

*UNIX*'in *i-node* içinde tuttuğu bağ sayacı ile gerçekleştirdiğini, başka işletim sistemleri simgesel bağ olarak anılan başka bir yöntemle gerçekleştirirler. Simgesel bağ yönteminde bir kütüğün bir başka alt kılavuz altında da görünmesi (bağ kurulması) istendiğinde, bu alt kılavuz altında, işletim sistemi tarafından, kütüğün erişim izini içeren *link* türü yeni bir kütük yaratılır. Kütüğe bu alt kılavuz altından erişmek gerekiğinde, kütük izini içeren özel kütük okunur. Elde edilen iz kullanılarak kütüğe erişim sağlanır. Doğal olarak kütük izini içeren *link* türü özel kütüğün yaratılması, kütük izini kullanarak erişimin sağlanması işlemleri, işletim sistemi tarafından kendiliğinden yerine getirilen, kullanıcıya saydam işlemlerdir. Simgesel bağ yönteminde kütük silme

işlemlerini denetleme olanağı bulunmaz. Birden çok alt kılavuz altında görünen bir kütüğün sahibi tarafından silinmesi sonrasında, diğer alt kılavuzlardan, kütük izi kullanılarak yapılacak erişimler, olmayan kütük uyarısı ile sonlanırlar.

*i-node* içerisindeki kullanıcı ve grup kodları ile öznitelik bilgilerinden kütüge erişim haklarının denetlenmesi amacıyla yararlanılır. Yaratılma, son erişim ve son günlenme tarihleri, çoğunlukla kütüklerin sistemli yedeklenmesi, yer açma amacıyla kimi kütüklerin disklerden çıkarılması gibi işletim amaçlı işlemlerde yararlanılan bilgilerdir. Bu konulara Koruma ve Güvenlik başlığı altında ayrıntılı olarak yer verilecektir.



Çizim 6.13. UNIX'te Kütük Kimliğinden Fiziksel Disk Öbek Adreslerine Geçiş

Çizim 6.13'te, *i-node* ve kılavuz kütük yapıları kullanılarak, kimliği verilen (/bbm/proje/ornek2 adlı) bir kütüge nasıl erişildiği örneklenmiş ve bu yolla, UNIX kapsamında simgesel kütük kimliğinden fiziksel öbek adreslerine geçiş düzeneği özetlenmiştir. Bu örneğe göre, önce /bbm alt kılavuzuna erişim sağlanmaktadır. Bunun için, kök kılavuzdan /bbm alt kılavuzuna ilişkin *i-node* numarası elde edilmekte, bu *i-node* yapısına erişilerek /bbm kütüğünün 68 inci fiziksel disk öbeğinde bulunduğu belirlenmektedir. Bunun sonrasında 68 inci disk öbeğinden /bbm alt kılavuz kütüğü okunmaktadır. İlk aşamada, aynı /bbm alt kılavuzu için olduğu gibi, /proje alt kılavuz okunmaktadır. Bu kütüğün *i-node* numarasının 25, bulunduğu disk öbeğinin ise 149 uncu öbek olduğu belirlenmektedir. 149 uncu öbekten, örnek2 kütüğünün 43 numaralı *i-node* yapısını kullandığı anlaşılmaktadır. 43 numaralı *i-node* yapısından, örnek2 kütüğünün 249, 250, 251, 173, 174 numaralı 5 disk öbeğini kapladığı görülmektedir.

### 6.3.2. Kütüklere Diskte Yer Atama Yöntemleri

Kütük yönetim sisteminin temel işlevlerinden bir tanesi de, sistemde disk alanlarının verimli kullanılmasının sağlanmasıdır. Kütüklere, gereksedikleri disk alanlarının atanması, bu temel işlev gözetilerek yapılır. Kütük yönetim sisteminin kütüklere yer atayabilmesi için boş disk alanlarını izlemesi de gerekir. Disk alanları genelde öbek dizisi olarak düşünülür. Öbek, ikinin katları kadar sektörden oluşan bir bütündür. Her öbeğin, disk üzerindeki konumunu belirleyen, genelde silindir, kafa ve başlangıç sektörü üçlüsünden oluşan fiziksel bir adresi bulunur. Kütüklere diskte yer atamalar öbek yada öbek kümesi tabanında yapılır. Bu durum, sayfalı bellek yönetiminde, belleğin sayfalar dizisi biçiminde ele alınmasına ve görevlere de sayfa, sayfa atanmasına benzer.

Kütüklere diskte yer atanırken en çok gözetilen kıstas erişim hızıdır. Disk öbeklerinin kütüklere atanması aşamasında, erişim hızının en yüksek olacağı düzende atama yapılmaya çalışılır. Bir kütüğe ilişkin tüm öbeklerin aynı silindirde yer alması durumunda, bu öbeklere ardarda yapılan (sıradan) erişimlerde yatay kafa hareketi gerekmez. Kütüğe erişim hızı artar. Bunun tersine, öbekleri diskin birbirine uzak silindirlerine serpiştirilmiş bir kütükten yapılacak sıradan okuma işlem hızının da düşük olacağı açıklıktır. Bu gözlemlere dayalı olarak, disk öbeklerinin kütüklere elverdiğince bitişken konum ve silindirlerde atanmasına özen gösterilmesi gerekeceği söylenir<sup>25</sup>.

Disk öbeklerinin kütüklere elverdiğince bitişken olarak atanması diskin verimli kullanımını olumsuz yönde etkiler. Disk alanlarının verimli kullanımı, kütük yönetim sisteminin gözetmesi gereken temel bir kıstastır. Boş disk alanları yeni yaratılan ya da işletim aşamasında büyüyen kütüklerce tüketilir. Silinerek sistemdeki varlığına son verilen kütüklerin serbest bıraktığı alanlar ise, yeniden boş alanlara dönüşürler. Kütüklere bitişken öbekler atama, bu süreç içerisinde, aynı ana bellekte olduğu üzere disk alanlarının parçalanmasına neden olur. Kullanılan alanların arasına sıkışmış küçük boş alanlardan yararlanılamaz. Bu, disk kullanım verimliliğini olumsuz yönde etkiler.

Kütük yönetim sistemi, bu durumda, erişim hızı ile kullanım verimliliği gibi birbiriyle çelişen iki kıstası uzlaştırmak zorunda kalır. Bu uzlaştırmada bir kıstasa, diğerine göre daha çok ağırlık veren değişik atama yöntemleri kullanılır. Bunlar:

- Bitişken ve
- Bitişken olmayan

atama yöntemleri olarak genelde ikiye ayrılır. Bitişken olmayan atama yöntemleri de, kendi içlerinde:

- Zincirli ve
- Dizinli

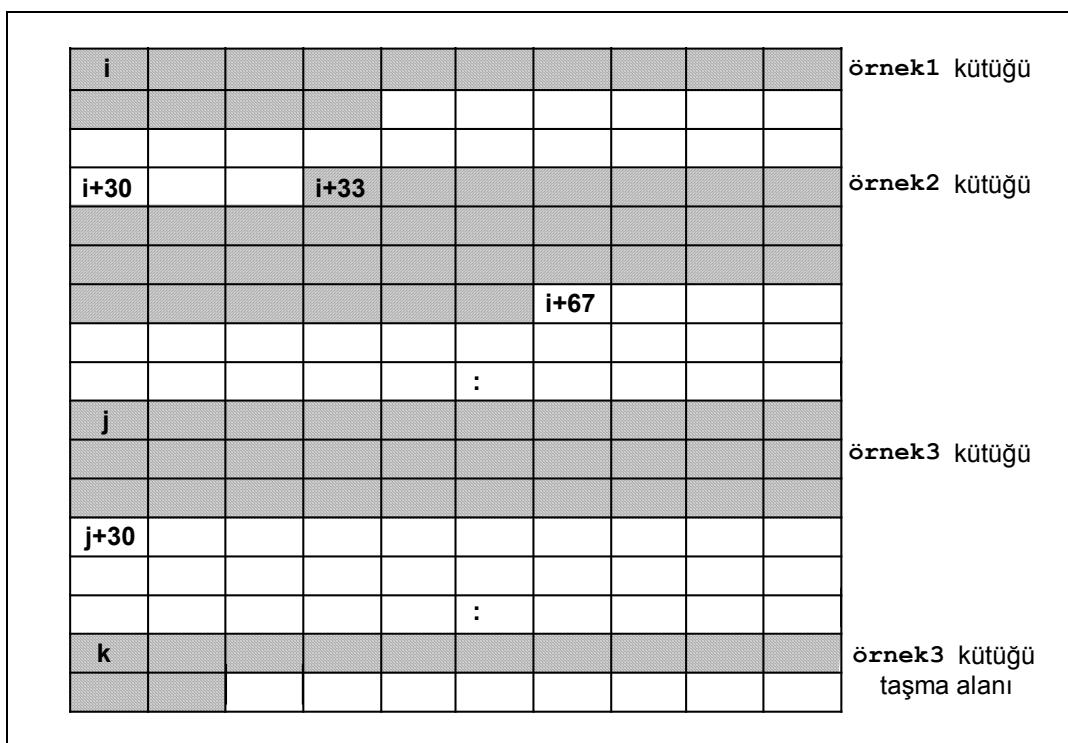
---

<sup>25</sup> Diskte herhangi bir öbeğe erişim hızı, okuma-yazma kafasının, o öbeğin yer aldığı silindire olan yakınlık ya da uzaklığa bağlıdır. Ana bellekte ise, disktekinin tersine herhangi bir sözcüğe erişim hızı, sözcüğün bellek adresi evreni içindeki konumundan (belleğin başında ya da sonrasında bulunmasından) bağımsızdır. Ana bellek bu nedenle RAM (Random Access Memory - rasgele erişimli) bellek olarak da adlandırılır.

olarak ikiye ayrılırlar. İzleyen kesimde bu yöntemler açıklanacak ve herbirinin olumlu ve olumsuz yönleri tartışılacaktır.

### a. Bitişken Yer Atama Yöntemi

Kütüklere bitişken yer atama yönteminde bir kütüğün gereksediği tüm alan, fiziksel adresleri ardarda gelen bitişken disk öbekleriyle karşılanır. Kütük yaratılırken gereksenen toplam alan boyu belirlenerek atama yapılır. Ancak bir kütüğün gereksediği tüm disk alanının, kütüğün yaratıldığı anda saptanabilmesi her zaman olanaklı değildir. Örneğin bir metin düzenleyici aracılığıyla yazılan bir metnin ya da kaynak programın ne uzunlukta olacağını önceden kestirebilmek, ilgili kütüğün yaratılmasından da sorumlu olan metin düzenleyici yazılım için olanaksızdır. Bunun kullanıcıdan istenmesi de anlamsızdır. Toplam kütük boyunun önceden kestirilemediği durumlarda, kimi ortalama değerlere başvurulur. İşletim aşamasında büyüterek bu ortalama değeri aşan kütükler için, ilk atanan alanla bitişken olma zorunluluğu bulunmayan taşıma alanları öngörülür. Dönem dönem, diskte, işletim dışı bitirme işlemlerine başvurularak taşıma alanları bulunan kütüklerin yeniden tümüyle bitişken biçimde getirilmesi sağlanır.



Çizim 6.14. Kütüklere Diskte Bitişken Alan Atama Yöntemi

Çizim 6.14'de, sırasıyla 14, 33 ve 42 öbeğe sahip örnek1, örnek2 ve örnek3 adlı 3 kütüğün, bitişken yer atama yöntemine göre diskteki yerleşimleri örneklenmiştir. Burada, boyları önceden kestirilemeyen kütükler için 30 öbeklik bitişken bir alan atandığı varsayılmıştır. Bu bağlamda örnek1 ve örnek3 adlı kütüklere, başlangıçta 30 bitişken öbek atandığı, örnek3 adlı kütüğün, işletim sırasında bu ortalama değeri

aşması nedeniyle taşma alanına sahip olduğu gösterilmiştir. örneğin adlı kütüğe, boyutları önceden bilindiği için, 33 öbeğin tümünün, yaratma aşamasında atandığı varsayılmıştır. Çizimi karmaşıklaştırmamak üzere fiziksel disk öbekleri, sürücü başına göreli doğrusal adresleri ile gösterilmiştir.

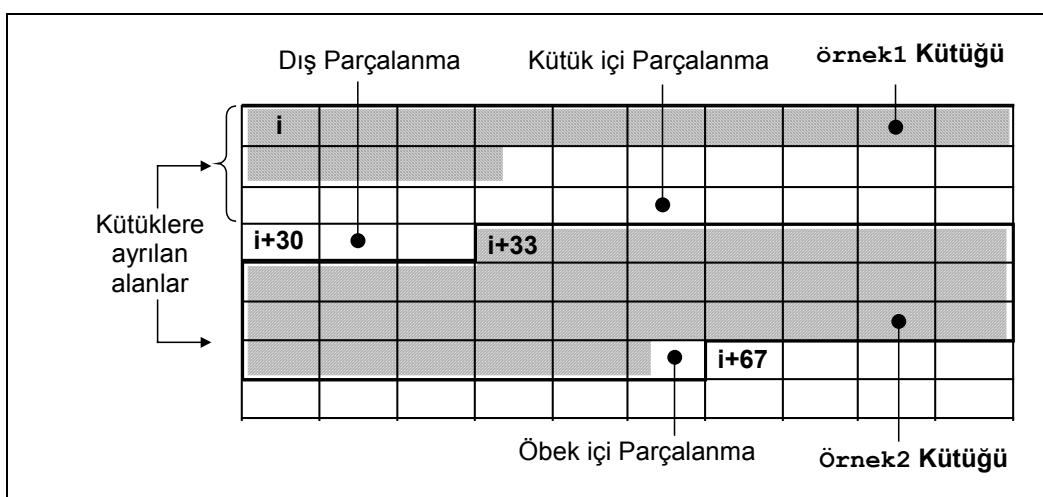
Bitişken yer atama yönteminde kütüklere yer atanırken, boş alan çizelgesi olarak adlandırılan bir çizelgeden yararlanılır. Bu çizelge diskte, kütüklere atanmış bitişken öbek dizileri arasında kalan boş alanların başlangıç öbek adreslerini ve öbek sayılarını tutar. Yeni bir kütük yaratılacağı zaman, boş alan çizelgesi taranarak yeterli büyülükte bitişken bir alan bulunmaya çalışılır. Bu tarama, daha önce ana belleğin yönetimi kapsamında açıklanan ilk uyan (*first fit*) ya da en uygun (*best fit*) adlı algoritmalar kullanılarak yapılabilir. Bulunan alan başlangıç adresi, ilgili kütüğün kılavuz kütük satırına, öbek sayısıyla birlikte işlenir. Bitişken yer atama yönteminin kullanıldığı sistemlerde kılavuz kütük satırları kütüklerin, taşma alanları da dahil, disk alan başlangıç adreslerinin tümünü tutacak biçimde öngörlülebilir. Bir kütüğün, örneğin en çok 3 taşıma alanı bulabilecegi kısıtlaması getirilebilir. İlk alanla birlikte, en çok 4 bitişken alana sahip olabilecek bir kütüğün bu alan adresleri, doğrudan kılavuz satırında tutulabilir. Bu durumda, kılavuz kütükler, hangi alanın hangi kütüğe atandığı bilgisinin tutulduğu disk atama çizelgelerinin işlevini de yerine getirebilirler.

Bir kütüğün silinmesi durumunda, bu kütüğe ilişkin bitişken alan başlangıç adresi ve öbek sayısı, yeni bir öğe olarak boş alan çizelgesine işlenir. Kılavuz kütüklerde silinen kütüklerle ilgili satırlar, çoğu kez yeniden kullanılabilir olduklarını gösterir biçimde damgalanırlar. Başka bir deyişle içerdikleri eski bilgileri korurlar. Bu durumda yeni yaratılacak bir kütüğe boş alan atama, kılavuz kütükler üzerindeki silinmiş kütük satırları taranarak da yapılabilir. Bu biçimde kılavuz kütükler, boş alan çizelgesinin işlevini de yüklenerek biçimde tasarlanabilirler. Başka bir anlatımla, bitişken alan ataması yapılan sistemlerde kütük yönetim sistemi, kılavuz kütük yapısıyla yetinerek kütük atama çizelgesi, boş alan çizelgesi gibi ek veri yapılarına ayrıca gereksinim duymayabilir.

Bitişken alan atama yöntemi kütüklere, gerek sıradan gerekse rasgele erişimlerde en hızlı erişimi sağlayan bir yöntemdir. Zira bu yöntemle bir kütüğe atanan fiziksel öbekler, bu kütüğün mantıksal tutanakları gibi ardarda saklanırlar. Sıradan okuma ve yazmalarda ardarda okunmak istenen mantıksal tutanaklara karşı gelen fiziksel öbekler de ardarda olduğundan disk kafa hareketleri en aza iner. Bilindiği gibi, disk arabirimleri, genelde birkaç izlik verinin arabirim düzeyinde saklanabilmesine olanak veren *cache* adlı yastık bellek birimleri içerirler. Mantıksal tutanakların ardarda fiziksel öbekler içinde saklanması, sıradan okunan bu tutanakların tümünün yastık bellekte bulunabilmesine olanak verir. Okunmak istenen tutanaklar yastık bellekten ana belleğe doğrudan aktarılır. Böylece disk erişim hızı olağanüstü artar. Bitişken alan atama yöntemi, öbek adresi hesaplama işlemlerinin yalınlığı sayesinde, rasgele erişimlerde hız artışı sağlar.

Bitişken alan atama yönteminin en belirgin sakıncası diskte yarattığı parçalanmadır. Bu parçalanma, iç ve dış parçalanma olarak ikiye ayrılır. Yaratılma sırasında, boyu

hakkında kestirim yapılamayan kütüklere ortalama değerler üzerinden, belirli sayıda bitişken öbek ayrılır. Kimi kütükler, işletim aşamasında büyüyerek bu alandan taşabilirken, kimi kütükler de, kendilerine ayrılan alanın tamamını hiçbir zaman dolduramazlar. Kütük içi kullanılmayan bu kesimler, iç parçalanma kapsamında düşünülür. Dış parçalanma, kütük yaratma - silme süreci içerisinde kütüklere ayrılan alanlar arasında kalan, atanabilirlik yönünden kritik boyun altında, küçük kullanılamaz öbek dizilerinin yarattığı parçalanmadır. Bitişken alan atama yöntemi için, her iki türün yarattığı sakınca da önemlidir. Dış parçalanmanın yarattığı olumsuzluk, bitirme işlemi ile ortadan kaldırılmaya çalışılır. Dönem dönem, işletim dışında, kütüklere ayrılan disk alanları bitirilir. Bu yolla, bu alanlar arasına sıkışmış, kullanılamayan küçük parçaların bütünlüğü ve büyük bitişken disk alanlarının elde edilmesi sağlanır. İç parçalanma sorununun genelde çözümü yoktur. Kütük içi kayıplar, ancak ilgili kütüğün silinmesi sonucu, öbek dizisinin boş alan biçimine dönüşmesi ile ortadan kalkar (Çizim 6.15).



Çizim 6.15. Disk Alanlarının Parçalanması ve Parçalanma Türleri

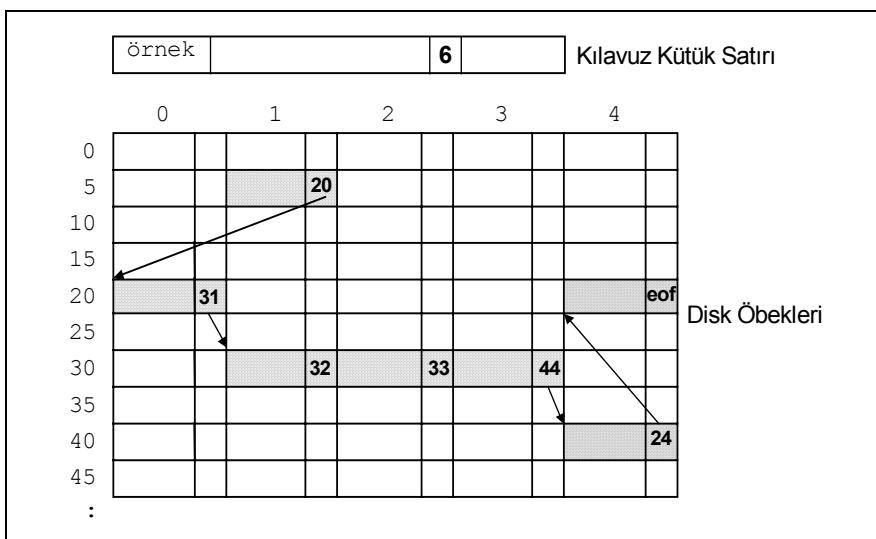
Diskte, yukarıda sözü edilen parçalanmaların dışında, yine iç parçalanma kapsamında düşünülebilecek bir diğer parçalanma daha vardır. Kütüklere atanan alanlar, genelde öbek kümelerinden oluşur. İleride incelenenek diğer yöntemler kapsamında da, kütüklere alan atamaları öbek kümlesi tabanında, birim birim yapılır. Her kütüğün son öbek kümlesi, doğal olarak tümüyle (sonuna kadar) doldurulamaz. Son kümedeki kullanılamayan disk alanları, küçük de olsa iç parçalanmaya kaynaklık ederler. Bu son parçalanma, türü ne olursa olsun tüm atama yöntemleri için söz konusudur.

Diskte iç ve dış parçalanma, erişim hızını en üst düzeyde tutabilmek amacıyla kütüklere bitişken alan atama ilkesinden kaynaklanır. Bu ilkeden vazgeçmeden parçalanmaya etkili bir çözüm yolu bulma olanağı yoktur. Bitişken alan atama yönteminde de, boyu işletim aşamasında büyüyen kütükler için taşıma alanlarının kullanılması yoluyla, bitişkenlik ilkesinden zaten taviz verilmektedir. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak üzere düşünülen bitirme işlemleri ise, zamana mal olan, işletimin dönem dönem

kesilmesini gerektirerek genel başarımı düşüren işlemlerdir. Bu durumda bitişken alan atama ilkesi terkedilip erişim hızından biraz taviz verilerek parçalanmayı azaltma yoluna gidilir. Zincirli ve dizinli alan atama yöntemleri bu bağlamda düşünülür.

### b. Zincirli Yer Atama Yöntemi

Zincirli yer atama yönteminde bir kütüğün sahip olduğu öbek ya da öbek kümeleri birbirlerine zincirleme olarak bağlıdır. Kütüklerle atanan öbeklerin bitişken olma zorunluluğu yoktur. Her öbeğin sonunda küçük bir kesim bağ alanı olarak öngörlür. Her öbeğin bağ alanı bir sonraki öbeğin adresini tutar. Öbek zincirinin ilk öbek göstergesi kütüğün kılavuz kütük satırı içinde tutulur. Kütüğe erişimde bu göstergeden yararlanılır. Bu yöntemle, bir kütüğün  $i$ inci öbeğine erişebilmek için  $(i-1)$ inci öbeğini daha önce okumuş olmak gereklidir. Bu bağlamda bir kütüğün, örneğin 6inci öbeğine erişebilmek için, kılavuz satırında (dolayısıyla ana bellekte) adresi bulunan ilk öbekten başlayarak, sırayla ilk 5 öbeği okumak gereklidir. Çizim 6.16'da 7 öbekten oluşan örnek adlı bir kütüğün, bu yönteme göre, diskteki yerleşimi verilmiştir.



Çizim 6.16. Zincirli Yönteme göre Bir Kütüğün Diskte Yerleşim Örneği

Zincirli yer atama yönteminde, kütüklerle atanan öbekler gibi, diskteki boş öbekler de zincirli biçimde tutulurlar. Bir kütüğe yeni bir öbek atanacağı zaman boş öbek zincirinin ilk öbeği, kütük öbek zincirinin sonuna bağlanır. Bunun için, kütüğün son öbeğinin bağ alanı, yeni atanan öbek adresiyle, yeni atanan öbeğin bağ alanı ise son öge olarak günlenir. Bir kütüğün silinmesi durumunda, serbest kalan öbeklerin, boş öbek zincirine birer birer bağlanması gereklidir. Bu, zincire bağlanan boş öbek sayısının iki katı kadar diske erişim demektir. Zira zincire bağlanan her boş öbek için, bu öbeğin okunması, bağ alanının o anki zincir göstergesi ile, zincir göstergesinin ise bu öbek adresi ile günlenmesi ve öbeğin yeniden diske yazılması gereklidir. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırılmak üzere, bir kütüğün silinmesi sonucu serbest kalan öbekleri, zinciri bozmadan, boş öbek zincirine tümdeň eklemenin yolları aranır. Bunun için, kütük ilk öbek

göstergesinin yanı sıra, bir de son öbek göstergesi tutulur. Bu göstergenin belirlediği son öbek bağ alanı, boş öbek zinciri ilk öbek göstergesi ile günlenir. Bu gösterge de, silinme sonucu serbest kalan kütük öbek zincirine ait ilk öbek göstergesinin değerini alır.

Zincirli yer atama yöntemi sıradan kütük işlemleri için çok uygun bir yöntemdir. Zira öbekler sırayla işlenirken, işlenen öbek bir sonra işlenecek öbeğin adresini içerir. Ancak rasgele kütük işlemleri için aynı şey söylemenemez. Bir kütüğün *i*inci öbeğinin adresi (*i-1*) inci öbeğinde saklandığından *i*inci öbeğe erişebilmek için 0'dan (*i-1*)'e kadar tüm öbekleri okumak ve birer birer, bir sonraki öbeğin adresini elde etmek gereklidir. Bu yol, doğal olarak, pratikte uygulanamaz. Bu sakınca, değişik disk öbeklerine dağılmış bağ alanlarını, ayrı ve özel bir kütükte toplayarak aşılabilir. Bir sürücü üzerindeki tüm kütük öbek adresleri, topluca bu kütükte saklanır. Bu durumda kılavuz kütük satırları, kütüğün ilk öbek adresi yerine bu özel kütük içinde bir konumu gösterir. Bu konumdan başlayarak kütük öbek adresleri, bağlı bir liste biçiminde saklanır. Bir öbeğe rasgele erişmek gerektiğinde bu liste taranarak adresi elde edilir. Tarama işlemlerini hızlandırmak üzere, bu özel kütüğün, işletimin başında ana belleğe taşınması ve işlemlerin ana bellekte yapılması da anlamlıdır. Anımsanacağı gibi, açıklanan bu yol MS-DOS'ta kullanılmıştır. Sürücü öbek adreslerinin saklandığı özel kütük, MS-DOS kapsamında *FAT* olarak adlandırılmıştır (Çizim 6.9).

Zincirli yer atama yönteminin bir diğer zayıf noktası bağ bozulmalarına karşı aşırı duyarlı oluşudur. Bağ alanları ister öbeklere dağılmış, ister özel bir kütük içinde toplanmış olsun kütük zinciri içinde herhangi bir bağ alanının bozulması, o bağdan başlayarak diğer öbeklerin yitirilmesine ve ilgili kütüğün bozulmasına neden olur. Bozulan bir bağ alanının belirlenerek düzeltilmesi ve kütüğün kurtarılması hemen hemen olanaksızdır. Bu sakıncayı aşmak üzere, bağ alanlarının özel bir kütükte saklandığı durumlarda, bu özel kütüğün birden çok kopyası saklanır. Böylece, bozulma durumu ortaya çıktığında, ilgili bağ bilgisi için kütüğün diğer kopyalarına baş vurulur. Örneğin MS.DOS'ta *FAT* iki kopya olarak saklanır.

### c. Dizinli Yer Atama Yöntemi

Zincirli yer atama yöntemiyle, rasgele kütük işlemleri için ortaya çıkan önemli sakınca, dizinli yer atama yöntemi kullanılarak da aşılabilir. Dizinli yer atama yönteminde kütüklere ilişkin öbek adresleri, dizin öbeği olarak anılan bir öbek içinde toplanır. Kütüğün kılavuz kütük satırı, dizin öbeğinin adresini tutar. Kütüklere erişimde önce dizin öbeği okunur. İlgili öbeğin adresi buradan elde edilerek, ikinci aşamada öbeğin kendisine erişilir. Dizin öbeği ana bellekte saklanarak diske, sistemli olarak çift erişim engellenmiş olur. Çizim 6.17'de, bir önceki çizimde söz konusu edilen örnek adlı kütüğün dizinli atama yöntemine göre diskteki yerleşimi ve dizin öbeği örneklenmiştir.

Dizin öbeğinin tutabileceği öbek adres sayısı sınırlıdır. Öbek boyunun 2 KB, adres boyunun ise 32 bit olduğu varsayılsa dizin öbeğinin tutabileceği en büyük adres sayısı 512 olur. Bu, sistemde varlığına izin verilen en büyük kütük boyunun (512 x 2 KB) 1 MB ile sınırlı olması demektir. Bu önemli sınırlamayı aşmak üzere çok düzeyli

dizinleme kullanılır. İki düzeyli dizinlemede her kütük için birinci ve ikinci düzey dizin öbekleri bulunur. Birinci düzey dizin öbeği, yukarıdaki varsayımlara göre 512 değişik ikinci düzey dizin öbeğini gösterir. İkinci düzey dizin öbeklerinin herbiri de 512 kütük öbeğinin adresini tutar. Bu durumda iki düzeyli dizinleme ile  $512 \times 512 \times 2 \text{ KB}$ ; 512 MB'lık kütüklerin adreslemesi gerçekleştirilir. Bunun da yetersiz olması durumunda üç düzeyli dizinlemeye geçilir. Üç düzeyli dizinleme ile  $512 \times 512 \times 512 \times 2 \text{ KB}$  yaklaşık 256 GB'lık kütükleri adresleme olanağı bulunur.

Dizinli yer atama yönteminde boş öbeklerin ele alınışı genelde bit çizelgesi olarak anılan özel bir çizelge aracılığıyla olur. Bu çizelgede her bit disk sürücü üzerindeki bir öbeği temsil eder. Bir öbek bir kütüğe atıldığı zaman çizelgedeki ilgili bit kurulur. Serbest öbeklere karşı gelen bitler ise sıfır değerini içerir. Kütük yönetim sistemi, yeni bir öbek istemi geldiğinde bit çizelgesini tarayarak atama yapar. Öbek boyu 4 KB olan 10 GB sığalı bir disk için tutulan bit çizelgesi 256 Mbit içerir. Bu da 32 MB demektir. Bit çizelgeleri ilgili oldukları sürücüler üzerinde saklanır, işletimin başında, kısmi olarak ana belleğe taşınırlar.

örnek	4	Kılavuz Kütük Satırı			
0	1	2	3	4	
0					6,20,31,32,33,44,24,eof
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
:	Disk Öbekleri				

Çizim 6.17.Dizinli Yönteme göre Bir Kütüğün Diskte Yerleşim Örneği

Dizinli yer atama yöntemi gerek sıradan gerekse rasgele kütük işlemlerinde başarı ile kullanılır. Üzerinde işlem yapılan kütüğün dizin öbeği ana bellekte tutularak diske ek erişimler en düşük düzeyde tutulur. Bu yolla, kütüklerle erişim hızı dizin yapısından çok etkilenmez. Her kütük için ayrı bir dizin öbeğinin tutuluyor olması disk kullanım verimliliğini belirli oranlarda düşürür. Büyük boyutlu kütükler için bu oran çok büyük değildir. Ancak birkaç öbeklik kütükler için sözkonusu oran oldukça yüksek olabilir. Örneğin, yukarıda yapılan varsayımlara göre, 1024KB'a kadar olan kütükler için bir dizin öbeği yeterli olmaktadır. 1024KB'lık bir kütük için yitirilen 2KB'lık bir dizin öbeğinin yarattığı kayıp oranı  $2/1024$ 'dür. Bu %0.2'lik küçük bir kayıptır. 10KB'lık küçük bir kütük için ise sözkonusu kayıp oranı %20'lere varır. Diskte saklanan

kütüklerin çoğu küçük boyutlu kütüklerden oluşursa, genel yer kullanım verimliliği de oldukça düşer. Dizinli yer atama yönteminin önemli sayılabilecek tek sakıncası, diskte neden olduğu bu yer kaybıdır. *UNIX* ve *Windows NT* işletim sistemleri dizinli yer atama yöntemini kullanır. Bu yöntemin küçük boyutlu kütüklerde neden olduğu önemli orandaki yer kaybını en aza indirmek üzere, *UNIX*'te, 10 öbeğe kadar olan kütüklerde doğrudan öbek adresleme yöntemi kullanılır. Bu boydan daha büyük kütükler için dizinlemeye geçilir (Çizim 6.11, 12).

## 6.4. Kütük Yönetim Sisteminin Başarımı ve Güvenilirliği

Kütük yönetim sisteminin başarımı, mantıksal kullanım modeline dayalı işlemlerin yerine getirilişinde ortaya konan hızla ilgiliidir. Kütük yönetim sistemleri, genelde, ana belleğin yönetiminde yararlanılan, ön bellek kullanımı gibi kimi başarım artırıcı yöntemleri kütüklerin yönetimine de uyarlarlar. Bu yolla diske yapılan erişimleri azaltarak ortalama erişim hızlarını yükseltmeyi amaçlarlar.

Kullanıcılar, nitelikli bir bilgisayar hizmeti kapsamında, sistemde sakladıkları kütüklerinin korunacağına ve bunların bilgi bütünlüğünün, kendi hataları dışında bozulmayacağına inanmak ve güvenmek isterler. Bu güven ortamının yaratılabilmesi için, kütüklerin, kullanıcıların istemi dışında, elektrik kesilmeleri, sistem hataları gibi nedenlerle bozulmalarına karşı kimi önlemler alınır. Bu önlemler kütük yönetim sisteminin güvenilirliği kapsamında düşünülür. İzleyen kesimde, kütük yönetim sisteminin başarım ve güvenilirlik konularına değinilecektir.

### 6.4.1. Disk Ön Bellek Alanlarının Kullanımı

Kütük yönetim sisteminin başarımını yükseltmenin yolu diske yapılan erişimleri hızlandırmaktan geçer. Bilindiği gibi disk arabirimleri düzeyinde, birkaç izlik verinin saklanıldığı yastık bellek birimleri bulunur. Disk biriminden bir öbeğin okunması gerekiğinde, ilgili öbek bu yastık alanında ise sürücüye erişime gerek kalmadan istem yanıtlanır. Bu düzenek sürücüye (miknatıslı plakalara) erişim sayısını azaltarak diske ortalama erişim hızını yükseltmeye katkı verir. Arabirim düzeyinde yer alabilen bu yastık belleklerin yanı sıra, bir de ana bellek düzeyinde disk öbeklerini yastıklamaya yaranan ve bu yolla disk birimine erişimi azaltmayı hedefleyen düzenekler bulunur. Disk öbeklerinin yastıklandığı ana bellek kesimi, genel olarak disk ön bellek (*cache*) alanı olarak bilinir. *UNIX* işletim sisteminde bu, *buffer cache* olarak adlandırılır. Disk ön bellek alanları, herhangi bir anda en yoğun kullanılan ya da kullanılma olasılığı yüksek öbeklerin ana bellekte saklanmalarını ve bunlara gereksinim duyulduğunda, disk birimine erişilmeden buradan okunmalarını sağlarlar. Disk ön bellek alanı belirli sayıda disk öbeğini taşıyabilecek sigada ana bellek kesimidir.

Disk ön bellek alanının yönetiminden, genelde kütük yönetim sistemi sorumlu olur. *UNIX*'te bu işlev çekirdek katmanda yer alan işlevler tarafından karşılanır. Diske ilişkin okuma ve yazma istemleri bu yönetim katmanına yönlendirilir. Eğer erişilmesi istenen öbek ön bellek alanında ise istem, bellekten belleğe aktarımla hızla karşılaşır. Öbeğin ön bellekte bulunmadığı durumlarda diske erişilir. Okunan öbek, aynı zamanda ön

belleğe de yazılır. Kısıtlı sayıda öbeğin sığabildiği bir ana bellek alanının yönetiminin yanıtlaması gereken en önemli soru, ön bellek alanına yeni bir öbek taşımak gerekiğinde buradan hangi öbeğin çıkarılacağı sorusudur. Bu amaçla, sayfali bellek yönetimi kapsamında da konu edilen kimi algoritmalar kullanılabilir. Anımsanacağı üzere bunlar *FIFO*, *LRU* gibi adlarla anılan algoritmalardır. Bunlardan *LRU*-ön belleğe en erken giren öbeğin çıkarılması algoritması disk ön belleğinin yönetimi için oldukça uygun bir algoritmadır. Bu algoritma aracılığıyla, en sık kullanılan öbeklerin ön bellekte kalması sağlanır. Bu bağlamda, bir görev, tutanak okuma isteminde bulunduğuanda, bu tutanağın yer aldığı öbek, disk ön belleğine taşınır. Görevlere üzerinde işlem yaptıkları tutanakları, dolayısıyla öbekleri kilitleme olanağı verilir. Bir öbek kilitli olduğu sürece ön bellekte kalır. Kiliti kaldırılan öbeğin kimliği, *LRU* sırasında tutulan bir kuyruğun sonuna eklenir. Bu arada öbek, ön bellekteki varlığını sürdürür. Bir öbeğe erişim isteminde bulunduğuanda, önce bu kuyrukta aranır. Bulunursa kuyruktan çıkarılır ve yeniden kilitlenir. Ön bellekte bulunmayan bir öbeğe erişim yapılmak istediğiinde *LRU* kuyruğunun başındaki öbek ön bellekten çıkarılır. Üzerinde yazma işlemi yapılmışsa diske geri yazılır.

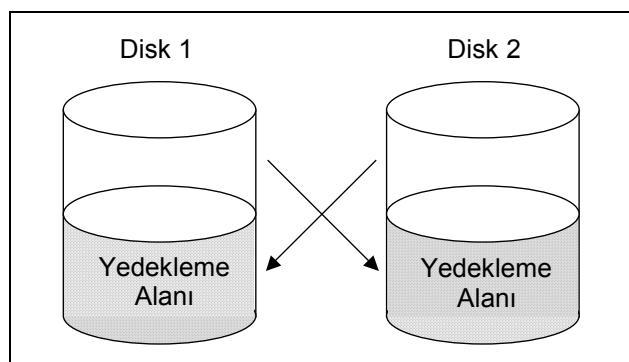
Diske erişimde ön bellek tekniğinin kullanılmasının en önemli sakincası veri bütünlüğünün bozulma riskidir. Kimi öbeklerin, üzerinde yazma işlemi yapılmış olsa bile, ön bellek alanında belirli süre tutuluyor olmaları, istem dışı elektrik kesilmelerinde yitirilme risklerini artırır. Diske erişimde ön bellek tekniğinin kullanılması kullanıcılaraya saydam bir husustur. Bu nedenle, üzerinde günleme yapılan kimi kütük öbeklerinin, ilgili kütük kapatılmış, günlemeleri gerçekleştiren görev sonlanmış olsa bile, bir süre, ön bellek alanında kalmaları, başka bir anlatımla diske yazılmanın gecikmesi olasıdır. Bu aradaki elektrik kesilmeleri, sözkonusu öbeklerle birlikte, kullanıcılaraya açıklaması zor, veri ve işlem kayıplarına neden olur. Hele kaybedilen öbeklerin, örneğin dizin öbekleri olması durumunda bu kayıplar çok ciddi boyutlara ulaşır.

Bu gerekçeye dayalı olarak, ön bellek tekniğinin kullanıldığı sistemlerde kimi önlemler alınır. Bu bağlamda, *UNIX* işletim sisteminde, *sync* olarak adlandırılan bir sistem çağrısı öngörülmüştür. *sync* çağrısının işlevi disk ön belleğinde bulunan günlenmiş öbekleri diske yazmaktır. Sistem işletme açıldığında, *update* ya da benzeri bir adla anılan özel bir sistem görevi de işletme alınır. Bu görev, 30-40 saniye gibi bir sıklıkla ana işlem birimine anahtarlanarak *sync* çağrımasını çalıştırır. Böylece günlenmiş öbeklerin ön bellekte yitirilme riski azaltılmış olur. Aynı işlev *shutdown* olarak adlandırılan sistem kapama komutu ile de yerine getirilir. Bu komut çalıştırılmadan sistemin kapatılması durumunda da, yine, kimi günlenmiş öbekler yitirilebilir.

*MS-DOS*'ta kullanılan önlem ise başkadır. Burada herhangi bir öbeğe yazma yapılması durumunda bu öbek hemen diske aktarılır. Bu tür önlemlere, İngilizce *write-through-cache* adı verilir. Günlenen öbeklerin hemen diske yazılması, doğal olarak, *UNIX*'in kullandığı gecikmeli yazma yaklaşımına göre diske daha çok erişim gerektirir. Bu yaklaşımı, salt okunan öbeklerin ön bellekte tutulduğu da söylenebilir. Diske yapılan erişimlerin büyük çoğunluğu okuma amacıyla gerçekleştiğinden, bu yaklaşım diske erişim konusunda önemli başarım düşüşüne de pek neden olmaz.

### 6.4.2. Kütük Yönetim Sisteminin Güvenilirliği

Bir bilgisayar sisteminde saklanan kütüklerin, kullanıcıların istemleri dışında ortaya çıkabilecek bozulmalara karşı korunması kütük yönetim sisteminin güvenilirliği açısından çok önemlidir. Bu güvenirlilik, en yaygın biçimde yedekleme işlemleri ile sağlanır. Yedekleme işleminden, disk birimleri üzerinde saklanan verilerin, dönem dönem başka mıknatıslı saklama ortamlarına kopyalanması anlaşılmır. Bu yolla, sistemde saklanan verilerin birden çok kopyası (yedeği) oluşturulur. Bir kütük üzerinde ortaya çıkabilecek bozulmaların diğer kopyalardaki bilgilerle düzeltilebilmesi amaçlanır. Diskler üzerinde saklanan kütüklerin yedeklemesi, çoğu kez, mıknatıslı şerit, kartuş, disket ve optik disk birimleri gibi taşınır birimler üzerine yapılır.

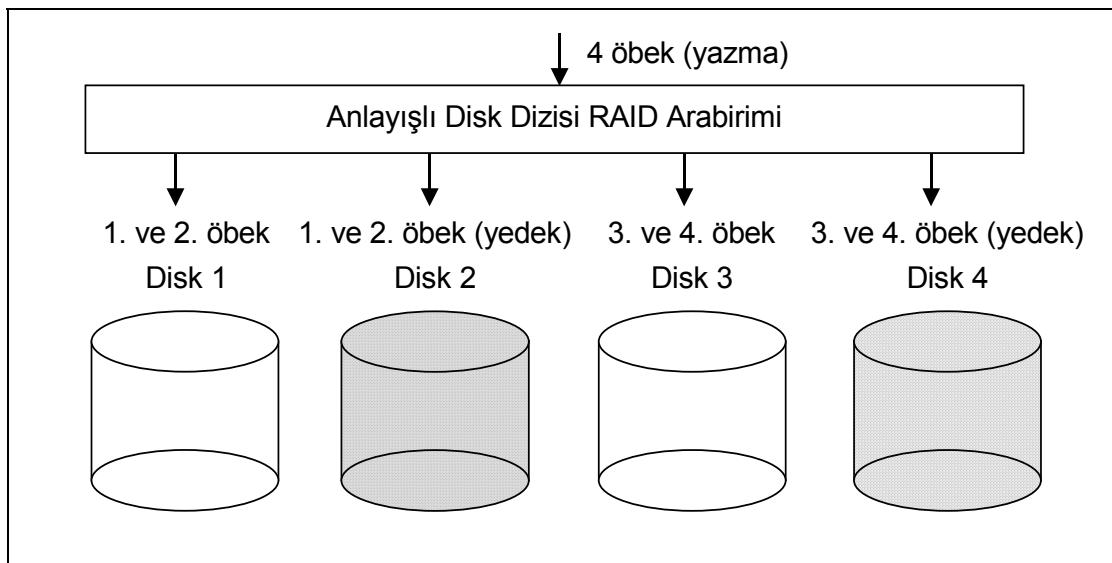


Çizim 6.18. Diskte Yedekleme

Yedekleme işlemleri, bilgisayar sisteminin işletiminden sorumlu kişiler (sistem işletmenleri) tarafından, belirli sıklıkta yerine getirilir. Bu sıklık, saklanan verilerin önem ve boyutıyla ilgili olarak her gün, her hafta ya da her ay gibi belirlenir. Sistemdeki tüm verilerin yedeklenmesi söz konusu edildiğinde yedekleme işlemleri saatlerle ifade edilen sürelerde gerçekleşir. Aktarım sığaları 1 MBps olan 2 mıknatıslı şerit biriminin bulunduğu bir sistemde toplam disk sığasının 10 GB olduğu varsayılsa tüm verilerin yedeklenme süresi, en az 5000 saniye olur. Bu da yaklaşık 2 saat demektir. Böyle bir yedekleme işlemini, örneğin her gün yerine getirmek, her sistem için gerekli olmayabilir. Bu durumda, yedeklemede zaman tasarrufu sağlayan önlemlere başvurulur. Daha önceden de belirtildiği üzere, kütüklerin son günlenme tarihleri kılavuz kütüklerde saklanır. Yedekleme işlemleri, son yedeklemenin gerçekleştiği tarihten bu yana günlenmiş kütüklere uygulanarak işlem süreleri kısaltılır. Yedekleme işlemleri birden çok kopya olarak da yapılabilir. Çok kritik verilerin saklandığı sistemlerde değişik kopyalar değişik coğrafi ortamlarda saklanarak, verilerin sel, yangın gibi felaketlere karşı da korunması (*disaster recovery*) sağlanır.

Yedekleme işlemlerinin ortaya çıkardığı zaman darboğazını aşmak üzere bir disk birimi, başka bir disk birimi üzerine de yedeklenebilir. Bu değişik biçimlerde gerçekleşir. Birinci yol disk birimlerinin eşlenip ikiye bölünerek kullanılmasıdır. Bu yolla bir birimin kopyası, eşi olan diğer birim üzerinde saklanır. Bir birimin bozulması durumunda eşi üzerinde saklanan verilere başvurulur. Yedekleme diskten diske aktarım yoluyla gerçekleşir (Çizim 6.18). Bu yolun bir türevi aynalama (*mirroring*) yöntemi

olarak bilinir. Sistemde her diskin, aynı sağada bir eşi bulunur. Diske tüm yazmalar her iki birime de koşut olarak yapılır. Aynalama yöntemi uygulanan sistemlerde her kütüğün, doğal olarak iki kopyası bulunur. Burada yedekleme için işletim dışı kopyalama işlemlerine gerek duyulmaz.



Cizim 6.19. RAID10 Modeli Disk Dizilerinin Kullanımı

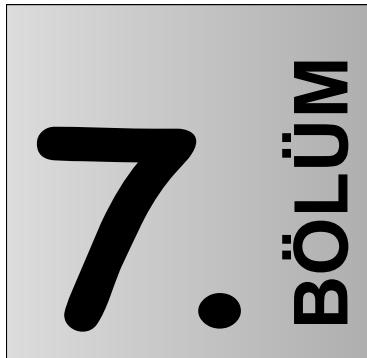
Aynalama kavramı genişletilirse *RAID* (*Redundant Arrays of Inexpensive / Independant Disks*) Disk Dizisi teknigidinden söz edilir. Bu teknikte belirli sayıda disk sürücü, disk dizisi denetleme birimi olarak anılan anlayışlı bir arabirim aracılığıyla sisteme bağlanır. Disk dizisine öbek yazma işlemleri, sanki tek bir sürücüye yapılmış gibi yürütülür. Ancak anlayışlı disk dizisi arabirimini sözkonusu öbekleri (kimi durumlarda, bu öbeklere ilişkin *CRC*, *ECC* gibi adlarla anılan hata denetim sözcüklerini) dizi içinde yer alan sürücülere belirli bir model çerçevesinde dağıtarak, koşut bir biçimde yazar. Okuma işlemi de bu modele uyumlu olarak, koşut bir biçimde yapılır. Bu yolla, bir yandan disk erişim hızı artırılırken diğer yandan da yedeklemeye dayalı hataya duyarsız (*fault tolerant*) işleme olanak sağlanır.

Bu bağlamda, kullanılan modelin, *RAID0*, *RAID1*, *RAID2*, *RAID3*, *RAID4*, *RAID5*, *RAID10* (*I+0*) gibi standart bir adı bulunur. *RAID0* modelinde kütükler, *strip* olarak anılan öbek kümelerine ayrılop dizi içinde yer alan disk sürücülere koşut olarak yazılır ve okunur. *Strip* olarak anılan öbek küme boyu, (işletimin başında) değiştirilebilen bir parametredir. Bu modelde yedekleme yapılmaz, dolayısıyla hataya duyarsız işlem sözkonusu değildir. *RAID1* modeli, yukarıda aynalama olarak tanımlanan yöntemi gerçekleştirmede kullanılır. Öbek kümeleri, sistemli olarak iki ayrı sürücüye yazılır. Öbek kümeleri, iki ayrı sürücüden koşut olarak da okunabilir. *RAID0* ve *RAID1* modellerinin birlikte kullanılması durumunda *RAID10* modelinden söz edilir. Örneğin 4 disk sürücü içeren bir disk dizisinde, *RAID10* modeline göre, sürücüler ikişerli eşlenir. Eşlerden biri diğerinin yedeğini tutar. Disk çiftlerine koşut yazma yapılarak erişim hızı artışı sağlanır (Çizim 6.19).

## 250 İŞLETİM SİSTEMLERİ

Bilgisayar sistemlerinde herhangi bir anda, disklerde saklanan verilerin bütünlüğünü, tutarlılık sınavası yapılarak denetlenir. Tutarlılık sınavaları özel sistem programları aracılığıyla yerine getirilir. Bu bağlamda, *MS-DOS*'ta `chkdsk` (*check disk*) adlı komut kullanılır. *UNIX*'te ise bu amaçla kullanılan islevin adı `fsck` (*file system check*) 'dir.

Bu tür programlar, genelde tüm disk öbeklerini kütük atama çizelgeleri ile boş öbek çizelgeleri içinde izlerler. İşletim sırasında, çeşitli nedenlerle, kimi disk öbekleri birden çok kütüğe atanmış görünebilir. Kimi öbekler de, ne boş öbek ne de atama çizelgelerinde yer almayıabilirler. Bu tür öbekler kütük sisteminin bütünlüğünü ve tutarlığını bozan öbeklerdir. Bu nedenle bu öbeklerle ilgili gerekli düzeltmeler yapılır.Çoğu kez, birden çok kütüğe atanmış görünen öbekler, içerikleri aynı kalacak biçimde ayrı fiziksel öbekler olarak çoğaltılarak atama çizelgelerine yeni kimlikleri ile eklenirler. Hiçbir çizelgede görünmeyen öbekler ise boş öbek çizelgesine işlenirler. Bu işlemler, doğal olarak belirli bir anda, kütük sistemine tutarlı görünümünü yeniden kazandıran ancak o ana kadar oluşmuş kütük bozumalarını ortadan kaldırımayan işlemlerdir.



i s l e t i m   s i s t e m l e r i

## GÜVENLİK ve KORUMA

Güvenlik ve koruma dendığında, bilgisayar sistemlerinde saklanan verilerin güvenliği ve korunması amacıyla, işletim sistemlerince sağlanan işlev ve araçlar akla gelir. Bilgisayar sistem donanımlarının, yangın, sel gibi doğal afetler ile fiziksel bozulmalara karşı korunmaları, kurtarma (*disaster recovery*) kapsamında düşünülür ve bu bağlamda ele alınmaz. Bunun gibi, bilgisayar sistemi dışında saklanan, örneğin yedeklenmiş verilerin güvenliği de yine bu kapsamda ele alınmaz. Özellikle çok kullanıcılı bilgisayar sistemleri ile yerel ağlar içinde bütünsüz bilgisayar sistemlerinde güvenlik ve koruma konuları önemli bir yer tutar. Zira bu tür sistemlerde, günümüzde, parasal, kurumsal, askeri, tıbbi ve kişiye özel çok önemli bilgiler ile parasal değeri yüksek yazılım araçları saklanmaktadır. Bunların, bir yandan silinerek yok olmasına, diğer yandan da üçüncü kişilerin eline geçmelerine karşı koruma önlemleri alınması zorludur. Bu koruma önlemlerinin tümü, işletim sistemlerinde güvenlik ve koruma başlığı altında düşünülür. İşletim sistemlerinde:

- Bilgisayar sisteminden izinsiz yararlanması,
- Bilgisayar sisteminde saklanan bilgilere izinsiz erişimlere ve bunların izinsiz olarak günlenmesi ve silinmesine,
- Bilgisayar sisteminin sağlıklı çalışmasının engellenmesine karşı  
çeşitli önlemler alınır.

## 252 İŞLETİM SİSTEMLERİ

Her türlü özel mülkiyette olduğu gibi, bilgisayar sistemlerinden yararlanabilmek için ya, kişisel bilgisayar sistemlerinde olduğu üzere bu sistemlere sahip olmak ya da, çok kullanıcılı bilgisayar sistemlerinde olduğu üzere, bu sistemlerin işletiminden sorumlu mercilerden izin almak gereklidir. Bilgisayar sistemlerinin kullanımının belirli kurallara bağlanması ve çoğu kez bunlardan, belirli bir bedel ödeyerek yararlanması doğaldır. Bir bilgisayar sisteminden yararlanmada uyulması gereken kurallar, işletim sistemi tarafından denetlenir. Bu bağlamda, örneğin kullanıcı kodu ve parola gibi araçlardan yararlanılır. Bilgisayar sisteminden izinsiz yararlanmaları engelleme kapsamında düşünülen bu araçlara ve ilgili denetimlere, izleyen kesimde Bilgisayar Sistemine Girişlerin Denetlenmesi başlığı altında dephinilecektir.

Bilgisayar sisteminde saklanan bilgilere her tür erişimin denetlenmesi bunların, izinsiz kişilerce; gerek okunarak gizlilik ilkesinin ihlal edilmesi, gerekse silme ve günde gibi nedenlerle bütünlük ve tutarlılıklarının bozulmasına engel olunması çok önemlidir. Bilgisayar sistemleri güvenli birer işletim ortamı olmanın yanı sıra güvenli birer saklama ortamı da olmak zorundadırlar. Zira, çoğu kez veriler işlendikleri bilgisayar ortamında sürekli saklanmak ve korunmak durumundadır. Bir bankanın bilgisayar sisteminde işlenen müşteri hesap bilgileri, çevrim içi işlenen bilgiler olmaları itibarıyla sürekli bilgisayar sisteminde tutulması gereken bilgilerdir. Bunun gibi bir havayolu taşımacılık firmasının yer ayırtma sisteminin istediği yolcu ve uçak bilgileri de sürekli bilgisayar sisteminde tutulması, korunması ve işlenmesi gereken tür bilgilerdir. İşletim sistemleri, bilgisayar ortamında tutulan verilerin:

- bütünlüğünü
- gizliliğini ve
- kullanılabilirliğini

korumakla yükümlüdür. Bilgisayar sisteme emanet edilen, çoğu gizli ve kıymetli bilgilerin korunmasının işletim sistemi tarafından ele alınışı, Erişim Denetimi başlığı altında incelenecektir.

Bilgisayar sistemlerinde saklanan verilerin güvenliğini artırmanın bir yolu da, bu verileri şifrelemekten geçer. Veriler hem disk ortamında saklanırken hem de bir sistemden diğer bir sisteme iletilirken şifrelenebilir. Şifreleme üçüncü kişilerin eline izinsiz geçmiş verilerden yararlanmayı engelleyerek korumayı güçlendirir. Şifreleme konusuna Şifreleme başlığı altında, kısaca dephinilecektir.

İşletim sistemleri bilgisayar sistemlerinin sağlıklı çalışmasına engel olan kötü niyetli kullanıcılar ile bunların geliştirdiği aynı amaçlı uygulamalara karşı da önlemler almak zorundadır. Bilgisayar sistemine girişlerin denetlenmesi ve verilerin izinsiz erişimlere karşı korunması kapsamında ele alınan önlemler, bilgisayar virüsleri gibi, kötü niyetli uygulamalara karşı, özellikle kişisel bilgisayar sistemleri için yetersiz kalabilmektedir. Güvenlik ve Koruma konusunun sonunda, kısa bir kesim bu konuya ayrılmış ve bunlarla başa çıkmada kullanılan kimi yollardan söz edilmiştir.

## 7.1. Bilgisayar Sistemine Girişlerin Denetlenmesi

Bilgisayar ortamında tutulan verilerin bütünlüğünün, gizliliğinin ve kullanılabilirliğinin korunabilmesi için, öncelikle bilgisayar sistemine girişlerin denetlenmesi, başka bir anlatımla izinsiz kişilerin, sistemde çalışmasının engellenmesi gereklidir. Bir kullanıcının, kullanım amacıyla bilgisayar sistemi üzerinde geçirdiği zaman dilimi, oturum olarak adlandırılmaktadır. Bilgisayar sisteminden yararlanmak için bir oturumu başlatabilmek gereklidir. Bilgisayar sistemine girişler, bu nedenle oturum başlarında denetlenir. Çok kullanıcılı bir bilgisayar sisteminden yararlanan kullanıcıların herbirinin, öncelikle sistemde tanımlı oldukları birer kullanıcı kodu bulunur. Hangi kullanıcının, hangi kaynağı, ne kadar süre ile kullandığının sayısını bu kod aracılığıyla yapılır. Kullanıcıyla ilgili sayışım bilgilerinin yanı sıra, işletim hakları, denetim bilgileri ile istatistiksel bilgilerin tutulmasında da bu koddan yararlanılır.

Her oturum, kullanıcı kodunun girilmesiyle başlatılır. Kullanıcılarla ilgili denetimler, kullanıcı kodunun sınanmasıyla son bulmaz. Kullanıcı kodları genelde sistem tarafından, yalnız bir mantığa dayalı olarak üretilen ve genelde gizli olmayan bilgilerdir. Örneğin, bir üniversite bilgisayar sisteminde, öğrenciler için kullanıcı kodları, ilgili oldukları bölüm kodunun arkasına, soyadı alfabe sırasına göre iki ya da üç basamaklı bir sayı eklenerek üretilebilir. Bu durumda, herhangi bir öğrenci, arkadaşının kodunu kolayca tahmin edebilir. Bu nedenle kullanıcı kodunun yanı sıra, bir de kullanıcıya özel ikinci bir bilgiyi kullanma zorunluluğu vardır. Kullanıcı kodunu girerek oturum başlatmak isteyen bir kişinin bu kodun gerçek sahibi olup olmadığını denetlemenin, genelde değişik yolları bulunur. Bunlar:

- parolaya dayalı
- kimlik kartına dayalı
- fiziksel özelliklere dayalı

olmak üzere, en yalnızdan en karmaşığına kadar üç sınıfta toplanır.

### 7.1.1. Parolaya Dayalı Denetim

Oturum başlatmak isteyen kullanıcıların kimlik denetiminde en yaygın biçimde kullanılan araç paroladır. Kullanıcı kodunu girerek oturum başlatma girişiminde bulunan kullanıcıdan, parola olarak adlandırılan bir sözcüğü girmesi istenir. Girilen parola sistemdeki ile karşılaştırılır. Uyuşma durumunda oturum başlatılır. Parola olarak adlandırılan gizli sözcük, kullanıcı sisteme tanımlanırken, sistem tarafından belirlenir ve kullanıcıya bildirilir. Ancak kullanıcı kendisiyle ilgili parolayı, genelde istediği zaman özgürce değiştirebilir. Parolalar sistemde şifrelenmiş biçimde saklanırlar. Bu yolla parola kütüğünün okunarak parolaların çalınması önlenmeye çalışılır.

Kullanıcılar parolalarını, çoğu kez hatırlanması kolay özel isimler arasından seçmeyi tercih ederler. Bu durum, kişilerle ilgili bu gizli denetim sözcüklerini tahmin etmeyi kolaylaştırır. Başkasına ilişkin bir kullanıcı kodu ile oturum başlatmak isteyen bir kişi, terminal başında, bir dizi değişik parolayı deneyerek sisteme girmeyi başarabilir. Bu tür parola tahmin girişimlerini engellemek üzere işletim sistemlerinde çeşitli önlemler

alınır. Örneğin kullanıcıların parolayı yanlış girme sayısı sınırlanırlar. Belirlenen sayı kadar deneme sonunda, hala doğru parolanın girilememesi durumunda ilgili terminal belirli süre kilitlenir. Parolaların tahminini zorlaştırmak üzere birden çok sayıda parola da kullanılabilir. Bu parolalar ya oturumun başında ardarda girilir ya da işletim sırasında terminali başında çalışan kullanıcıdan rasgele zamanlarda talep edilir. Bu yolla kaçak kullanıcıları yakalamaya yarayan elek sıklaştırılır. Doğal olarak bu denetimlerin aşırı kaçması yasal kullanıcılar rahatsızlık verebilir. Kaçak kullanıcıların yakalanması hedeflenirken yasal kullanıcılar rahatsızlık vermek bilgisayar sisteminin verdiği hizmetin niteliğini olumsuz yönde etkiler. Çok sıkı denetimlerin gerekli olduğu sistemlerde, parola sistemini karmaşıklaştırmak yerine özel kimlik kartlarına ya da fiziksel özelliklere dayalı denetimlere geçilir.

### 7.1.2. Kimlik Kartına Dayalı Denetim

Bilgisayar sistemlerine girmede, parolaya dayalı denetimden daha güvenilir bir diğer denetim, kimlik kartlarına dayalı denetimdir. Bu kapsamda her kullanıcının sistem tarafından okunabilen bir kimlik kartı bulunur. Bu kartlar üzerinde, genellikle kullanıcı kimlik bilgilerinin kayıtlı olduğu miknatıslı bir bant yer alır. Bunun gibi, *smart* olarak adlandırılan, kimlik bilgilerinin, doğrudan karta yapıştırılan tümleşik çevrim içinde saklandığı tür kartlar da kullanılır. Bilgisayar sisteminden yararlanmak isteyen kullanıcılar, çoğunlukla terminal birimiyle bütünleşmiş bir kart okuyucu ile kartlarını okutarak oturumları başlatırlar. Çalınma ya da kaybolma yoluyla üçüncü kişilerin eline geçme olasılığı bulunduğuundan kimlik kartları parola ile birlikte kullanılır. Parola, kartı kullanan kişinin kartın gerçek sahibi olup olmadığını denetlemeye yarar. Kartını okutan kişiden parolasını girmesi istenir. Girilen parola, çoğu kez kart üzerinde saklanan asıl parola ile karşılaştırılır. Uyuşma durumunda oturum başlatılır. Elektronik banka işlem makinalarının, özel terminal birimleri olarak bağlı olduğu bankacılık sistemleri, kimlik kartı ile denetim uygulayan sistemlere verilebilecek örneklerdir.

### 7.1.3. Fiziksel Özelliklere Dayalı Denetim

Bilgisayar sisteme girişte kimlik denetiminin çok güvenilir bir biçimde yapılması gerekiğinde taklit edilmesi olanaksız bilgilere dayanma zorunluluğu vardır. Bu durumda, kullanıcılar özel kimlik kartları ve parolalar yerine, kişiden kişiye mutlaka farklılıklar gösteren parmak izi, resim, ses, göz retinası gibi kişisel özellik bilgilerine başvurulur. Doğal olarak, bu tür bilgilere dayalı denetim işlemleri pahalı özel giriş birimlerinin kullanımını gerektirir. Denetim amacıyla, örneğin kullanıcıların yüz resimlerine başvurulan sistemlerde özel bir kamera aracılığıyla sisteme girmek isteyen kişinin o anki yüz resminin elde edilmesi, sistemdeki resimle karşılaştırılarak uyuşma olup olmadığına hızla karar verilmesi zorunludur. Ses ve resme dayalı tanıma sistemleri, hızlı işlem hızına sahip de olması gereken özel, dolayısıyla pahalı sistemlerdir. Fiziksel özelliklere dayalı denetim düzenekleri, bu nedenle çok yaygın kullanılan düzenekler değildir.

## 7.2. Erişim Denetimi

Bilgisayar sistemlerinde erişim denetim zorunluluğu, ilk olarak, işletim sistemi ile kullanıcı programlarının, aynı anda ana belleği paylaşmalarının yarattığı sorunlardan kaynaklanmıştır. Kullanıcı programlarının, genelde hatalı çalışma sonucu işletim sistemine ayrılan ana bellek alanını bozmalarını engellemek ve bu yolla işletim bütünlüğünü korumak üzere, ana bellekte kimi alanlara erişimleri kısıtlamak gerekmıştır. Tek iş不尽inden çok iş düzeneğe geçişle, işletim sisteminin yanı sıra kullanıcı programlarını da, ana bellekte birbirlerine karşı koruma gereği doğmuştur.

Ana belleğin yönetimi kapsamında açıklandığı gibi, kullanılan bellek yönetim modeline bağlı olarak, ana işlem birimine yapılan kimi özgün ekler sayesinde, ana belleğe erişim denetimini sağlayan düzenekler elde edilir. Örneğin, bölümlü bellek yönetimi kapsamında, ana işlem birimine eklenen sınır yazmaçları aracılığıyla, hem işletim sistemini işlerden, hem de işleri birbirlerinden koruma düzenekleri yaratılır. Bir iş, kendisiyle ilgili sınır yazmaç içeriklerinin dışına düşen bir adres ürettiğinde kesilerek sistemin işletim bütünlüğünü korunur. Sayfalı ya da kesimli bellek yönetimlerinde, görevlere ilişkin sayfa ya da kesimlerin herbirinin erişim hakkı, sayfa ya da kesim tanım çizelgelerinde tutulur. Yapılan erişim türü, ilgili sayfa ya da kesimin erişim hakkı ile uyusmadığı durumlarda görev işletimi sonlandırılarak koruma sağlanır. Görüntü bellek yönetimlerinde görevlerin mantıksal adres evrenleri ile fiziksel ana bellek evreni birbirlerinden tümlü soyutlanarak daha esnek koruma düzenekleri kurulur.

Koruma düzeneklerinin kullandığı, sınır yazmacı, yer değiştirme yazmacı, sayfa / kesim tanım çizelge yazmaçları gibi özgün ana işlem birimi yazmaçları sistemin işletim bütünlüğünü doğrudan etkileyen öğeler olarak ortaya çıkarlar. Bu yazmaçlara erişimlerin de denetim altında tutulması; başka bir deyişle, bunlara erişim hakkının kimi özel görevler dışında diğer görevlere kapalı tutulması gereklidir. Bu, görevlerin:

- sıradan ve
- ayrıcalıklı

olmak üzere iki farklı kategoriye ayrılmasını zorunlu kılar. Sıradan görevler, koruma altındaki ana işlem birimi yazmaçlarına erişmeye (ya da bu amaçla ilgili makina komutlarını işletmeye) kalktıklarında, engellenmez bir iç kesilme ile işletimleri kesilir. İşletilmekte olan görevin hangi kategoriye ilişkin bir görev olduğu, görev işletime alındığında günlenen, ana işlem birimi program durum yazmacı içindeki, örneğin bir bit ile belirlenir. Bu bitin kurulu olması, yazmaçlara erişim yapıldığında işletimin kesilmesi sonucunu doğurur. Sıradan görevlerin program durum yazmaçlarındaki bu bit hep kuruludur. Bir bilgisayar sisteminde çalışan görevler ilgili oldukları kullanıcılarla göre sınıflandırılırlar. Bu nedenle kullanıcılar da,

- sıradan kullanıcılar ve
- ayrıcalıklı kullanıcılar

olarak iki sınıfa ayrırlırlar. Kullanıcıların hangi sınıfa dahil oldukları sisteme ilk tanımlandıklarında belirlenir. Ayrıcalıklı bir görev ana işlem birimine anahtarlandığında program durum yazmacı içindeki sıradan / ayrıcalıklı durum biti sıfırlanır. Bu durum,

## 256 İŞLETİM SİSTEMLERİ

ana işlem biriminin işletim sistemi moduna geçmesi olarak tanımlanır. Bu bağlamda ana işlem biriminin

- işletim sistemi modu'nda ya da
- kullanıcı modu'nda

çalışmasından söz edilir. Bu adlandırma, ayrıcalıklı görevlerin çoğunlukla işletim sistemi görevleri, sıradan görevlerin ise sıradan kullanıcı görevleri olmasından kaynaklanır<sup>26</sup>.

Ana bellekte saklanan veriler için yaratılan koruma düzenekleri, daha çok işletim ve veri bütünlüğü kapsamında düşünülür. Ana bellek dışında saklanan ve kütük olarak adlandırılan verilerin korunması, veri bütünlüğünün yanı sıra veri gizliliğini de gözetmek durumundadır. Kütükler için erişim denetimi, genelde her kütük için ayrı ayrı ve kullanıcının (sahibinin) bizzat belirlediği, salt okunur, okunur-yazılır, işletilir gibi haklara dayalı olarak ele alınır. Erişim denetiminde, ana bellek ve ikincil bellek ayırmayı yapmak yerine, bu denetimi, korunması amaçlanan nesnelerden soyutlayarak gerçekleştirmek de olanaklıdır. Bu soyutlama, erişim matrisi modeli olarak adlandırılan bir model çerçevesinde ele alınabilir.

Nesneler						
	kütük1	kütük2	...	kütük i	...	yazıcı disket
KA0	okuyaz	oku-yaz		oku-yaz		yaz oku-yaz
KA1		salt-oku				
KA2				işletim		salt-oku
KA3				salt-oku		

### Koruma Alanları

Çizim 7.1. Erişim Matrisi Örneği

Bu model kapsamında, sistemdeki amaç programlar, veri kütükleri, giriş / çıkış birimleri, bellek sayfa ya da kesimleri gibi donanım ve yazılım nitelikli öğeler nesneler olarak genellenir. Görevler ise, nesneler üzerinde işlem yapan ve bunları dönüştüren öğeler olarak düşünülür. Görevlerin nesneler üzerinde, okuma-yazma, salt okuma, işletim gibi, gerçekleştirilecekleri işlem türleri nesnelerin erişim hakkı ile tanımlanır. Bir nesne ve buna ilişkin erişim hakkının oluşturduğu ikiliye nesne-erişim hakkı ikilisi adı verilir. Bir sistemde yer alan ikililer, koruma alanları adı verilen değişik alanlar içinde kümelenmiş biçimde düşünülebilirler. Görevlerin nesnelere erişimleri bu koruma alanları içinde ele alınabilir. Görevlerin, hangi koruma alanları içinde işlem yapabilecekleri, ayrıcalık düzeyleriyle belirlenir.

<sup>26</sup> İngilizcede, bu bağlamda, *supervisor mode / user mode*, *superuser mode / user mode* gibi ifadeler kullanılmaktadır.

Koruma alanlarının satırları, nesnelerin de sütunları oluşturduğu matris, erişim matrisi olarak adlandırılır. Bu matrisin öğeleri sözkonusu koruma alanı için ilgili nesnenin erişim hakkını temsil eder. Aynı nesne, değişik erişim haklarıyla değişik koruma alanlarında bulunabilir. Çizim 7.1'de, bir erişim matrisi örneği verilmiştir. Bu örneğe göre, kütük<sup>2</sup> adlı nesne, oku-yaz hakkı ile sıfırıncı koruma alanında, salt okuma hakkı ile de birinci koruma alanında bulunmaktadır.

### 7.2.1. Erişimde Koruma Halkaları

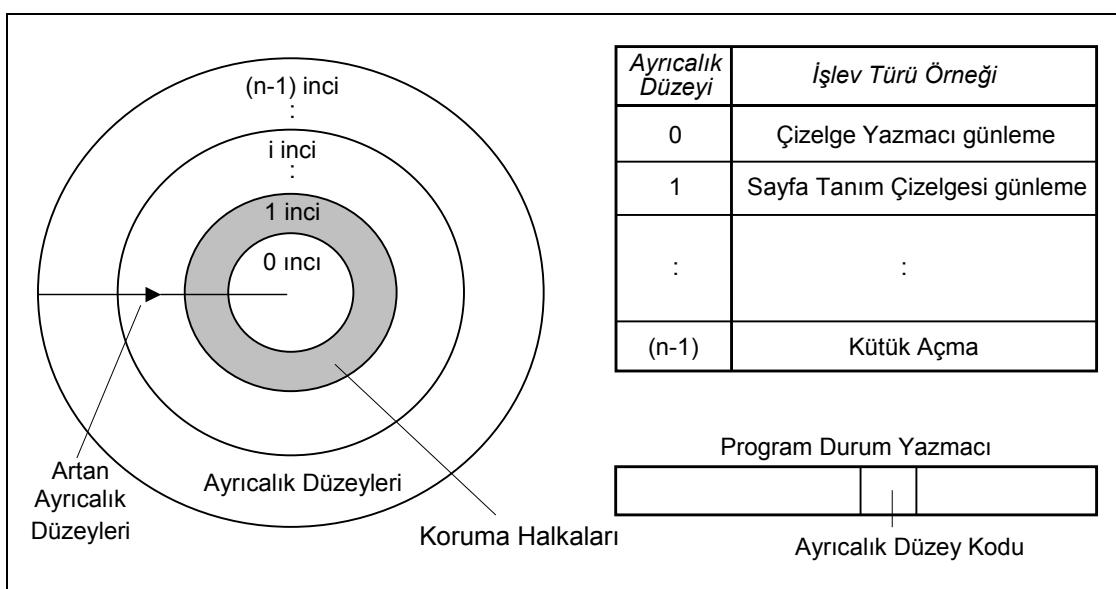
Nesnelerin, değişik koruma alanları içinde kümelenmesi, bu nesneler üzerinde işlem yapan görevlerin de, değişik koruma alanları içinde işlem yapan görevler olarak düşünülmelerini gerektirir. Bir görevin herhangi bir koruma alanı içinde işlem yaparken diğer bir koruma alanına geçmesi, bu yeni koruma alanına anahtarlanması olarak adlandırılır. Görevlerin değişik koruma alanları arasında anahtarlanması bir nesne kümesi üzerinde işlem yaparken yeni bir nesne kümesine erişmesi demektir. Bu nedenle görevlerin nesnelere erişimini denetlemek, bunların değişik koruma alanları arasında anahtarlanmalarını denetim altında tutarak gerçekleştirilebilir. Kimi işletim sistemlerinde koruma alanları iç içe halkalar olarak düzenlenir. Görevlerin hangi halkalar içinde işlem yapabileceğİ, donanımca da desteklenen bir düzenek ile denetim altında tutulur. İç içe halkaların içten dışa azalan önemde bir sıradüzenleri bulunur. İç halkayla simgelenen çekirdek koruma alanına çok az sayıda görev erişebilirken çekirdek halkadan dışa doğru gidildikçe daha çok sayıda görev erişim ya da anahtarlanma hakkı verilir.  $n$  adet koruma halkasının tanımlandığı bir sistemde  $i$ inci halkanın simgelediği koruma alanına anahtarlanabilen bir görev,  $(i+1)$ ,  $(i+2)$ , ...,  $(n-1)$ inci halkalarla simgelenen koruma alanlarına da anahtarlanma hakkına sahip olur.

Görevler işlem yaptıkları bir koruma alanından daha alta bir koruma alanına erişmek istediklerinde bunu işletim sisteminde isterler. Değişik koruma alanlarında yer alan nesnelere erişim, işletim sistemi işlevleri tarafından yerine getirilir. Görevlerin bu işlevleri çağrıma hakları, ayrıcalık düzeyleriyle belirlenir. Bilindiği gibi, ana işlem birimi program durum yazmacında, görev ayrıcalık düzeyini belirleyen durum bitleri bulunur. Bir görev ana işlem birimine anahtarlandığında bu bitler, görevin ilgili olduğu ayrıcalık düzey koduyla günlenir. Program durum yazmacındaki ayrıcalık düzey kodu uzunluğu, koruma halkası sayısına bağlıdır. 4 adet koruma halkasının bulunduğu sistemlerde, düzey kodunun içeriği bit sayısı en az 2, 8 koruma halkasının bulunduğu sistemlerde ise, en az 3 olmak zorundadır. Görevler, bulundukları koruma alanının altındaki bir alana anahtarlanmak için ilgili işletim sistemi işlevini çağrıdıklarında, işlevin gerektirdiği ayrıcalık düzeyi ile program durum yazmacındaki düzey kodu karşılaşılır. Uyumsuzluk durumunda görevin işletimi sonlandırılarak nesnelere erişim genel anlamda denetim altında tutulur<sup>27</sup> (Çizim 7.2).

---

<sup>27</sup> Pentium işleyicileri, EFLAG yazmacı içinde iki bitlik düzey kodu ile 4 adet koruma halkasının oluşturulmasına olanak verir.

İşletimin, örneğin işletim sistemi / kullanıcı olmak üzere iki değişik modda sürdürülebildiği sistemlerde, iç içe iki koruma halkası bulunur. Görevler, iç koruma halkasına, svc xx (supervisor call), int xx gibi komutlarla çağrılan işlevler aracılığıyla anahtarlanırlar. Bellek yönetiminde kullanılan tanım çizelgeleri, özel ana işlem birimi yazmaçları gibi, örneğin, sistemin işletim bütünlüğünü doğrudan etkileyen veri yapıları üzerinde yerine getirilmesi gereken kimi kritik işlemler, işletim sistemi işlevleri olarak ele alınır. Bu kritik işlevlerden yararlanma hakkı, işletim sistemi modunda çalışma hakkına sahip, başka bir anlatımla iç koruma halkasında yer alan nesnelere erişim hakkı bulunan görevlere açık tutulur. Bu yolla, sıradan kullanıcı görevlerinin, işletim bütünlüğünü etkileyen nesnelere erişimleri engellenir.



Çizim 7.2. Ayrıcalık Düzeyleri ve Koruma Halkaları

### 7.2.2. Erişim Listeleri

Erişim matrisi çerçevesinde, değişik koruma alanları içinde kümelenen nesnelere erişimin denetlenmesinde kullanılan bir yöntem de erişim listeleri yöntemidir. Erişim listeleri yönteminde her nesne için bir liste tutulur. Bu liste içinde bu nesneye erişim yapabilecek tüm görev ya da kullanıcının kimlikleri bulunur. Nesneye erişim sözkonusu olduğunda bu liste taranarak ilgili görev ya da kullanıcının bunu yapmaya hakkı olup olmadığı sınanır. Olumsuzluk durumunda erişim engellenerek koruma sağlanır. Bir nesneye ilgili erişim listesi, bu nesneyi yaratan kullanıcı tarafından oluşturulur. Kullanıcılar, kendilerine ait nesnelerin erişim listelerini istedikleri biçimde günleyerek diğer görev ya da kullanıcılardan bu nesnelere erişimlerini, her an açıp kapama hakkına sahip olurlar.

Erişim listeleri, daha çok kütük türü nesnelerle kullanılan bir yöntemdir. Bir kütüğün erişim listesi ya doğrudan ya da göstergesi ile ilgili kütüğün kılavuz kütük satırında yer alır. Kütüğe erişim sözkonusu olduğunda erişim listesinin taranması ve erişim isteminin

geçerli olup olmadığıının sınanması gereklidir. Bu yöntemin en önemli sakıncası, kütüklere her erişimde uzun listelerin, denetim amacıyla taranma zorunluluğu ve bu nedenle yitirilen zamandır. Bu sakıncayı aşmak üzere kimi sistemlerde bu denetimin salt kütük açma aşamasında yapılmasıyla yetinilir. *UNIX* gibi sistemlerde ise bu sakınca, erişim listelerinin boyaları kısıtlı tutularak aşılır.

Bu amaçla, *UNIX* işletim sisteminde kullanıcılar üç sınıfa ayrılır. Bunlar; kütüğü yaratan kullanıcı (*owner*), bu kullanıcının yer aldığı kullanıcı grubu (*group*) ve diğer kullanıcılar (*others*) olarak bilinir. Bu durumda bir kütüğün erişim listesi üç grup kullanıcı ile sınırlanır. *UNIX*'te erişim listeleri *ACL's* (*access control lists*) olarak adlandırılır. Kütüklere erişim hakları, her sınıf kullanıcı için oku-yaz (*rw*), salt-oku (*r*), işletim (*x*) hakkı biçimindedir. Erişim listeleri:

- ll kütükadı
- lsacl kütükadı
- chmod kod kütükadı
- chacl 'kullanıcıkimliği = erişimhakkı' kütükadı

komutlarıyla ekrandan listelenip günlenebilir. *chacl* komutu ile, kimliği belirtilen bir kullanıcının, adı verilen bir kütüğe ilişkin erişim hakları günlenebilmektedir.

```
chacl 'saatci.bbm = r-x' /usr/lab/uygula
```

komutu ile *bbm* grubundaki saatci adlı kullanıcıya, */usr/lab/uygula* kütüğünün (*rwx*) haklarından, okuma ve işletme (*r-x*) hakları verilebilmektedir. Bunun gibi:

```
lsacl /usr/lab/uygula
```

komutu ile de, */usr/lab/uygula* kütüğüne erişim yapabilen kullanıcılar, erişim hakları ile, aşağıdaki örnekte olduğu üzere listelenebilmektedir:

```
$ lsacl /usr/lab/uygula
(asistan.%,rwx) (saatci.bbm,r-x) (%.bbm,r--) (%.%,---
```

Buradan:

- */usr/lab/uygula* adlı kütüğün sahibi *asistan*'ın kütüğe okuma, yazma ve işletim (*asistan.%,rwx*),
- *asistan*'ın içinde bulunduğu *bbm* grubundaki kullanıcıların salt okuma (*%.bbm,r--*),
- bu gruptan *saatci*'nin hem okuma hem de işletme (*saatci.bbm,r-x*) hakkı ile bu kütüğe erişebilecekleri,
- diğer kullanıcıların ise (*%.%,---*) */usr/lab/uygula* kütüğüne hiçbir erişim hakları bulunmadığı

anlaşılmaktadır. Dökümde yer alan % damgası, "herhangi bir" anlamını taşımaktadır. Örneğin %.bbm ifadesi *bbm* grubundaki herhangi bir kullanıcıyı, %.% ifadesi ise diğer kullanıcıları göstermektedir.

### 7.2.3. Görevlerin Yetkilerine Dayalı Erişim Denetimi

Erişim listeleri yönteminde yapılanın tersine, nesneler için erişim denetim listeleri tutmak yerine, görev ya da kullanıcı tabanında listeler tutmak da düşünülebilir. Bu durumda, örneğin her görevin, hangi nesnelere hangi haklarla erişebileceğinin listesinin tutulması gereklidir. Bir görevin belirli bir nesneye erişim hakkına yetki adı verilir. Bu tanıma göre görevlerin, hangi nesnelere hangi haklarla erişebilecekleri bilgisinin tutulduğu listeler yetki listeleri olarak adlandırılır (Çizim 7.3).

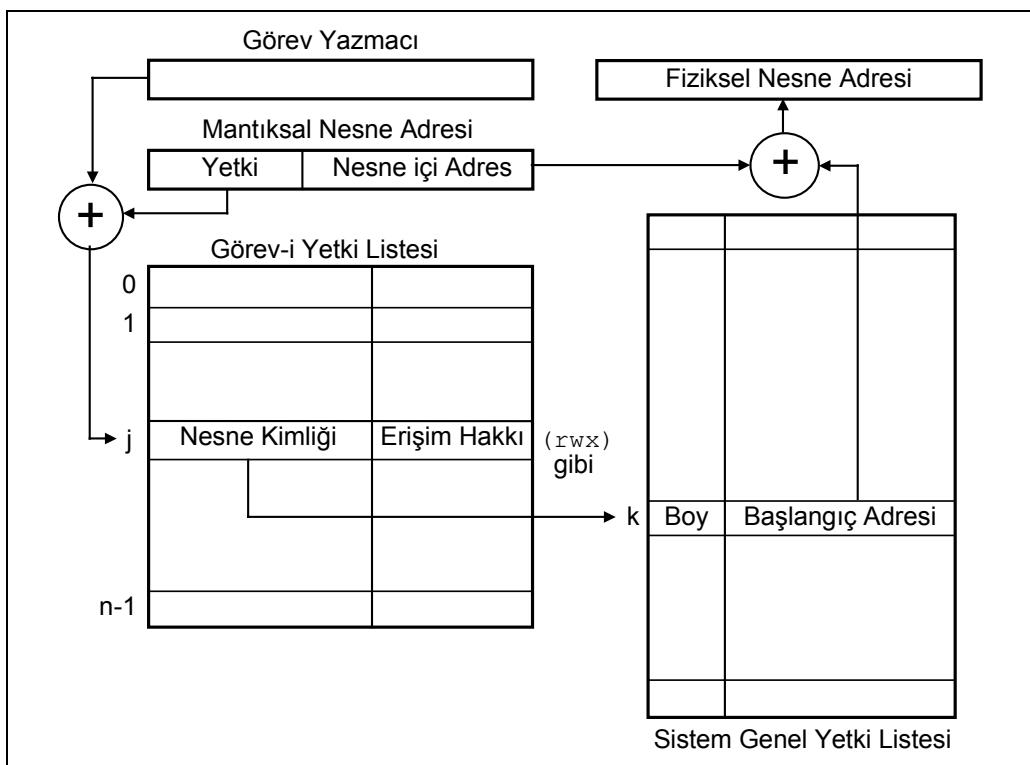
Görev-i Yetki Listesi		
	Nesne Kimliği	Erişim Hakkı
0		
1		
j		(rwx) gibi
n-1		

Çizim 7.3. Görev Yetki Listesi

Yetki tabanlı sistemlerde, adresleme ve koruma düzeneklerini bütünsel olarak ele alma ilkesi uygulanır. Bu bağlamda, nesne adreslerinin, yetki ve nesne içi görelî adresten oluşması öngörlür. Adresleme süreci içinde, nesne adresinin yetki birleşeni, işletilmekte olan ilgili görevin yetki listesindeki bir satırı gösterir. Eğer gerçekleştirilmekte olan işlem bu satırda belirtilen erişim hakkıyla uyumlu bir işlem ise, yetki listesinden ilgili nesnenin kimliği alınıp nesne içi görelî adresle birleştirilerek ilgili nesneye erişim sağlanır. Gerçekleştirilen işlem sözkonusu erişim hakkı ile uyumsuzsa, örneğin, görevin ilgili nesneyi günleme hakkı bulunmadığı halde, örneğin bir yazma işlemi yerine getirilmeye çalışılıyorsa adresleme süreci kesilerek görev işletimi sonlandırılır. Açıklanan bu düzenek, kesimli bellek yönetimi kapsamında, hem adres dönüştürme hem de kesime erişimin birlikte denetlendiği düzeneğe benzer. Burada kesimler yerine nesneler sözkonusu olup nesnelere erişimi sağlayan adresleme süreci ile erişim denetimi aynı anda, tek bir düzenekle gerçekleştirilir (Çizim 7.4).

Yetki tabanlı sistemlerde nesneler, bir ana bellek kesimi ya da bir kütük gibi, hem ana bellekte hem de ikincil belleklerde saklanan öğeleri temsil edebilirler. Böylece bu sistemlerde ana belleğe ve ikincil belleklere erişim ve bu erişimin denetimi bütünsel olarak gerçekleştirilir. Bunun yanı sıra, bu sistemlerde yetki, nesne adresinin içinde yer aldığından aynı görevin değişik yordamlarına farklı yetkiler verilebilir. Bu da aynı görevin değişik ayrıcalık düzeylerinde çalışabilmesine olanak verir. Diğer koruma düzeneklerinde bir görevin değişik kesimleri için değişik ayrıcalık düzeyleri tanımlama olanağı bulunmaz.

Görevlere verilen yetkilerin sonradan geri alınmasında karşılaşılan zorluklar, yetki tabanlı sistemlerin temel sakıncasını oluşturur. Yetki tabanlı sistemlerde bir görev, yeni bir nesne yarattığında bu nesne için, işletim sistemi tarafından bir yetki belirlenir. Yeni nesne görevin yetki listesine, belirlenen erişim haklarıyla birlikte eklenir. Bunun gibi bir nesnenin, değişik erişim haklarıyla başka görevlerin yetki listelerine eklenmesi de söz konusu olabilir. Bu yolla değişik yetki listelerine dağılmış bir nesnenin, sonradan kimi listelerden silinmesi ya da erişim haklarının değiştirilmesi kolay değildir. Zira silinecek ya da erişim hakkı günlenecek nesnenin hangi listelerde yer aldığı belirleyebilmek üzere sistemdeki tüm yetki listelerinin taranması gibi, gerçekleştirilmesi hemen hemen olanaksız bir zorunlulukla karşı karşıya kalınacaktır. Bu sakıncayı aşmanın benimsenebilir kolay bir yolu da yoktur. Yetki tabanlı koruma ve adresleme düzeneğini kullanan, tanınmış ticari bir işletim sistemi bulunmamaktadır.



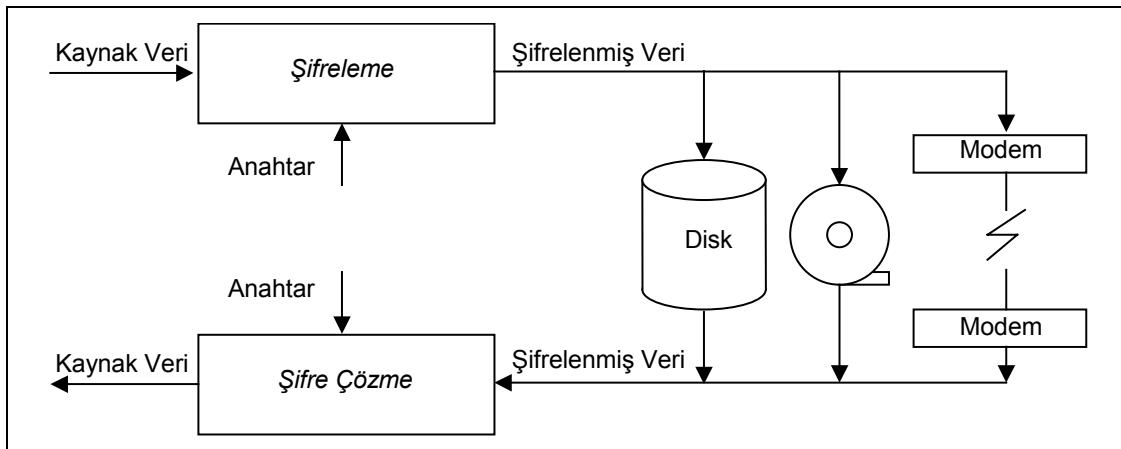
Çizim 7.4. Yetki Tabanlı Sistemlerde Adresleme Süreci

### 7.3. Şifreleme

Şifreleme, verileri izinsiz olarak ele geçirenlerin bunlardan yararlanmalarına engel olarak güvenliği artırmayı sağlayan bir yöntemdir. Şifreleme, verilerin, belirli bir işlev ve bu işlevin kullandığı bir anahtara göre dönüştürülmesi demektir. Şifrelemenin gerçekleştirilmesinde yararlanılan model, Çizim 7.5'te verilmiştir. Bu modele göre kaynak veriler anahtar olarak adlandırılan bir parametre ile işleme sokularak şifrelenmiş veri elde edilmektedir. Şifrelemenin uygulandığı sistemlerde veriler, disk, mıknatıslı şerit gibi ortamlarda şifrelenmiş biçimleriyle saklanırlar. Bir sistemden

## 262 İŞLETİM SİSTEMLERİ

diğerine şifrelenmiş biçimleriyle aktarılırlar. Şifrelenmiş veriden kaynak veriye geri dönüş şifre çözme olarak adlandırılır.



Çizim 7.5. Verilerin Şifrelenmesi

Şifrelemede sözkonusu edilen işlev ve anahtar kavramlarını açıklamak üzere aşağıda bir şifreleme örneği verilmiştir. Bu örneğe göre kaynak veri, alfabetik sıraya göre *BCD* kodlanmış bir metindir. Şifreleme işlevi olarak, damgalar arası dışlayan ya da işlevi kullanılmıştır. Anahtar ise, kaynak metin ile dışlayan ya da işlemeye sokulan ECE sözcüğündür.

Kaynak Veri : İŞLETİM-SİSTEMLERİ

Anahtar : ECEECEECEECEECE

Şifrelenmiş Veri : KPI-VKHCTKRS-LI-SK

Kodlanmış olarak:

Kaynak Veri : 12 23 15 06 24 12 16 00 22 12 22 24 06 16 15 06 21 12

Anahtar : 06 03 06 06 03 06 06 03 06 06 03 06 06 03 06 06 03 06

Şifrelenmiş Veri : 14 20 11 00 27 14 10 03 24 14 21 22 00 15 11 00 22 14

Örnekte, kaynak veri olarak seçilen İŞLETİM-SİSTEMLERİ metnini oluşturan damga kodları, anahtar sözcüğün (ECE) damga kodlarıyla, birebir “dışlayan ya da” işlemeye sokulmaktadır. Bu bağlamda:

İ damgasının kodu olan 12(00010010B) değeri ile E damgasının kodu olan 06 (00000110B) değeri arasında,

Ş damgasının kodu olan 23(00100011B) değeri ile C damgasının kodu olan 03 (00000011B) değeri arasında,

L damgasının kodu olan 15(00010101B) değeri ile E damgasının kodu olan 06 (00000110B) değeri arasında,

...

“dışlayan ya da” işlemi uygulanmaktadır. Bunun sonucu olarak:

14 20 11 00 27 14 10 03 24 14 21 22 00 15 11 00 22 14

değerlerini içeren kod dizisi elde edilmektedir. Bu kod dizisine karşı gelen damga dizisi, başka bir deyişle şifrelenmiş veri, K P I - V K H C T K R S - L I - S K damgalarından oluşmaktadır.

Yukarıda verilen örnekte olduğu gibi, şifreleme ve şifre çözmede kullanılan anahtar aynı ise “simetrik” şifrelemeden söz edilir. Simetrik şifrelemenin veri iletişim amacıyla kullanıldığı durumlarda şifreleme anahtarının vericiden alıcıya güvenli bir biçimde nasıl aktarılacağı sorunu ortaya çıkar. Bu sorunun aşılabilmesi amacıyla “simetrik olmayan şifreleme yöntemi” kullanılır. Bu yöntemde, gönderici ve alıcıların herbirinin şifreleme ve şifre çözme amacıyla kullandıkları, özel (*private*) ve ortak (*public*) olarak adlandırılan iki değişik anahtar bulunur. Bunlardan şifreleme amacıyla kullanılan ortak anahtar, herkese açık tutulur. Gönderici alıcıya herhangi bir veri aktarmadan önce alıcının “ortak” şifreleme anahtarını elde eder. Bu anahtara göre şifrelemeyi yaparak veri aktarımını gerçekleştirir. Alıcı, kendisinden başka kimsenin bilmediği “özel” şifre çözme anahtarını kullanarak şifrelenmiş veriyi çözer. Ortak şifre anahtarlarından şifre çözme anahtarını tahmin etmek olanaksızdır. Şifreleme amacıyla kullanılan anahtarın alıcıdan talep edildiği bu yöntem, şifreleme anahtarının herkesin bilgisine açık olması dolayısıyla, İngilizcede *Public Key* (ortak anahtar) şifreleme yöntemi olarak adlandırılır.

## 7.4. Bilgisayar Virüsleri

Başka programların içine yerleştirilip bunların çalıştırılması sonucu gizlice çalışmaya başlayarak bilgisayar sistemine zarar vermeyi amaçlayan özel programlar bilgisayar virüsleri olarak adlandırılmaktadır. Bu adlandırmanın temel gereklileri şunlardır:

- Bu programlar, çalışabilmek için mutlaka başka bir programın varlığına gereksinim duyan ve ancak, başka bir program içine yerleşerek çalışabilen programlardır.
- İçine yerleşikleri program aracılığıyla, bir kez, bir bilgisayar sistemine girdikten sonra, kendi kendilerini sistemdeki diğer programlar içine de kopyalayarak çoğalabilmekte ve bunlar aracılığıyla diğer bilgisayar sistemlerine de taşınabilmektedirler.
- Çok kez, çalışıkları bilgisayar sistemine; kütükleri silme, işletim sistemini bozma yoluyla zarar vermektedirler.

Bilindiği gibi, bakterilerden daha küçük, asalak canlılar olan biyolojik virüsler de:

- Yalnızca canlı bir hücreye girip yerleşikten sonra çoğalabilmekte,
- Bitki, hayvan ve insan gibi canlılara, birbirlerinden bulaşmakta ve
- İçine yerleşikleri hücreleri bozmaktadırlar.

Bu temel benzerlikler nedeniyle kötü niyetli bilgisayar programları bilgisayar virüsleri olarak adlandırılmaktadır. Adlandırmadaki bu koşutluğun yanı sıra, bilgisayar virüsleriyle ilgili diğer terimlerde de biyolojik virus terimlerinden yararlanılmaktadır. Bu bağlamda bilgisayar virüslerinin bulaşmasından, virus salgınlarından, bilgisayar

## 264 İŞLETİM SİSTEMLERİ

sistemlerinin bunlara karşı bağışıklık kazanmasından, bağışıklık sağlayan koruyucu programlardan, aşılardan söz edilebilmektedir.

Bilgisayar virüsleri, bilgisayar sistemlerine:

- disket, mıknatıslı şerit gibi birimlerle ya da
- bilgisayarın bağlı bulunduğu ağ üzerinden

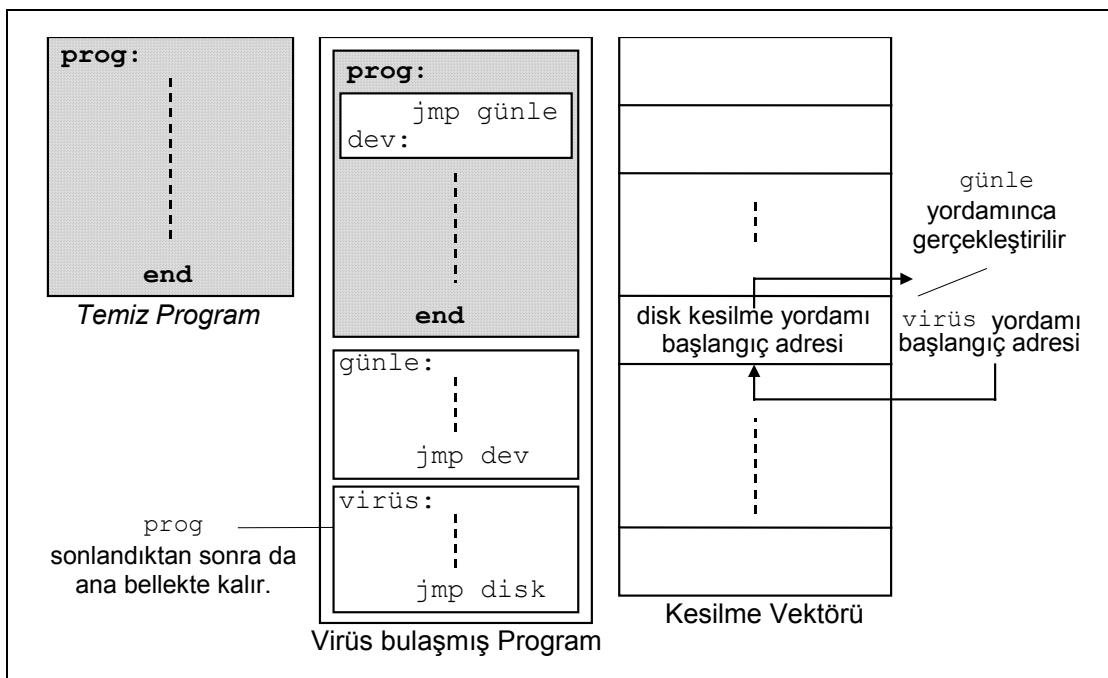
kopyalanan programlar aracılığıyla taşınmaktadır. Virüsü taşıyan bir program bir bilgisayar sistemine girdikten sonra, bu programın çalışmasıyla birlikte çalışmaya başlamaktadır. Bu bağlamda, virüs programı, öncelikle bir kopyasını, sistemdeki temiz programlar içine yerleştirmektedir. Bunun sonrasında, içerdeği mantığa göre, bulunduğu sisteme zarar vermek üzere, kimi kütüklerin kimi öbeklerini silme, kütük atama çizelgelerindeki kimi bağlantıları koparma, işletim sistemine ilişkin kimi veri yapıları üzerinde değişiklik yapma gibi zararlı işlemleri yerine getirmektedir. Virüs programları, sistemdeki varlıklarını kamufle edebilmek amacıyla, etkilerini, çalışmaya başlar başlamaz göstermemekte ve verecekleri zararı genelde, bir seferde olmak yerine azar azar vermektedirler. Bu amaçla, ilk çalışıklarında, örneğin disk kesilme vektörünü, içerdikleri bir yordam adresine kurmakla yetinmekte, bu yordamın, ancak belirli bir sayıda çağrıması sonrasında etkilerini azar azar göstermeye başlamaktadırlar. Bu yolla ortaya çıkarılmalarını geciktirerek sistemde daha uzun süre kalma ve böylece daha çok çoğalma ve yayılma fırsatı bulmaktadır.

Çizim 7.6'da verilenörnekte, `prog` adlı bir programın virüs bulaşmış görünümü verilmiştir. Burada virüs programı, günle ve virüs adlı iki kesimden oluşmaktadır. Virüs programı kendini `prog` adlı programın sonuna kopyaladıktan sonra bu programın başına `jmp` günle komutu ile `dev:` etiketini eklemektedir. Bu yolla `prog` çalıştırıldığında, ilk iş olarak günle kesimine sapılmakta ve disk kesilme vektörü virüs adlı yordamın başlangıç adresi ile günlenmektedir. Böylece disk arabiriminden her kesilme gelişte, denetim virüs yordamına geçmektedir. virüs yordamı işletildikten sonra disk yordamına sapılarak sistemin göründürdeki işleyışı bozulmamaktadır. Bu yolla virüs yordamının sisteme verdiği zarar kullanıcıdan gizlenebilmektedir.

Bilgisayar virüslerine karşı tam koruma sağlayacak ne genel bir yöntem ne de bir araç, ne yazık ki bulunmamaktadır. Bunlarla başa çıkmada geçerli olabilen hemen hemen tek yol, koruyucu önlemlere özen göstermekten geçmektedir. Sisteme yeni bir program yüklemek gerektiğinde bu programın kaynağını iyi bilmek gerekmektedir. Programlarının kopyalanarak bedava kullanılmasından bıkan yazılım üreticilerinin, izinsiz kopyalama durumunda etkili olabilen virüs programlarını kullandıkları bilinmektedir. Bu yolla bedel ödemeden program kullanan kişileri, bir biçimde cezalandırmayı amaçlamaktadırlar.

Önemli kütüklerin düzenli olarak yedeklenmesi de virüslerin yol açacağı bozulmaların yaratacağı zararları en aza indirmek için geçerli bir önlemidir. Bu tür önlemlerin yanı sıra virüs tarama, virüs izleme ve bütünlük denetleme programlarının kullanılması da yararlı olmaktadır. Virüs tarama programları bilinen kimi virüslerin, örneğin ilk 50

bayttan oluşan örüntülerini tüm program kütükleri içinde tarayarak varlıklarını belirlemeye yarayan programlardır. Virüs izleme programları sistemin çalışmaya başlamasıyla birlikte işletme giren ve virüslerin gerçekleştirileceği türden şüpheli işlemlerin yapılmış olmadığını izleyen programlardır. Büyünlük denetleme programları ise sistemdeki kimi program kütüklerinin denetim toplamlarını (*checksum* değerlerini) dönem dönem hesaplayarak ilk değerleriyle karşılaştırın ve bu yolla bu kütüklerin içeriklerinin değişip değişmediğini denetleyen programlardır. Günümüzde, kişisel bilgisayar sistemleri için binlerce virüs programı bulunmaktadır. Bunlara hergün yenilerinin eklendiği ve yeni geliştirilen virüs programlarının, alınan önlemler gözetilerek tasarlandığı düşünülecek olursa tarama, izleme ve denetleme programlarının etkilerinin kısıtlı kalacağı kolayca anlaşılır.



Çizim 7.6. Bilgisayar Virüslerinin Çalışma Biçimini Açıklayan Bir Örnek

Bilgisayar virüslerinin yanı sıra, bir de bilgisayar kurtları bulunmaktadır. Bilgisayar kurtları, virüslerin tersine veri bütünlüğüne zarar veren programlar değildir. Bilgisayar kurtları ilk kez, bilgisayar ağlarının aşırı yüklediği durumları öykünebilmek için, araştırma amacıyla ortaya çıkmıştır. Araştırma amacıyla belirlenen çalışma ilkeleri sonradan kötü niyetli uygulamalara taban olmuştur. Bu programların amaçları, içine girdikleri bilgisayar sistemlerinde hızla çoğalarak, ana işlem birimi, ana bellek, giriş/çıkış kanalı, ağ bağlantıları gibi sistem kaynaklarını aşırı bir biçimde tüketerek sistemi aşırı yüklemektir. Bilgisayar kurtları veri bütünlüğüne zarar vermemekle birlikte, sistem kullanılabilirliğini olumsuz yönde etkileyerek güvenliğe karşı bir tehdit oluştururlar.



# 8. BÖLÜM

işletim sistemleri

## AYGIT SÜRÜCÜLER

Giriş/Çıkış Sistemi adlı İkinci Bölümde, Giriş/Çıkış Sistemiyle ilgili olarak, giriş/çıkışların programlanması sırasında kullanılan programlama teknikleri ile bunların gerektirdiği donanım altyapısı açıklanmıştır. Sözkonusu tekniklerin kullanımı, anlatım kolaylığı sağlayan yalın ve adanmış örnek sistemler taban alınarak ve işletim sisteminin bütünü ve katmanlı mimarisi gözetilmeden örneklenmiştir. Açıklanan programlama yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen giriş/çıkış hizmet ve kesilme yordamlarının, günümüz işletim sistemlerinin bütünü içinde, çekirdek katman düzeyinde nasıl ele alındıkları, *UNIX/LINUX* işletim sistemi taban alınarak, bu bölümde açıklanıp örneklenecektir.

İzleyen kesimde de görüleceği üzere, Aygit Sürücüler konusunun Kütük Yönetimi, Görev Yönetimi, Birlikte Çalışan Görevler başlıklarında açıklanan önemli kavramları da sözkonusu etmesinden dolayı, bu konuya, doğal uzantısı olduğu Giriş/Çıkış Sistemi adlı Bölümün sonunda yer vermek yerine, anılan kavramlar açıklandıktan sonra, ayrı bir başlık altında bu bölümde yer verilmiştir.

Aygit sürücü kavramı *UNIX* işletim sistemi ile ortaya çıkışmış bir kavramdır. Bilindiği gibi, uygulama programları işletim sisteminden gereksedikleri hizmetleri, sistem çağrılarını kullanarak alırlar. Sistem çağrıları, daha genel anlamda, işletim sistemini oluşturan değişik katmanlar arası hizmet alma düzeneğini oluşturur. Bu bağlamda, bir uygulama programı, örneğin simgesel kimliği ile andığı bir kütük üzerinde, kütük başına göreli belirli sayıda baytin, örneğin okunmasını, kütük yönetim sistemi olarak

adlandırılan işletim sistemi katmanının `read()` sistem çağrısını kullanarak bu katmandan ister. Kütük yönetim sistemi, sözkonusu belirli sayıda baytin yer aldığı öbeğin, örneğin sürücü (aygit), silindir, kafa, sektör cinsinden fiziksel konumunu (adresini) belirledikten sonra, öbeğin, fiziksel olarak ilgili aygit üzerinden okunmasını, bu kez çekirdek katmana özgü bir sistem çağrısıyla bu katmandan ister. Fiziksel okuma işlemi, ilgili giriş/çıkış birimine ilişkin, çekirdek katman içindeki sürücü yordamlarca gerçekleştirilir. Okunan öbeğin içindeki ilgili baytlar ya doğrudan ya da kütük yönetim sistemi aracılığıyla uygulama programına aktarılarak işlem tamamlanır.

Bir bilgisayar sisteminin çok çeşitli giriş/çıkış birimi bulunur. Bunlar üzerinde, okuma, yazma gibi fiziksel işlemler, yukarıda da belirtildiği gibi, ilgili giriş/çıkış birimine özgü, çekirdek katman içinde yer alan sürücü yordamlar aracılığıyla yerine getirilir. Sözkonusu sürücü yordamların herbirinin, ilgili giriş/çıkış birimine özgü bir yapıda olması, çekirdek katmandan hizmet alan üst katmanların her giriş/çıkış birimine özgü ayrı bir sistem çağrı kümesini kullanmasını gerektirir. Bunun yerine, giriş/çıkış biriminin niteliği ne olursa olsun, tüm giriş/çıkış birimleri için aynı sistem çağrı kümesinin kullanılması, üst katmanları, donanımın görünümünden ve çekirdek katmandan bağımsızlaştırır. Sisteme yeni giriş/çıkış birimlerinin eklenmesini kolaylaştırır. Bu, giriş/çıkış birimlerinin standart bir görünümle ele alınmasıyla gerçekleşir.

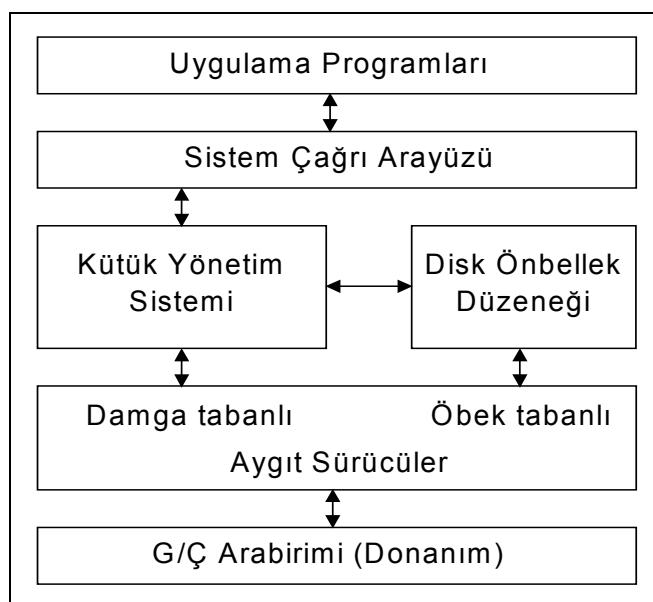
*UNIX* işletim sisteminde sözkonusu standart görünüm, tüm giriş/çıkış birimlerinin kütükler gibi ele alınmasıyla sağlanır. Başka bir deyişle, tüm giriş/çıkış birimlerine erişim, kütüklere erişimde kullanılan, klasik `open()`, `close()`, `read()`, `write()`, `ioctl()` gibi tek bir sistem çağrı kümesiyle gerçekleşir. Bunun sonucunda, örneğin klavyeden girilen damga kodlarının okunmasıyla, bir disk üzerinde saklanan baytların okunması arasında, kullanılan sistem çağrıları yönünden bir ayrım kalmaz. Bu amaçla, sistemdeki her giriş/çıkış birimi için, `open()`, `close()`, `read()`, `write()`, `ioctl()` gibi, çekirdek katman düzeyi ortak sistem çağrıları, sözkonusu giriş/çıkış birimine özel ayrı bir kütük belirteci (*file descriptor*) ile işletildiğinde gerekseme duyulacak sürücü yordamların çekirdek katmana katılması gereklidir. Bir giriş/çıkış birimine özgü sürücü yordam kümesi, *UNIX* bağlamında *Device Driver* ya da aygit sürücü olarak adlandırılır. İzleyen kesimde böyle bir yordam kümесinin, *LINUX*'te hangi yordamlardan olduğu ve nasıl ele alındığı açıklanacaktır.

## 8.1. Aygit Türleri

*LINUX (UNIX)* işletim sistemi, giriş/çıkış birimlerini, damga ve öbek tabanlı olmak üzere iki kategoride ele alır. Klavye, yazıcı gibi aygitlar damga tabanlı, disk, disket, *CD-ROM* gibi aygitlar ise öbek tabanlı aygitlardır. Öbek 512, 1024, 2048 gibi sayıda baytin birlikte oluşturduğu bütüne verilen addır. Adlarından da anlaşılacağı üzere damga tabanlı aygitlar arabirimleri ile iletişimlerinde damgayı, öbek tabanlı aygitlar ise öbeği taban alırlar. Başka bir deyişle, damga tabanlılarda bir seferde aygit-arabirim arasında aktarılan veri birimi bir baytan, öbek tabanlılarda ise bir öbekten oluşur. Bu durumda, iki aygit türü için, damga tabanlı aygit sürücüler (*character device drivers*) ve

öbek tabanlı aygit sürücüler (*block device drivers*) olmak üzere iki tür aygit sürücü bulunur.

Damga tabanlı aygit sürücülerde, uygulama programlarının kullandığı sistem çağrıları, aygit sürücü içinde tanımlı, aygita fiziksel erişim yapan yordamlarla doğrudan ilişkilidir. Öbek tabanlı aygit sürücülerde ise, okuma ve yazma işlemleri, aygita doğrudan erişmek yerine, Kütük Yönetimi başlıklı kesimde konu edilen ve öbek tabanlı giriş/çıkış birimlerine erişimde, erişim süresini kısaltmak, dolayısıyla sistem başarımını yükseltmek üzere, son erişilen öbekleri ana bellekte tutan disk ön bellek (*buffer cache*) düzeneğine erişim yapar (Çizim 8.1).



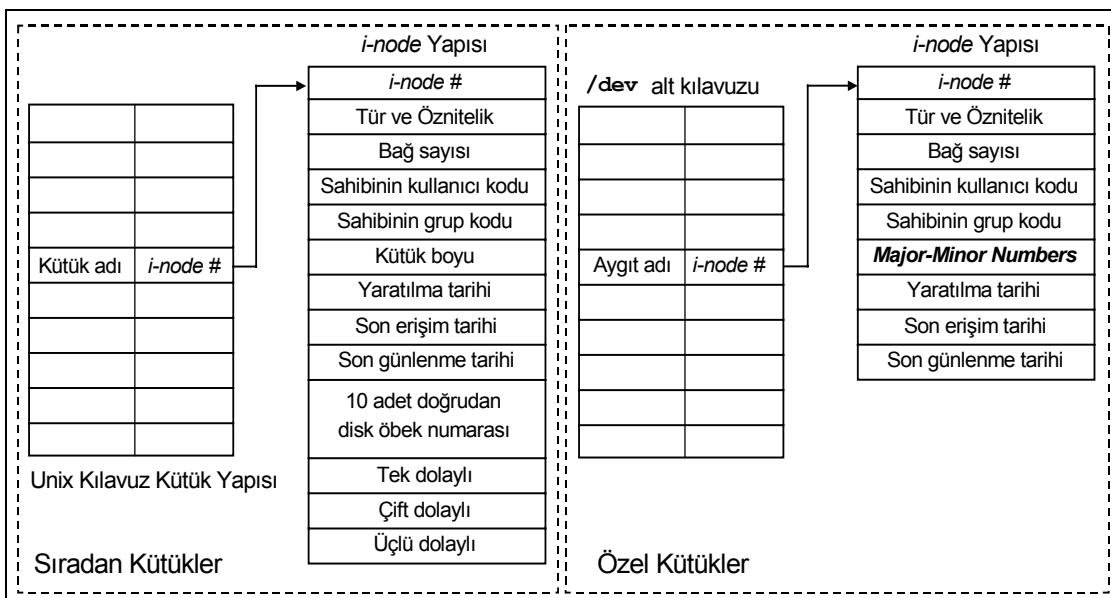
Çizim 8.1. Damga ve Öbek Tabanlı Aygit Sürücülerin Konumu

*LINUX (UNIX)*'te aygit sürücülerin temel görevleri şunlardır:

- İşletime başlama aşamasında (sistem açıldığında) ilgili donanımın ön belirlemesinin yapılması
- İlgili aygıtı hizmete açma-kapama (*open-close*) işlemlerinin yapılması
- Aygıtın çekirdek katman ortamındaki yastık alanına okuma
- Yastık alanından aygıtaya yazma
- Donanım hatalarının saptanması ve ele alınması

Yukarıda da belirtildiği gibi, *LINUX (UNIX)* altında çalışan bir bilgisayar sisteminde her giriş/çıkış birimi (başka bir deyişle aygit) bir kütük gibi ele alınır. Bu nedenle, her aygitin, bir kütük gibi, bir simgesel kimliği (başka bir deyişle adı) ve kılavuz kütük sıradüzeni içinde bir konumu (başka bir deyişle erişim izi) bulunmak durumundadır. Aygitlarla ilişkilendirilmiş bu sanal kütükler, özel kütükler (*special files*) olarak anılırlar. Türlerine göre damga tabanlı ve öbek tabanlı özel kütüklerden (*character/block special files*) söz edilir. Bu sanal kütükler, işletim sisteminin `/dev` alt kılavuzu

altında yer alırlar. Bir kullanıcı programı, herhangi bir aygıta erişmek istediğiinde, kütüklerde olduğu üzere, önce `open()` sistem çağrı ile, aygıtın simgesel kimliğinden *file descriptor* adlı bir kütük belirteci elde eder. Aygıta ilişkin okuma-yazma işlemlerinde bu belirteci kullanır. Söz konusu bu belirteç, bir kütük olarak ele alınan aygıtın, *LINUX (UNIX)* bağlamında *i-node* olarak bilinen ve diskte saklanan veri yapısının, `open()` sistem çağrı ile ana belleğe taşınan kopyasının göstergesidir. Sıradan kütüklerde (*ordinary files*) kütüğün fiziksel disk öbek adreslerini tutan *i-node* veri yapısı, özel kütüklerde aygıta erişimi sağlayan yordam kümesinin göstergesini (*major-minor device number*) saklar (Çizim 8.2).



Çizim 8.2. *LINUX (UNIX)*'te *i-node* Yapıları

`/dev` alt kılavuzu listelendiğinde aşağıdakine benzer bir liste elde edilir:

```
brw----- 1 root floppy 2, 0 May 5 1998 /dev/fd0
brw-rw---- 1 root disk 3, 1 May 5 1998 /dev/hda1
crw-rw-rw- 1 root sys 14, 1 Apr 17 1999 /dev/sequencer
```

Burada her satırın başındaki ilk harf ilgili aygıtın damga tabanlı mı, ya da öbek tabanlı mı olduğunu gösterir. `b` öbek tabanlıyı, `c` ise damga tabanlıyı gösterir. Sıradan kütükler için kütük boyunun gösterildiği yerde (5 ve 6. konumlarda `2,0` gibi) iki sayı bulunmaktadır. Bunlardan ilki *major device number*, ikincisi ise *minor device number* olarak anılır. Bilgisayar sistemini oluşturan değişik nitelikteki herbir aygit için ayrı bir aygit sürücü öngörülür. Sistemde aynı nitelikte (örneğin 1.44 MB Disket Birimi gibi) birden çok aygit var ise, bu aygitların tümü için aynı aygit sürücü kullanılır. Bu

durumda *major device number* kullanılan aygit sürücüyü (başka bir deyişle aynı nitelikteki aygit kümесini), *minor device number* ise aynı aygit sürücüyü kullanan özel bir aygitı gösterir.

## 8.2. Aygit Sürücü Yordamları

Çekirdek katman içinde iki çizelge tutulur. Bu çizelgelerden birisi damga tabanlı, diğeri de öbek tabanlı aygit sürücülere ilişkin struct *file\_operations* olarak bilinen veri yapılarının göstergelerini (*pointers*) tutar. Herhangi bir aygitın *major device number* adlı parametresi, aslında, bu çizelgelerde bir satırı gösteren dizin değeridir (Çizim 8.3).

Character/Block Device Tables	
Major Device #	Pointer to struct file_operations

Çizim 8.3. Damga ve Öbek tabanlı Aygit Çizelgelerinin Yapısı

struct *file\_operations* olarak bilinen veri yapısı, ilgili aygitin sürürlmesinde kullanılan ve çekirdek katmanda yer alan yordamların göstergelerini (*functions' pointers*) tutan bir veri yapısıdır. Bu veri yapısının LINUX 2.2 numaralı çekirdek katman sürümü için geçerli görünümü Çizim 8.4'te verilmiştir. Burada yer alan işlevlerin tamamı, tüm aygitlar için gerekli olmayabilir. Eğer bir aygit için, örneğin *llseek()* işlevi gerekli değilse, ilgili satırı, *NULL*; yazmak yeterli olmaktadır.

struct *file\_operations* adlı yapı içinde tanımlı işlevler, uygulama programları içinde aynı ya da benzer adlarla yer alan sistem çağrıları nitelikli işlevler çalıştırıldığında işletilen çekirdek katman düzeyi işlevlerdir. Bir uygulama programı, kütük gibi ele alabildiği *aaa* adlı bir aygita yönelik, örneğin *open(aaa, O\_RDWR)* işlevini çalıştırıldığında, çekirdek katmanda bununla ilgili çağrılan işlev, struct *file\_operations* adlı yapı içinde tanımlı *open()* işlevi olmaktadır.

## 8.3. Aygit Sürücü Yordamlarının İşletimi

Bir kullanıcı programı, işletimi sırasında, bir aygıta erişmek üzere, bir sistem çağrıları yaptığında, yukarıda açıklanan düzenek çerçevesinde, kütük yönetim sistemi aracılığıyla, struct *file\_operations* içinde tanımlı ilgili bir işlevi (çekirdek katman düzeyi bir sistem çağrımasını) çalıştırır. Bu aşamada, sözkonusu kullanıcı programına ilişkin görevle ilgili iki değişik yol izlenebilir. Bu yollardan birincisi,

işletilen görev bağlamında, çağrılan işlevle doğrudan sapmaktır. Bu durumda, çağrılan işlevin adres evreni, çağrıyı yapan kullanıcı görevvinkine aynı olur. Varsa her türlü aktarım, aygit ile program adres evrenleri arasında doğrudan gerçekleşir.

```
struct file_operations {
    loff_t (*llseek)(struct file*, loff_t, int);
    ssize_t (*read)(struct file*, char*, size_t, loff_t*);
    ssize_t (*write)(struct file*, const char*, size_t, loff_t*);
    int (*readdir)(struct file*, void*, filldir_t);
    unsigned int (*poll)(struct file*, struct poll_table_struct*);
    int (*ioctl)(struct file*, unsigned int, unsigned long);
    int (*mmap)(struct file*, struct vm_area_struct*);
    int (*open)(struct inode*, struct file*);
    int (*flush)(struct file*);
    int (*release)(struct inode*, struct file*);
    int (*fsync)(struct file*, struct dentry*);
    int (*fasync)(int, struct file*, int);
    int (*check_media_change)(kdev_t dev);
    int (*revalidate)(kdev_t dev);
    int (*lock)(struct file*, int, struct file_lock*);
};
```

Çizim 8.4. struct file\_operations (*LINUX* Çekirdeği V2.2)

Ancak aygitla kullanıcı programı arasında veri (bayt) aktarımını konu eden sistem çağrılarının işletimi, çoğu kez, giriş/çıkış birimlerinin ana işlem birimine göre aşırı yavaş olmaları nedeniyle görevi çok uzun zaman alır. Bu sürede, çağrıyı yapan görevin ana işlem birimine anahtarlı kalması sistem başarısını çok olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle böyle bir çağrı yapıldığında, görev yönetici<sup>28</sup> olarak adlandırılan ve ana işlem biriminin yönetiminden sorumlu sistem görevi, çağrıyı yapan kullanıcı görevini, yaptığı çağrı (çağırıldığı işlev) sonlanıncaya deðin, geçici olarak bekler durumuna alır. Başka bir görevi ana işlem birimine anahtarlar. Beklemeye alınan görevin yeniden ana işlem birime anahtarlanarak çalışabilmesi için, yaptığı çağrıının sonlandığını gösteren bir kesilmenin üretilmesi gereklidir. Giriş/Cıkış Sistemi başlıklı kesimde örneklendiði gibi, arabirim ya da doğrudan bellek erişim denetleme birimi gibi bir birimden, işlemlerin sonlandığına ilişkin kesilme geldiðinde, görev yönetici, bekler duruma aldığı sözkonusu görevi, ana işlem birimine anahtarlanmaya hazır görev durumuna sokar. Sırası geldiðinde ana işlem birimine anahtarlanan sözkonusu görev, işletimini, beklemesine neden olan sistem çağrısını izleyen komuttan başlayarak sürdürür. Bu durumda, aygit-program arası veri aktarımı doğrudan yapılamaz. Aktarım, örneğin okuma için, önce

<sup>28</sup> Bu konu Görev Yönetimi adlı bölümde ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

aygıtın işletim sistemi bağlamında bir yastığa, oradan da, program adres evreninde bu amaçla öngörülmüş yastık alana aktarılır.

## 8.4. Kesilme Yordam(lar)ı

Yukarıda açıklandığı üzere, giriş/çıkış arabirimleri, sürücülere dönük aktarım işlemlerinin sonlanması durumunda kesilme imi üretecek ana işlem birimini uyarırlar. Bir aygıta yönelik, varsa bu tür uyarıları ele alan kesilme yordamları da, aygit sürücü kapsamında bulunmak zorundadır. Başka bir deyişle, struct file\_operations yapısı içinde tanımlı yordamların dışında, bu tür yordamların da, aygit sürücü kapsamında öngörülmesi gereklidir.

Aygit sürücü kapsamında kesilme yordamları kullanılacak ise, öncelikle bu yordamların, örneğin *PC* donanımı<sup>29</sup> içinde yer alan kesilme önceliği denetleme biriminin hangi kesilme girişine (*IRQ*) ilişkin olduğunun belirlenmesi gereklidir. Bu ilişkilendirme, *LINUX* Çekirdek V2.2 için:

```
int request_irq(unsigned int irq, void (*handler)(int),
                unsigned long type, char* name);
```

sistem çağrısıyla yapılmaktadır.

Burada *irq* *IRQ (Interrupt ReQuest)* numarasını,  
*handler* kesilme yordamının başlangıç adresini,  
*type* kesilmenin *Intel 80X86* işleyicileri için türünü,  
*name* aygit sürücünün adını  
göstermektedir.

Bir kesilme yordamıyla ilişkilendirilmiş bir kesilme girişinin serbest bırakılması:

```
void free_irq(unsigned int irq);
```

sistem çağrısı ile mümkün olabilmektedir.

## 8.5. Aygit Sürücü Özel Kütüğünün Yaratılması

Bir aygit sürücüye ilişkin özel kütüğün sistemde varlık bulması (yaratılması) mknod komutu ile gerçekleşir.

```
> mknod /dev/aygitsürücüm c 30,0
```

komutu, damga tabanlı *aygitsürücüm* adlı, *major device* numarası 30, *minor device* numarası da 0 olan yeni bir aygit sürücüye ilişkin özel kütüğün /dev alt kılavuzu altında yaratılmasını gerçekleştirir.

Bu biçimde yaratılan aygit sürücü özel kütüğünün *major device* numarasının, Çizim 8.3'te örneklenen ilgili çizelgeye eklenerek bu numaranın ilgili struct file\_operations adlı veri yapısıyla ilişkilendirilmesi, niteliği (damga ya da öbek tabanlı) ne olursa olsun tüm aygit sürücülerde bulunması gereken init() işlevi bağlamında gerçekleştirilir. Bu ilişkilendirme işlemine kayıt (*registration*) işlemi denir.

---

<sup>29</sup> Burada verilen açıklamalar, standart bir kişisel bilgisayar (*PC*) üzerinde çalışan *LINUX* işletim sistemi bağlamında geçerlidir.

`init()` işlevi ve bu bağlamda yapılan kayıt işlemi, izleyen kesimde, damga tabanlı aygit sürücüler kapsamında açıklanmıştır.

## 8.6. Damga Tabanlı Aygit Sürücüler

Bu kesimde damga tabanlı aygit sürücülerin yapıları ve nasıl gerçekleştirildikleri açıklanacaktır. Daha önce de belirtildiği üzere, bir aygit sürücü:

- `init()` işlevi,
- `struct file_operations` adlı veri yapısı içinde tanımlı işlevler ve
- gerekli ise, ilgili arabirimle ilişkin kesilme yordam(lar)ından

oluşan bir bütündür. İzleyen kesimde bu işlev ve yordamların damga tabanlı aygit sürücüler için tanım ve özellikleri açıklanacaktır.

### 8.6.1. Adlandırma

Yukarıda da tanımlandığı gibi, aygit sürücü, bir yordamlar kümesidir. Tüm aygit sürücüler aynı tür ve sayıda yordama sahiptirler ve bu yordamların kaynak kütüklerinin tümü, *LINUX* bağlamında `/usr/src/LINUX/drivers/char` adlı aynı alt kılavuz altında yer alırlar. Bu nedenle aygit sürücülere ilişkin yordam adlarının biricik olma zorunluluğu vardır. Bu biricilik, yordam adının başına aygit adı eklenerek sağlanabilir. Bu durumda, örneğin `aygitsürücüm` adlı aygitin `open()` işlevinin adı, `aygitsürücüm_open()` olur.

### 8.6.2. `init()` İşlevi ve Aygitin Kaydedilmesi

Bilgisayar sistemi açıldığında her aygit sürücü, kendisi ve ilişkili olduğu giriş/çıkış birimine (aygıtta) ilişkin kimi önbelirlemeleri yapmak durumundadır. Örneğin aygit sürücüyü oluşturan yordamlarda kullanılan kimi değişkenlere ilk değer atama işlemleri ile arabirim güdüm yazmacı günleme gibi işlemler bu önbelirlemelere bir örnektir. Söz konusu bu önbelirleme işlemleri `init()` işlevi ile yerine getirilir.

`aygitsürücüm` adı verilen bir aygit sürücü için, `aygitsürücüm_init()` olarak adlandırılan önbelirleme işlevi, diğer işlevlerde olduğu gibi tasarlanıp yazıldıktan sonra elde edilen kaynak kod `/usr/src/LINUX/drivers/char` alt kılavuzu altına saklanır. `aygitsürücüm_init()` satırı, `/usr/src/LINUX/drivers/char/mem.c` adlı kütükte yer alan `chr_dev_init()` işlevinin kaynak kodunun sonuna, `return 0` satırından önce eklenerek, sistem açıldığında işletilmesi sağlanır.

`init()` işlevinin, arabirimle ilgili önbelirlemeler dışında yerine getirmesi gereken bir diğer işlem de aygit sürücünün kayıt işlemidir. Bu işlem:

```
register_chrdev(major, name, file_op)
işlevi ile gerçekleştirilir.
```

Burada:

`major` aygıtın *major device* numarasını,  
`name` aygıtın adını (Örneğin `aygitsürücüm`),  
`file_op` aygıt sürücünün `struct file_operations` yapısının göstergesini tanımlar. İşlevin sıfır değerini döndürmesi, kayıt işleminin başarılı olduğunu; eksı bir değer döndürmesi ise başarısızlığı gösterir. İşlev, `major` için sıfır değeri ile çağrıldığında ve kayıt işlemi başarılı olduğunda çekirdek tarafından atanın *major device* numarasını döndürür.

`init()` işlevinin içerebileceği bir diğer işlev de, aygıt sürücünün içerebileceği kesilme yordamının hangi donanım kesilme girişiyle ilişkili olduğunu belirleyen işlevdir. Yukarıda açıkladığı üzere, bu belirleme:

```
int request_irq(unsigned int irq, void (*handler)(int),
                unsigned long type, char* name);
```

işleviyle yerine getirilebilmektedir.

### 8.6.3. Çalışma Alanı

Aygıt sürücü bağlamındaki yordamların gereksedikleri yastık alanlarının tanımlanması, üç değişik yolla gerçekleştirilebilir:

- Durgun (*static*) yastık tanımı
- `kmalloc()` işlevi ile devingen (*dynamic*) yastık tanımı
- `vmalloc()` işlevi ile devingen yastık tanımı

#### a. Durgun (*static*) yastık tanımı

Bu sıkta, gereksenen yastıklar, `static char buffer[1024]` gibi bir bildirimle yordamlar içinde, durgun bir biçimde tanımlanırlar. Bu yolla ayrılan bellek alanı, sözkonusu yordamın dışında kullanılamaz. Yeniden derleme yapılmadan artırılıp eksiltilemez. İşletim sırasında aygıt kullanılmasa bile bellekte varlığını sürdürüp yer kaybına neden olur. Bu nedenlerle, aşağıda açıklanan devingen (*dynamic*) bellek kullanımını tercih edilir.

#### b. `kmalloc()` işlevi ile devingen yastık tanımı

`kmalloc` ve `kfree` işlevleri, uygulama programı düzeyi `malloc` ve `free` kütüphane işlevlerinin çekirdek katmandaki eşdeğerleridir. `kmalloc` ile ayrılan bellek `kfree` ile serbest bırakılabilir. `kmalloc` işlevi aşağıdaki gibidir:

```
void *kmalloc(size_t size, int priority);
size      ayrılacak bellek öbeğinin boyunu,
priority  önceliği
```

belirtir. `priority` parametresi, `GFP_KERNEL` ve `GFP_ATOMIC` değerlerini alabilmektedir. `kmalloc` işlevi çağrıldığında, çağrıyı yapan görevin, ana bellekte yer

olmaması nedeniyle bekler duruma geçmesinde sakınca yoksa GFP\_KERNEL, aksi halde GFP\_ATOMIC değerinin kullanılması gerekmektedir. Ayrılan bellek üzerinde doğrudan bellek erişim (*DMA*) işlemi gerçekleştirilecek ise priority parametresinin, GFP\_DMA değeri ile “mantıksal ya da” işlemine sokulması gerekmektedir. kmalloc işlevi ile 128KB'a kadar büyülüklükte bellek alanı ayırmak mümkün olabilmektedir.

kmalloc işlevi ile ayrılan bellek kfree işlevi ile serbest bırakılabilmektedir:

```
void kfree(void* ptr, int size);
```

ptr      ayrılmış bellek öbeğinin göstergesini  
size     sözkonusu öbeğin boyunu  
göstermektedir.

### c. **vmalloc()** işlevi ile devingen yastık tanımı

Aygıt sürücü bağlamındaki yordamların gereksedikleri bellek yastık alanlarının elde edilmesinde kullanılabilen üçüncü yöntem ise vmalloc işlevi ile bellek ayırma yöntemidir.

```
void *vmalloc(unsigned long size);
```

vmalloc() işlevi, adından da anlaşılacağı üzere görüntü (*virtual*) bellek yönetimiyle uyumlu bir işlevdir. Bu nedenle vmalloc() işlevi ile ayrılan bellek alanları, kmalloc() ile ayrılan bellek alanlarının tersine, bir kez elde edildikten sonra varlığı garanti edilebilen alanlar olamamaktadır. Bu nedenle vmalloc() işlevi ile ayrılan bellek alanları üzerinde DMA işlemlerine izin verilemediği gibi, bu işlevin kesilme yordamlarında kullanılması da son derece sakıncalıdır.

vmalloc() işlevi ile ayrılan bellek alanları void vfree(void \*ptr) ile serbest bırakılabilmektedir.

#### **8.6.4. struct file\_operations yapısında tanımlı İşlevler**

Bu kesimde, aygit sürücünün ana giriş noktaları olan ve struct file\_operations yapısında adresleri bulunan işlevlerden önemli olanları ve bunların gerçekleştirdikleri işlemler açıklanacaktır.

##### a. **open** işlevi

Aygıt sürücünün bu işlevi, uygulama programları open() sistem çağrısını, bu aygit sürücüyü temsil eden özel kütük adı ile çalıştırıldığı durumda çağrılır.

```
int open(struct inode* inode, struct file* file);
inode   aygit sürücüyü temsil eden özel kütüğüne i-node yapısının göstergesidir.
file    aygit sürücüyü temsil eden özel kütüğüne file yapısının göstergesidir.
```

Bu işlevin gerçekleştirdiği ana işlemler şunlardır:

- İlgili donanım biriminin hazır durumda olup olmadığını denetimi

- Verilen *minor device* numarasının geçerliliğinin denetimi
- Aynı anda yalnız tek bir uygulama programının aygıtı kullanabilmesinin gerektiği durumlarda aygıtın meşgul olup olmadığını gösteren bir değişkenin denetimi, meşgul değilse kurulması, aygit kullanımdaysa (denetim değişkeni kurulu ise) işlevi çalıştırılan görevde EBUSY değerinin döndürülmesi
- Herhangi bir hata durumunda, işlevi çalıştırılan görevde, bu durumu gösteren eksiz bir değerin döndürülmesi
- Başarılı durumunda, işlevi çalıştırılan görevde 0 değerinin döndürülmesi

### b. release işlevi

`release` işlevi, aygıtı kullanım için açan kullanıcı görevinin aynı aygit için `close()` sistem çağrısını çalıştırması durumunda işletilir.

```
int release(struct inode* inode, struct file* file);
inode  aygit sürücüyü temsil eden özel kütüğün i-node yapısının göstergesidir.
file   aygit sürücüyü temsil eden özel kütüğün file yapısının göstergesidir.
```

Bu işlevin gerçekleştirdiği ana işlemler şunlardır:

- Sonuçlanmamış G/C işlemleri varsa bunların gerektirdiği temizleme (*reset*) işlemlerinin yapılması
- Donanım kaynaklarının serbest bırakılması
- `open()` işlevi tarafından kurulmuş ve birden fazla programın aygıtı kullanmasını engelleyen değişkenlerin sıfırlanması

### c. read işlevi

Aygıt sürücünün bu işlevi, uygulama programlarının `read()` sistem çağrısını yapması durumunda işletilir.

```
ssize_t read(struct file* file, char* buf, size_t length,
            loff_t* ppos);
file   aygit sürücüyü temsil eden özel kütüğün file yapısının göstergesidir.
buf    kullanıcı adres evreninde tanımlı yastık alanın göstergesidir.
length okunacak bayt sayısıdır.
ppos   okumaya başlanacak konumu gösterir.
```

Bu işlev, belirtilen sayıdaki baytı giriş/çıkış biriminden okuyup kullanıcı programı adres evreni içinde tanımlı *buf* yastık alanına aktarmakla yükümlüdür. Bu aktarmayı yapacak sözkonusu `read()` işlevi çekirdek katman adres evreninde yer aldığından, giriş/çıkış biriminden okuduğu baytları, kullanıcı programı adres evreninde tanımlı bir alana, doğrudan aktaramaz. Bu işlem için aşağıdaki makro kullanılabilir:

```
copy_to_user(to, from, n)
```

Bu makro kullanılmadan önce, kullanıcı programının, belirttiği yastık alanına yazma hakkı bulunup bulunmadığının denetlenmesi de gerekebilir. Bu işlem için aşağıdaki işlev kullanılabilir:

```
int verify_area(int access, void* u_addr, unsigned long size);
access VERIFY_WRITE olmalıdır.
u_addr kullanıcı adres evreninde, aktarım yapılacak yastık alanının adresidir.
size yastık alanın boyudur.
```

Bu işlev belirtilen hak varsa sıfır yoksa `EFAULT` değerini döndürür.

#### d. `write()` işlevi

Aygıt sürücünün bu işlevi, uygulama programları `write()` sistem çağrıları yapmaları durumunda işletilir.

```
ssize_t write(struct file* file, char* buf, size_t length,
off_t* ppos);
```

Bu işlev, belirtilen sayıdaki baytı, kullanıcı programı adres evreni içinde tanımlı `buf` yastık alanından giriş/çıkış birimine aktarmakla yükümlüdür. Bu aktarımı yapacak sözkonusu `write()` işlevi çekirdek katman adres evreninde yer aldığından, kullanıcı programı adres evreninde tanımlı bir alandan giriş/çıkış birimine doğrudan aktarım yapamaz. Bu aktarım için aşağıdaki makro kullanılabilir:

```
copy_from_user(to, from, n).
```

Bu makro kullanılmadan önce, kullanıcı programının, belirttiği yastık alanını okuma hakkı bulunup bulunmadığının denetlenmesi de gerekebilir. Bu denetleme işlemi için aşağıdaki işlev kullanılabilir:

```
int verify_area(int access, void* u_addr, unsigned long size);
access VERIFY_READ olmalıdır.
u_addr kullanıcı adres evreninde, aktarım yapılacak yastık alanının adresidir.
size yastık alanın boyudur.
```

Bu işlev belirtilen hak varsa sıfır yoksa `EFAULT` değerini döndürür.

#### e. `ioctl` işlevi

Giriş/çıkış birimleriyle ilgili yukarıda tanımlanan açma, kapama, yazma, okuma gibi temel işlevlerin yanı sıra, önbölirleme (*init*) aşamasının dışında da, giriş/çıkış arabirimine güdüm değeri yazma, arabirim durum yazmacını okuma gibi işlemlere gerekseme duyulabilir. Bu işlemler için aygit sürücü `ioctl()` işlevini içermek durumundadır.

```
int ioctl(struct file* file, unsigned int cmd,
unsigned long arg);
file aygit sürücüyü temsil eden özel kütüğün file yapısının göstergesidir.
cmd arabirimle ilgili denetleme işlem kodunu gösterir.
arg 4 baytlık, denetleme işlem koduyla ilişkili bir değeri gösterir.
```

### 8.6.5. Aygit Sürücünün Çekirdek Katmana Eklenmesi

Sisteme yeni bir aygit sürücü eklemek gerekiğinde aşağıdaki dört adım yerine getirilir:

#### a. Birinci Adım

Aygit sürücüyü oluşturan işlevler tasarlanıp yazıldıktan sonra, kaynak kodları ve gerekli başlık (*header*) bilgilerini taşıyan bir kütük elde edilir. *aygitsürücüm.c* adının verildiği varsayılan bu kütüğün, ilk adımda /usr/src/LINUX/drivers/char alt kılavuzu altına yüklenmesi gereklidir. *aygitsürücüm.c* adlı kütüğün içeriği başlık bilgileri şunlar olabilmektedir:

```
#include <LINUX/kernel.h>           #include <LINUX/sched.h>
#include <LINUX/tty.h>                #include <LINUX/signal.h>
#include <LINUX/errno.h>               #include <LINUX/malloc.h>
#include <asm/io.h>                   #include <asm/segment.h>
#include <asm/system.h>                #include <asm/irq.h>
#include <asm/uaccess.h>              #include "aygitsürücüm.h"
```

Bunlardan *aygitsürücüm.h* gerekli diğer başlık bilgilerinin yanı sıra, örneğin:

```
struct file_operations aygitsürücüm_fops
{
    NULL,
    aygitsürücüm_read,
    aygitsürücüm_write,
    NULL,
    NULL,
    aygitsürücüm_ioctl,
    NULL,
    aygitsürücüm_open,
    NULL,
    aygitsürücüm_release,
    NULL,
    NULL,
    NULL,
    NULL,
    NULL,
    NULL,
};
```

gibi bir tanımı da içermek durumundadır.

#### b. İkinci Adım

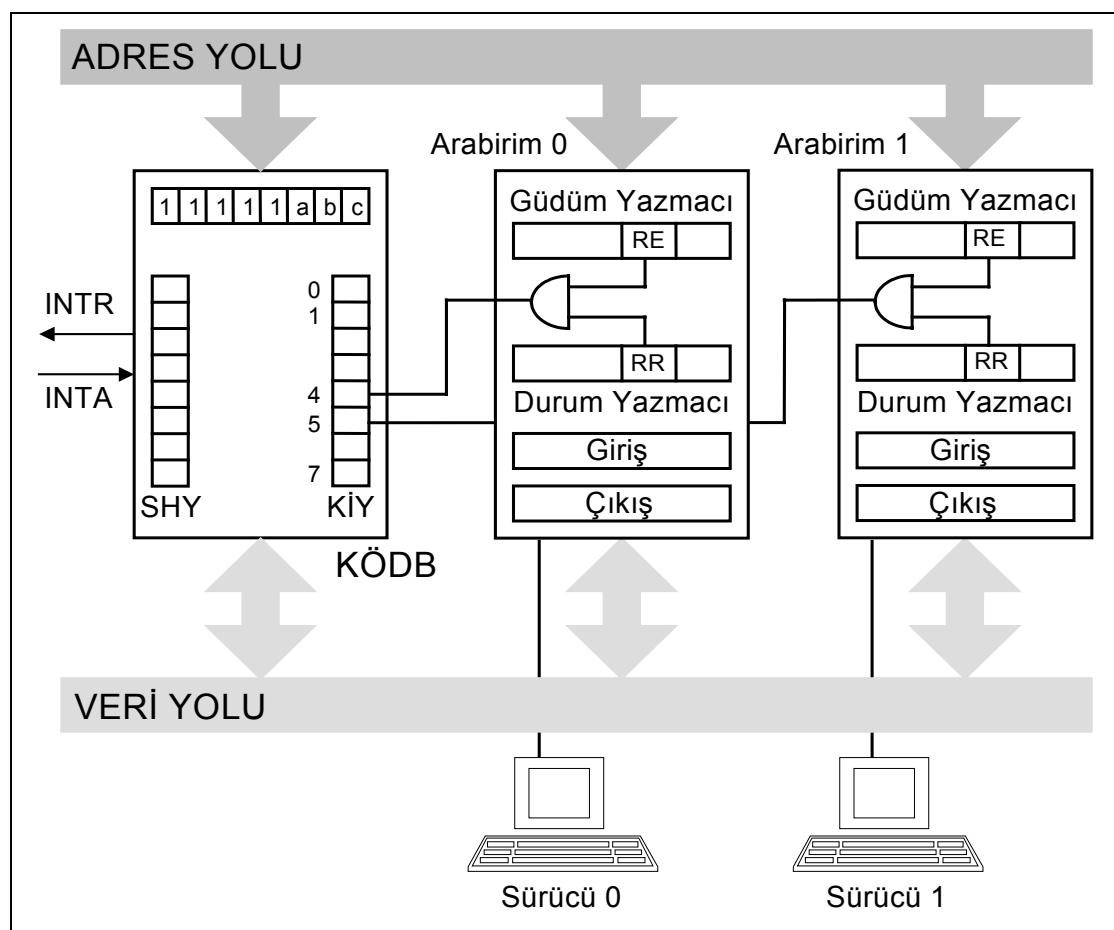
İkinci adımda, *aygitsürücüm\_init()* satırı, /usr/src/LINUX/drivers/char/*mem.c* adlı kütükte yer alan *chr\_dev\_init()* işlevinin kaynak kodunun sonuna, *return 0* satırından önce eklenir.

### c. Üçüncü Adım

Üçüncü adımda, `/usr/src/LINUX/drivers/char/Makefile` kütüğünde OBJS tanımlarının sonuna `aygitsürücüm.o`, SRCS tanımlarının sonuna da `aygitsürücüm.c` satırı eklenir.

### d. Son Adım

Son adımda Çekirdek yeniden derlenerek yeni aygit sürücü sisteme katılmış olur.



Çizim 8.5. Örnek Aygit Sürücünün Taban Aldığı Sistem Görünümü

### 8.6.6. Damga Tabanlı Aygit Sürücü Örneği

İzleyen kesimde yalnız bir damga tabanlı aygit sürücü örmeklenmektedir. Söz konusu aygit sürücü, daha önce, giriş/çıkışların programlanması sırasında kullanılan yöntemleri açıklarken örneklediğimiz ardıl giriş/çıkış birimine ilişkin olacaktır (Çizim 8.5). Aygit sürücü, `ardıl_open()`, `ardıl_release()`, `ardıl_read()`, `ardıl_write()` ve `ardıl_ioctl()` olarak adlandırılan işlevleri içerecektir. `ardıl_read()` ve `ardıl_write()` işlevleri, sırasıyla ardıl giriş/çıkış biriminden belirli sayıda (en çok MAKSIMUM) baytı okuma ve ardıl giriş/çıkış birimine bayt yazma işlemlerini yerine

getirecektir. Arabirim Gündüm yazmacı günlenerek iletişim hızı, damga boyu, eşlik denetimi gibi işletim parametrelerinin değiştirilmesi `ardıl_ioctl()` işlevi ile gerçekleştirilecektir.

Aygıt sürücü, sistemde, sözkonusu ardıl giriş/çıkış arabiriminden 2 tane bulunacağını ve bunların RR durum bitine dayalı olarak, sistem kesilme önceliği denetleme biriminin 4 ve 5 numaralı girişleri üzerinden kesilme üreteceklerini varsayıacaktır. Bu durumda, aygit sürücü, temel işlevlerin yanı sıra, arabirimlere ilişkin 2 ayrı kesilme yordamını da içerecektir. Kesilme yordamlarının, ilgili oldukları Giriş yastığı içeriğini, `ardıl_read()` işlevinin de eriştiği, `kuyruk_0` ya da `kuyruk_1` adlı yapının `alan[]` kesimine ekleyecekleri düşünülecektir.

`ardılsürücü` olarak adlandırılan aygit sürücünün *major device* numarasının 30 olduğu ve 0, Arabirim0'a, 1 ise Arabirim1'e adanan iki *minor device* numarasının bulunduğu varsayılacaktır.

Bu varsayımlara göre aygit sürücünün görünümü Çizim 8.6'da verilmiştir.

---

```

/*Damga Tabanlı Aygit Sürücü Örneği*/

#define KERNEL /*Derlemenin Kernel bağlamında yapılması için*/

/*Kernel headers*/
#include <LINUX/kernel.h>           #include <LINUX/sched.h>
#include <LINUX/tty.h>              #include <LINUX/signal.h>
#include <LINUX/errno.h>             #include <LINUX/malloc.h>
#include <asm/io.h>                 #include <asm/segment.h>
#include <asm/system.h>              #include <asm/irq.h>
#include <asm/uaccess.h>

. . .

/*Minor Device Numaraları*/
#define ARABIRIM_0 0
#define ARABIRIM_1 1

/*Arabirim Değişmezleri*/
#define MESGUL 0
#define SERBEST 1
#define MAKSUMUM 16
#define SATIR 80
#define BIP 0x08

#define GUDUM_ADR 0xA0; /*ARABIRIM_0 Güdüm Yazmaç Adresi*/
#define DURUM_ADR 0xA1; /*ARABIRIM_0 Durum Yazmaç Adresi*/
#define GIRIS_ADR 0xA2; /*ARABIRIM_0 Giriş Yazmaç Adresi*/
#define CIKIS_ADR 0xA3; /*ARABIRIM_0 Çıkış Yazmaç Adresi*/
#define SRN_HZMT_ADR 0xB0; /*KÖDB Süren Hizmet Yazmaç Adresi*/

#define GONDERMEYE_HAZIR 0x01; /*Arabirim Göndermeye hazır*/
#define ALMAYA_HAZIR 0x02; /*Arabirim Almaya hazır*/
#define ESLIK_HATASI 0x03; /*Arabirim Eşlik Hatası*/
#define TASMA_HATASI 0x04; /*Arabirim Taşma Hatası*/
#define KODB_MASKE_0 0xEF; /*KÖDB Süren Hizmet Yazmacı 4.Bit*/
#define KODB_MASKE_1 0xBF; /*KÖDB Süren Hizmet Yazmacı 5.Bit*/

/*Aygıt Sürücünün kullandığı Değişkenler*/
static int mesgul_0, mesgul_1;
static char ilk_gudum_degeri_0 = 0x84;
static char ilk_gudum_degeri_1 = 0x84;
static char tranceiver_enable = 0x03;
static unsigned int irq_0 = 4;
static unsigned int irq_1 = 5;
static unsigned type = 1;

```

```
struct kuyruk {
    char alan[MAKSIMUM];
    int bas, son;
    boolean dolu;
};

static struct kuyruk kuyruk_0;
static struct kuyruk kuyruk_1;

/*İşlevler*/
static int ardıl_open(struct inode*,struct file*);
static int ardıl_release(struct inode*,struct file*);
static ssize_t ardıl_read(struct file*,char*,size_t,loff_t*);
static ssize_t ardıl_write(struct file*,char*,size_t, loff_t*);
static int ardıl_ioctl(struct inode*,struct file*,unsigned int,
                      unsigned long);

/*file_operations struct*/
struct file_operations ardıl_fops =
{
    NULL,           /* llseek */
    ardıl_read,     /* read */
    ardıl_write,    /* write */
    NULL,           /* readdir */
    NULL,           /* poll */
    ardıl_ioctl,    /* ioctl */
    NULL,           /* mmap */
    ardıl_open,     /* open */
    NULL,           /* flush */
    ardıl_release,  /* release */
    NULL,           /* fsync */
    NULL,           /* fasync */
    NULL,           /* check_media_change */
    NULL,           /* revalidate */
    NULL           /* lock */
};
```

```
/*Önbelirleme işlemleri*/
void ardıl_init(void)
{
    /*30 numaranın kayıt edilmesi*/
    if((register_chrdev(30, "ardıl", &ardıl_fops)) < 0)
        printk("Ardıl-30 Kayıt işlemi başarısız\n");
    else {
        printk("Ardıl-30 Kayıt işlemi başarıyla tamamlandı\n");
        *Arabirim_0 ve 1'İN ilk güdüm değerlerinin yazılması*
        _asm {
            mov al,ilk_güdüm_değeri_0
            out GUDUM_ADR,al
            mov al,ilk_güdüm_değeri_1
            out GUDUM_ADR+4,al
        }
        mesgul_0 = SERBEST;
        mesgul_1 = SERBEST;
        request_irq(unsigned int irq_0, void (*kesilme_yordamı_0)(int),
                   unsigned long type, char* ardıl);
        request_irq(unsigned int irq_1, void (*kesilme_yordamı_1)(int),
                   unsigned long type, char* ardıl);
    }
}
```

```

/*Okuma İşlemi*/
static ssize_t ardıl_read(struct file* file, char* buf,
                           size_t length, loff_t* ppos)
{
    int i, boy, kboyu;
    char yastik[MAKSIMUM];
    /*Hangi Arabirim ?*/
    switch(MINOR(file->f_dentry->d_inode->i_rdev))
    {
        case ARABIRIM_0:
            _asm cli
            if(!bos(&kuyruk_0)){
                kboyu = boybul(&kuyruk_0);
                boy =(kboyu < length) ? kboyu : length;
                for(i=0; i<boy; i++)
                    yastik[i] = damgaal(&kuyruk_0);
                _asm sti
                /*Kullanıcı alanına yazabilme denetimi*/
                if(!verify_area(VERIFY_WRITE, buf, boy))
                    return -EFAULT;
                /*damga'yı kullanıcı alanına yazma*/
                copy_to_user(buf, yastik, boy);
                return boy;
            }
            else
                _asm sti
                return -ENODATA;
        case ARABIRIM_1:
            _asm cli
            if(!bos(&kuyruk_1)){
                kboyu = boybul(&kuyruk_1);
                boy =(kboyu < length) ? kboyu : length;
                for(i=0; i<boy; i++)
                    yastik[i] = damgaal(&kuyruk_1);
                _asm sti
                /*Kullanıcı alanına yazabilme denetimi*/
                if(!verify_area(VERIFY_WRITE, buf, boy))
                    return -EFAULT;
                /*damga'yı kullanıcı alanına yazma*/
                copy_to_user(buf, yastik, boy);
                return boy;
            }
            else
                _asm sti
                return -ENODATA;
        /*Geçersiz minor device numarası*/
        default:
            return -EINVAL;
    }
}

```

## 286 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
/*Yazma İşlemi*/
static ssize_t ardıl_write(struct file* file, char* buf,
                           size_t length, loff_t* ppos)
{
    char dizgi[SATIR];
    /*Hangi Arabirim ?*/
    switch(MINOR(file->f_dentry->d_inode->i_rdev)) {
        case ARABIRIM_0:
            /*Kullanıcı alanından okuyabilme denetimi*/
            if(!verify_area(VERIFY_READ, buf, length))
                return -EFAULT;
            /*Kullanıcı alanından damga okuma*/
            copy_from_user(&dizgi, buf, length);
            _asm {
                mov cx, length
                lea bx, dizgi
                xor si, si
                dön0:in al, DURUM_ADR
                    test al, GONDERMEYE_HAZIR
                    jz dön0
                    mov al, [bx][si]
                    out CIKIS_ADR, al
                    inc si
                    loop dön0
            }
            return boy;
        case ARABIRIM_1:
            /*Kullanıcı alanından okuyabilme denetimi*/
            if(!verify_area(VERIFY_READ, buf, boy))
                return -EFAULT;
            /*Kullanıcı alanından damga okuma*/
            copy_from_user(&dizgi, buf, boy);
            _asm {
                mov cx, length
                lea bx, dizgi
                xor si, si
                dön1:in al, DURUM_ADR+4
                    test al, GONDERMEYE_HAZIR
                    jz dön1
                    mov al, [bx][si]
                    out CIKIS_ADR+4, al
                    inc si
                    loop dön1
            }
            return boy;
        /*Geçersiz minor device numarası*/
        default:
            return -EINVAL;
    }
}
```

```

/*İşletim Parametreleri Günleme*/
static int ardıl_ioctl(struct inode* inode, struct file* file,
                      unsigned int cmd, unsigned long arg)
{
    switch(MINOR(file->f_dentry->d_inode->i_rdev))
    {
        case ARABIRIM_0:
            gunle(GUDUM_ADR, cmd, arg);
            return(0);

        case ARABIRIM_1:
            gunle(GUDUM_ADR+4, cmd, arg);
            return(0);

        /*Geçersiz minor device numarası*/
        default:
            return -EINVAL;
    }
}

void gunle(char adres,unsigned int komut,unsigned long arguman)
{
/*
***** Adres'i verilen Gündüm Yazmacı içeriğini,
*/
/*
"komut"la belirlenen:
*/
/*
    - iletişim hızı (01),
    - damga boyu (02),
    - eşlik türü (03)
*/
/*
değiştirme gibi bir işleme ilişkin,
*/
/*
"arguman" içinde tanımlı değerle günleyen işlev.
*/
/*
***** */
}

```

## 288 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
/*Açma İşlemi*/
static int ardıl_open(struct inode* inode, struct file* file)
{
    switch(MINOR(file->f_dentry->d_inode->i_rdev))
    {

        case ARABIRIM_0:
            /*Daha önce açılmışsa*/
            if(mesgul_0 == MESGUL)
                return -EBUSY;
            else
                /*ARABIRIM_0 Meşgul göstergesini kur*/
                mesgul_0 = MESGUL;
                /*ARABIRIM_0 Kuyruk Göstergelerini Kur*/
                kuyruk_0.bas = kuyruk_0.son = MAKSIMUM -1;
                kuyruk_0.dolu = FALSE;
            /*ARABIRIM_0'i Alma ve Göndermeye Aç (Enable)*/
            _asm {
                mov al, ilk_gündüm_0
                or al, tranceiver_enable
                out GÜDÜM_ADR, al
            }
            return 0;

        case ARABIRIM_1:
            /*Daha önce açılmışsa*/
            if(mesgul_1 == MESGUL)
                return -EBUSY;
            else
                /*ARABIRIM_1 Meşgul göstergesini kur*/
                mesgul_1 = MESGUL;
                /*ARABIRIM_1 Kuyruk Göstergelerini Kur*/
                kuyruk_1.bas = kuyruk_1.son = MAKSIMUM -1;
                kuyruk_1.dolu = FALSE;
            /*ARABIRIM_1'i Alma ve Göndermeye Aç (Enable)*/
            _asm {
                mov al, ilk_gündüm_1
                or al, tranceiver_enable
                out GÜDÜM_ADR+4, al
            }
            return 0;

        /*Geçersiz minor device numarası*/
    default:
        return -ENXIO;
    }
}
```

```
/*Kapama İşlemi*/
static int ardıl_release(struct inode* inode,struct file* file)
{
    switch(MINOR(file->f_dentry->d_inode->i_rdev))
    {

        case ARABIRIM_0:
            /*ARABIRIM_0 Meşgul göstergesini sıfırla*/
            mesgul_0 = SERBEST;
            /*ARABIRIM_0'i Alma ve Göndermeye Kapa (Disable)*/
            _asm {
                mov al, ilk_güdüm_0
                out GÜDÜM_ADR, al
            }
            return 0;

        case ARABIRIM_1:
            /*ARABIRIM_1 Meşgul göstergesini sıfırla*/
            mesgul_1 = SERBEST;
            /*ARABIRIM_1'i Alma ve Göndermeye Kapa (Disable)*/
            _asm {
                mov al, ilk_güdüm_1
                out GÜDÜM_ADR+4, al
            }
            return 0;

        /*Geçersiz minor device numarası*/
        default:
            return -ENXIO;
    }
}
```

## 290 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
/*Arabirim0 Kesilme Yordamı*/
void kesilme_yordamı_0(void)
{
    char damga, durum;
    _asm {
        pusha
        sti
        in al, DURUM_ADR
        mov durum, al
    }
    if(hata(durum)) {
        _asm {
            in al, GIRIS_ADR /* RRDY sıfırlama için boş okuma */
            cli
            in al, SRN_HZMT_ADR
            and al, KODB_MASKE_0
            out SRN_HZMT_ADR, al
            popa
            iret
        }
        _asm {
            in al, GIRIS_ADR
            mov damga, al
        }
        if(!damgaekle(&kuyruk_0, damga) {
            bip_0();
            _asm {
                cli
                in al, SRN_HZMT_ADR
                and al, KODB_MASKE_0
                out SRN_HZMT_ADR, al
                popa
                iret
            }
            _asm {
                bekle: in al, DURUM_ADR /*Girilen damganın "echo" işlemi*/
                test al, GONDERMEYE_HAZIR
                jz bekle
                mov al, damga
                out CIKIS_ADR, al
                cli
                in al, SRN_HZMT_ADR
                and al, KODB_MASKE_0
                out SRN_HZMT_ADR, al
                popa
                iret
            }
        }
    }
}
```

```

/*Arabirim1 Kesilme Yordamı*/
void kesilme_yordamı_1(void)
{
char damga, durum;
    _asm {
pusha
sti
in al, DURUM_ADR+4
mov durum, al
}
if(hata(durum)) {
    _asm {
        in al, GIRIS_ADR+4 /RRDY sıfırlama için boş okuma/
        cli
        in al, SRN_HZMT_ADR
        and al, KODB_MASKE_1
        out SRN_HZMT_ADR, al
        popa
        iret
    }
}
    _asm {
in al, GIRIS_ADR+4
mov damga, al
}
if(!damgaekle(&kuyruk_1, damga) {
    bip_1();
    _asm {
        cli
        in al, SRN_HZMT_ADR
        and al, KODB_MASKE_1
        out SRN_HZMT_ADR, al
        popa
        iret
    }
}
asm {
bekle: in al, DURUM_ADR+4 /Girilen damganın "echo" işlemi/
test al, GONDERMEYE_HAZIR
jz bekle
mov al, damga
out CIKIS_ADR+4, al
cli
in al, SRN_HZMT_ADR
and al, KODB_MASKE_1
out SRN_HZMT_ADR, al
popa
iret
}
}
}

```

## 292 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
/*Kuyruk boş mu? işlevi*/
boolean bos(struct kuyruk* kg)
{
    return((kg->bas == kg->son) ? TRUE : FALSE);
}

/*Kuyruktaki damga sayısını bul işlevi*/
int boybul(struct kuyruk* kg)
{
    int deger;

    if((deger = (kg->son)-(kg->bas)) < 0)
        return(MAKSIMUM + deger);
    else
        return(deger);
}

/*Kuyruktan bir damga al işlevi*/
char damgaal(struct kuyruk* kg)
{
    if(kg->bas == MAKSIMUM - 1)
        kg->bas = 0;
    else
        (kg->bas)++;
    kg->dolu = FALSE;
    return(kg->alan[kg->bas]);
}

/*Kuyruğa bir damga ekle*/
boolean damgaekle(struct kuyruk* kg, char damga)
{
    if(kg->dolu)
        return(FALSE);
    if(kg->son == MAKSIMUM - 1)
        kg->son = 0;
    else
        (kg->son)++;
    if(kg->son == kg->bas) {
        kg->dolu = TRUE;
        return(FALSE);
    }
    kg->alan[kg->son] = damga;
    return(TRUE);
}
```

```

/*Arabirimden okumada hata var mı?*/
boolean hata(char durum)
{
    if((durum & ALMAYA_HAZIR)==0 || (durum & ESLIK_HATASI)!=0 || 
        (durum & TASMA_HATASI)!=0)
        return(FALSE);
    return(TRUE);
}

/*Arabirim0 Kuyruk Dolu Uyarısı*/
void bip_0(void)
{
    __asm {
        bip: in al, DURUM_ADR
        test al, GONDERMEYE_HAZIR
        jz bip
        mov al, BIP
        out CIKIS_ADR, al
    }
}

/*Arabirim1 Kuyruk Dolu Uyarısı*/
void bip_1(void)
{
    __asm {
        bip: in al, DURUM_ADR+4
        test al, GONDERMEYE_HAZIR
        jz bip
        mov al, BIP
        out CIKIS_ADR+4, al
    }
}

```

---

Çizim 8.6. Damga Tabanlı Aygit Sürücü Örneği

### 8.6.7. Damga Tabanlı Aygit Sürücü Örneğiyle ilgili Ek Açıklamalar

İzleyen kesimde, okuyucunun, Çizim 8.6'da verilen örnek aygit sürücü yordamlarını ayrı ayrı inceledikten sonra, sürücünün işleyişini bir bütün olarak algılanmasını kolaylaştıran, özellikle yordamlar arası ilişki ve etkileşime ilişkin kimi ek açıklamalara yer verilmiştir:

Örnek aygit sürücünün taban aldığı sistem görünümü içinde yer alan Arabirim0 ve Arabirim1'in Gündüm ve Durum yazmaçları ile Giriş ve Çıkış yastıklarının adresleri, Giriş/Çıkış Sistemi adlı İkinci Bölümde verilenlerle uyumlu olarak, sırasıyla: A0H, A1H, A2H, A3H; A4H, A5H, A6H, A7H; kesilme önceliği denetleme biriminin Süren Hizmet Yazmaç adresi ise B0H olarak alınmıştır.

## 294 İŞLETİM SİSTEMLERİ

Örnek aygit sürücü, bir aygit sürücünün içermesi gereken işlevlerden, salt `open()`, `close()`, `read()`, `write()` ve `ioctl()` işlevlerini içermektedir. Diğer işlevler, kullanılmadıklarından dolayı, `file_operations struct` adlı yapı içinde NULL olarak tanımlanmıştır. Tanımlı işlevler `ardıl_` öneki ile (örneğin `ardıl_open()` gibi) anılarak adlandırmada biricilik sağlanmaktadır.

Arabirim0 ve Arabirim1 için, `kuyruk_0` ve `kuyruk_1` olarak adlandırılan,

```
struct kuyruk {
    char alan[MAKSIMUM];
    int bas, son;
    boolean dolu;
};
```

büçümde tanımlanan static nitelikli, çekirdek katman düzeyi iki kuyruk öngörülmüştür. Terminal klavyesinden girilen damgalar, bu kuyruklara, ilgili kesilme yordamınca eklenmekte ve `read()` işlevi ile de, `length` parametresinin belirlediği sayıda damga, buradan, uygulama programı adres evrenine aktarılmaktadır. MAKSIMUM adlı parametre 16 ile sınırlı olduğundan (`kmalloc()`, `kfree()` işlevlerini kullanarak) devingen bellek atama yerine durgun bellek atama tercih edilmiştir.

`kuyruk_0` ve `kuyruk_1` adlı kuyruklara, kesilme yordamlarının yazma, `read()` işlevinin de okuma amacıyla koşut erişimi söz konusudur. Bu nedenle, kesilme yordamları ile `read()` işlevinin zamanuyumlanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu zamanuyumlama, `read()` işlevi içinde, kuyruğa erişim yapan komutlar,

```
_asm cli
if(!bos(&kuyruk_0)){
    kboyu = boybul(&kuyruk_0);
    boy = (kboyu < length) ? kboyu : length;
    yastik[i] = damgaal(&kuyruk_0);
}
_asm sti
.
.
```

örneğinde görüldüğü gibi, `cli` ve `sti` komutları ile parantez arasına alınmakta ve bu yolla, `read()` işlevi kuyruğa erişim yaparken kesilme yordamlarının bu işlevi keserek kuyruğa erişim yapmaları, dolayısıyla karşılıklı dışlamanın ihlali engellenmektedir.

Bilindiği gibi, Birlikte Çalışan Görevler başlıklı Dördüncü Bölümde, kesilme düzeneğinin görevler arası zamanuyumlamada kullanımı konu edilmiş ve bu yöntemin önemli sakıncaları açıklanmıştır. Bu bağlamda, bir yandan, sistemin kesilmelere, görelî uzunca bir süre kapalı tutulması durumunda gerçek zaman sayışının bozulması, diğer yandan da uygulama düzeyi programlara (sıradan kullanıcılarla) kesilme gibi, işletim bütünlüğünü, dolayısıyla sistem güvenliğini çok yakından ilgilendiren bir düzeneğin açılması sakıncaları konu edilmiştir. Çekirdek katman düzeyi bir yazılım olan aygit sürücüler bağlamında, bu sakıncaların ikincisinin, kendiliğinden ortadan kalktığını açıktır. Yukarıda verilen örnekten de görüleceği gibi, zamanuyumlama amacıyla kesilmelere kapatılan komut (satır) sayısı, gerçek zaman sayışının bozmayacak kadar

kısıtlı olduğundan, bu özel durumda, karşılıklı dışlama gereksiniminin, `cli` ve `sti` komutları kullanılarak, yalın bir biçimde yerine getirilmesi mümkün olmuştur.

Örnek aygit sürücünün kullanıma girmesinden önce:

```
> mknod /dev/ardı10 c 30,0 ve
> mknod /dev/ardı11 c 30,1
```

İşletim sistemi komutlarıyla, sistemde, 30 *major device*, 0 *minor device* numarası ve 30 *major device*, 1 *minor device* numarasına karşı gelen `ardı10` ve `ardı11` adlı iki özel kütüğün, başka bir deyişle, iki ayrı *i-node* yapısının sistem içinde varlık bulması gerekmektedir.

`init()` işlevi içinde, `register_chrdev(30, "ardı1", &ardı1_fops)` çağrısıyla, 30 *major device* numarası, (*character device table* içinde) her iki özel kütüğe ortak `ardı1_fops` yapısı ile ilişkilendirilmektedir. Bu yolla, uygulama programı düzeyinde, örneğin, `open(/dev/aygit0, O_RDONLY)` çağrısı işletildiğinde, `aygit0` adlı özel kütüğün *i-node* yapısından, işletilecek çekirdek katman düzeyi `open()` çağrısının, 30 *major device* numarasına karşı gelen, `ardı1_fops` içinde tanımlı `ardı1_open(struct inode* inode, struct file* file)` çağrısı olacağı sistemce belirlenebilmekte ve bu çağrı içinde `file` argümanının yerini `/dev/aygit0` değeri almaktadır. `ardı1_open()` işlevi içinde *minor device* numarası sınıma, bu argümana dayalı olarak yapılmaktadır. Bu nedenle, örnek aygit sürücünün içерdiği `open()`, `close()`, `read()`, `write()` ve `ioctl()` işlevlerinin tümünde, öncelikle *minor device* numarası sınınamakta ve sözkonusu işlevin yerine getirmesi gereken fiziksel arabirim işlemleri, bu sınıma sonucunda belirlenen arabirim (`ARABIRIM_0` ya da `ARABIRIM_1`) üzerinde yürütülmektedir. Bu durum, aynı nitelikli arabirimlerin tümü için tek bir *major device* numarası tanımlayıp tüm arabirimler için tek bir sistem çağrı kümesini kullanma; her bir arabirimde de, ayrı bir *minor device* numarası vererek her arabirim üzerinde, aynı fiziksel arabirim işlemleri, bu tek sistem çağrı kümesiyle yerine getirebilme olanağını yaratmanın, başka bir deyişle, *major-minor device* numarası kavramının açık bir örneğini oluşturmaktadır.

Kayıt işlemi başarıyla sonuçlandığı takdirde, `ardı1_init()` işlevinin yerine getirdiği diğer işlemler, arabirimlere ilk güdüm değerlerinin (87H: 9600 bps, 7 bit-çift eşlik, 1 stop bit) yazılması ve `ardı1_open()` işlevinin sınıdagı `mesgul_0` ve `mesgul_1` adlı değişkenlerin SERBEST değerine kurulmasıdır. `ardı1_init()` işlevi ile arabirimlere yazılan ilk güdüm değerleri içinde, TE (*Transmit Enable*) ve RE (*Receive Enable*) bitleri sıfır olarak alınmıştır. Başka bir deyişle, önbölürleme aşamasında, arabirimler, alma ve gönderme işlemlerine kapalı tutulmakta ve kuyruk başı ve sonu göstergeleri kurulmadan kesilme üretmeleri engellenmektedir. Bu bitlerin bire kurularak arabirimlerin alma ve gönderme işlemlerine açılması, sözkonusu göstergelerin de kurulduğu `ardı1_open()` işlevi içinde, bu kurma işleminden sonra, örneğin:

## 296 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
_asm {
    mov al,ilk_gündüm_0
    or al,tranceiver_enable
    out GÜDÜM_ADR,al
}
```

komutları ile gerçekleşmektedir. `ardıl_open()` işlevi ile alma ve gönderme işlemlerine açılan arabirim, ilgili `ardıl_release()` işlevi ile, örneğin:

```
_asm {
    mov al,ilk_gündüm_0
    out GÜDÜM_ADR,al
}
```

komutları ile bu işlemlere kapatılmaktadır. Bu nedenle, açma işlemi yapılmamış bir arabirim üzerinde, okuma ya da yazma işlevlerini执行mek mümkün olamamaktadır.

`ardıl_read()` işlevi ile kesilme yordamları arası veri aktarımı *FIFO* yapılı kuyruklar (`kuyruk_0` ve `kuyruk_1`) üzerinden gerçekleşmektedir. Bu amaçla, örnek programın son kesiminde yer alan `bos()`, `boybul()`, `damgaal()`, `damgaekle()` işlevleri kullanılmaktadır.

Uygulama programının çalışma mantığına dayalı olarak, `ardıl_read()` işlevinin işletilme hızının, ilgili kuyruğun ilgili kesilme yordamınca doldurulma hızından düşük olabileceği düşünülerek kuyruk dolduktan sonra ek damgaların girilmesinin engellenmesi amacıyla, kesilme yordamları içinde `bip()` işlevi kullanılmaktadır. Bu işlev aracılığıyla damga giren kullanıcı düdük sesiyle uyarılmakta ve girdiği damgaya `echo` işlemi uygulanmamaktadır.

(`ardıl_write()` gibi) çekirdek katman düzeyi işlevler işletilirken, bu işlevler, kendiliklerinden ana işlem birimini bırakmadıkları sürece başka bir görevin ana işlem birimine anahtarlanması söz konusu olamaz. Çizim 8.6 ile uyumlu olarak (arabirim TRDY- Transmit Ready durumunda kesilme üretmediğinden), `ardıl_write()` işlevi, damga yazma işlemlerini seçmeli giriş/çıkış programlama yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu durum, `ardıl_write()` işlevi işletilirken ana işlem biriminin verimsiz kullanımına neden olur. Zira,  $n$  adet damganın durum biti sınanmasıyla ekrandan dökümü sırasında, `ardıl_write()` işlevi buna izin vermediğinden başka herhangi bir görevin ana işlem birimini kullanması mümkün değildir. Arabirim-Terminal arası iletişim hızının 9600 bps olduğu varsayıldığında  $n$  adet damganın, seçmeli giriş/çıkış programlama yöntemiyle dökümü  $n/960$  saniye gibi çok uzun bir süre alır.

Çok iş döneminde çalışan çok kullanıcılı bir bilgisayar sisteminde, bu kadar uzun bir süre ana işlem biriminin diğer görevlere kapalı kalması düşünülemez. Bu sakınca, damga yazma işlemlerinde de kesilme düzeneğinin kullanılmasıyla aşılabilir. Ancak bu tek başına yeterli değildir. Yazılacak damganın arabirim çıkış yastığına yazıldıktan sonra TRDY bitinin kurulmasına kadar geçen sürede, `ardıl_write()` işlevinin ana

İşlem birimini bırakmasına olanak veren bir düzeneğe de gereksinim vardır. Bu düzenek *UNIX/LINUX* çekirdek katmanında bulunan `sleep_on()` ve `wake_up()` hazır işlevleriyle kurulabilir. `sleep_on()` işlevi, kendisini çağırın görevin `wait_queue` adlı bekleme kuyruğuna bağlanarak ana işlem birimini bırakmasını, `wake_up()` işlevi de, `wait_queue` adlı bekleme kuyruğundaki tüm görevlerin hazır görev durumuna getirilmesini sağlamaktadır.

Bu durumda, giriş/çıkış işlemleri nedeniyle beklemesi gereken bir görev `sleep_on()` işleviyle, bekleme süresince ana işlem birimini başka görevlere bırakabilmekte, giriş/çıkış işlemlerinin sonlandığını belirten kesilmenin ana işlem birimine anahtarladığı kesilme yordamı da, `wake_up()` işleviyle bu görevin tekrar hazır görev durumuna gelmesini sağlayabilmektedir.

ardıl_write() işlevi	TRDY Kesilme Yordamı
<pre> . . .  case ARABIRIM_0: /*Kullanıcı alanından okuyabilme denetimi*/ if(!verify_area(VERIFY_READ, buf, length))     return -EFAULT; /*Kullanıcı alanından damga okuma*/ copy_from_user(&amp;dizgi, buf, length); asm {     mov cx, length     lea bx, dizgi     xor si, si     dön0:out CIKIS_ADR, al     inc si     sleep_on /makro olarak düşününüz/     loop dön0 } return boy; . . . </pre>	<pre> . . .  wake_up() . . .  iret </pre>

Çizim 8.7. `sleep_on` ve `wake_up` işlevlerinin Kullanım Örneği

Örnek aygit sürücünün taban aldığı arabirimlerin (Çizim 8.5) TRDY durumunda da ayrı birer kesilme ürettikleri varsayılsa, `ardıl_write()` işlevi içerisinde, durum biti sınama döngüsü yerine, görüntülenecek damgayı arabirim çıkış yastığına yazdıktan sonra `sleep_on()` işlevini çağrıarak, `ardıl_write()` işlevini çağrımiş olan kullanıcı görevini bekleme kuyruğuna bağlamak; damganın arabirimden terminale gönderilmesinin sonlanmasıyla oluşacak TRDY kesilmesinin ana işlem birimine

anahtarlayacağı kesilme yordamı içinde de, `wake_up()` işleviyle, bu görevin tekrar hazır görev durumuna gelmesini sağlamak, yukarıda anılan sakıncayı ortadan kaldırmak için bir çözüm yoludur (Çizim 8.7). Çok iş düzeninin ve etkileşimli işlemin kurulduğu çok kullanıcılı bilgisayar sistemlerinde kullanılan yöntem de, genel hatlarıyla budur. Bu yöntem, bir kullanıcı görevinin, giriş/çıkış istemesi durumunda, hangi aşamada ve hangi düzenekle görev yönetici ile etkileşime girdiğini ve Görev Yönetimi başlıklı üçüncü konuda anlatılanları da somut biçimde örneklemektedir.

## 8.7. Öbek Tabanlı Aygit Sürücüler

Damga tabanlı aygit sürücülerle ilgili açıklanan hususların büyük bir çoğunluğu, öbek tabanlı aygit sürücüler için de geçerlidir. Bu bağlamda, *major/minor device* numarası, *major device* numarasıyla erişilen `struct file_operations` yapısı, aygit sürücünün `init()`, kesilme ve hizmet yordamlarının oluşturduğu bir bütün olma özelliği gibi hususlar, öbek tabanlı aygit sürücüler için de geçerlidir.

Öbek tabanlı aygit sürücüler damga tabanlı aygit sürücülerden ayıran en önemli husus, uygulama programlarının giriş/çıkış amacıyla kullandığı standart sistem çağrı kümesi ile aygit sürücünün içerdeği sistem çağrıları (hizmet yordamları) arasında, kütük yönetim sistemine ek olarak disk ön bellek (*buffer cache*) düzeneğinin yer almasıdır (Çizim 8.1). Kütük yönetim sistemi uygulama programlarının talep ettiği öbekleri, sistemli olarak disk önbellek düzeneğinden sağlar. Talep edilen öbeğin, disk önbelleğinde bulunmadığı durumlarda, disk önbellek düzeneği tarafından disk sürücüye erişim yapılır. Bu amaçla, öbek tabanlı aygit sürücü hizmet yordamları arasında `request()` adlı bir işlev öngörülür. Disk önbellek düzeneği, disk sürücüye erişim gerekliliğinde bu erişimle ilgili istemini, ilgili sürücüye (aygit'a) ilişkin bir G/C kuyruğuna ekler. Sözkonusu bu kuyruğun öge yapısı:

```
struct _request {
    int dev;
    int cmd; int errors;
    unsigned long sector;
    unsigned long nr_sector;
    unsigned long current_nr_sector;
    char *buffer;
    struct semaphore *sem;
    struct buffer_head *bhead;
    struct buffer_head *btail;
    struct request *next;
};
```

birimindedir. `request()` adlı işlev, bu kuyrukta tutulan istemleri karşılamada kullanılır. Öbek tabanlı aygit sürücü hizmet yordamları `open()`, `release()`, `ioctl()` ve `request()` işlevlerinden oluşur. Damga tabanlı aygit sürücülerden farklı olarak `read()` ve `write()` işlevleri, `request()` işlevinin içinde gömülü olarak yer alır. `request()` işlevinin algoritmik görünümü aşağıda verildiği gibidir:

```

static void öbek_tabanlı_aygitim_request(void)
{
baş: INIT_REQUEST;
    if(CURRENT ->cmd == READ)
        {end_request(öbek_tabanlı_aygitim_read());goto baş;}
    if(CURRENT ->cmd == WRITE)
        {end_request(öbek_tabanlı_aygitim_write());goto baş;}
    end_request(0);
    goto baş;
}

```

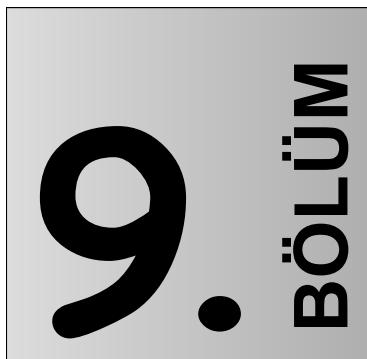
`INIT_REQUEST`, `blk.h` adlı sistem kütüğü içinde tanımlı bir makrodur. İşlevi, ilgili kuyruğun boş olup olmadığını sınamak, kuyruk boşsa `request()` işlevinden geri dönüşü sağlamakadır.

`CURRENT` parametresi `blk.h` adlı sistem kütüğü içinde tanımlı olup ilgili kuyruğun olmasını göstermektedir.

`end_request()`, 0 ya da 1 değeri ile çağrılan bir işlevdir. `request()` işlevinin, 1 değeri ile çağrılması durumunda, gereği yerine getirilmiş istemi kuyruktan silmek, `CURRENT` parametresini (varsı) bir sonraki istemi gösterecek biçimde günlemek ve bu istemle ilgili bekleme kuyruğuna bağlanmış görevin hazır görev durumuna getirilmesini sağlamak gibi işlemleri yerine getirmesi sözkonusudur. 0 değeri ile çağrılması durumunda ise, istemi kuyruktan silmek, `CURRENT` parametresini (varsı) bir sonraki istemi gösterecek biçimde günlemek ve hata uyarısı üretecek istemi yapan görevin sonlanması sağlanmak gibi işlemler sözkonusudur.

Yukarıda, öbek tabanlı aygit sürücülerle ilgili verilen özet açıklamadan da anlaşılacağı üzere, damga ve öbek tabanlı aygit sürücülere yaklaşım, genel hatlarıyla benzerdir. Ancak öbek tabanlı giriş/çıkış arabirimlerinin daha karmaşık yapıda olması, arabirimin yapısı dışında, sistem yapısının (doğrudan bellek erişim düzeneği gibi) kimi diğer ayrıntılarının da bilinmesi zorunluluğu, disk önbellek düzeneğiyle etkileşim (dolayısıyla zamanuyumu) gibi nedenlerle öbek tabanlı aygit sürücülerin gerçekleştirimi, damga tabanlı aygit sürücülere göre daha karmaşık olabilmektedir.





i s l e t i m   s i s t e m l e r i

## DAĞITILMIŞ İŞLEM

Giriş Bölümünde, işletim sistemi, bir bilgisayar sistemini oluşturan donanım ve yazılım nitelikli kaynakları kullanıcılar arasında kolay, hızlı ve güvenli bir işletim hizmetine olanak verecek biçimde paylaştırırken bu kaynakların kullanım verimliliğini en üst düzeyde tutmayı amaçlayan bir yazılım sistemi olarak tanımlanmıştır. Bilgisayarların ufalıp ucuzlayarak yaygınlaşmasının temelinde yer alan mikro-elektronik teknolojisi, bilgisayarlar arası iletişimde kolay, ucuz ve hızlı bir biçimde yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu sayede, 1980'li yıllarda başlayarak, irili ufaklı bilgisayar sistemleri, ilk adımda yerel ağlar içinde, yerel ağların da geniş alan ağlarını oluşturması yoluyla, *Internet* adıyla anılan, Dünya ölçüngindeki bir ağ içerisinde bütünlüştür. Bu durum, herhangi bir bilgisayar kullanıcısının, kendi bilgisayarlarının yanı sıra, bu ağ içinde yer alan diğer bilgisayar sistem kaynaklarını da kullanabilmesi olanağını yaratmış ve işletim sistemleri açısından kaynak kavramının genişletilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Başka bir deyişle, işletim sistemi, tek bir sistem yerine, ağ içinde bütünlüştür donanım ve yazılım nitelikli tüm kaynakları kolay, hızlı ve güvenli bir biçimde ağ kullanıcıları arasında paylaşmak işlevini üstlenmek durumunda kalmıştır. Bu işlev, genelde dağıtılmış işlem olarak anılan bir bağlamda yerine getirilmektedir.

Bir bilgisayarın donanım nitelikli kaynakları, ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimleridir. Bu nedenle, işletim sistemleri, yukarıda belirtilen yeni işlev yönünden,

ağda çoğu kez kişisel bir bilgisayar aracılığıyla<sup>30</sup> yer alan bir kullanıcıya, kendi ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimlerinin yanı sıra, ağdaki diğer sistemlerin ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış birimlerinden de, bir bütün olarak yararlanabilme olanağı sağlamak durumundadır.

Bilindiği üzere, günümüz işletim sistemlerinde, giriş/çıkış birimleri kütükler olarak ele alınmaktadır<sup>31</sup>. Bu nedenle, dağıtılmış işlem bağlamında, giriş/çıkış birimlerinin paylaşımının ele alınması, işletim sistemlerinin klasik kütük yönetim sistemlerinin dağıtılmış kütük yönetim sistemlerine dönüştürülmesi yoluyla gerçekleşmektedir.

Ana işlem birimi ana bellek ikilisinin, ağ düzeyi paylaşımı yönünden değişik yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri “Ağ Düzeyi Birlikte (Koşut) İşlem” ya da “Görev Göçü” yaklaşımı olarak adlandırılır. Bu yaklaşımda, bir bilgisayar sistemine sunulmuş bir işe ilişkin görev ya da işletim dizileri, kullanıcıya saydam bir biçimde, ağda o anda yükü göreli az başka bilgisayar sistemlerine taşınarak işletilir. Bu yolla, ağır toplam işlem kapasitesi değerlendirilerek işlem hızı artışı sağlamak amaçlanır. Bu yaklaşımı kullanan işletim sistemlerine en iyi örnek *MOSIX* işletim sistemi midir. *MOSIX* işletim sistemi, *LINUX* işletim sisteminin, çekirdek katmanı görev göçüne olanak verilecek biçimde değiştirilmiş biçimidir.

Ağ bağlamında, bilgisayar sistemlerinin birbirlerinin işlem kapasitelerinden, görev göçü gibi göreli karmaşık işlemlere başvurmadan yararlanmalarının çok daha yalın yöntemi istemci-sunucu yaklaşımına (paradigmasına) dayalıdır. Bu yaklaşım çerçevesinde, sunucu olarak nitelenen bir bilgisayar sistemi üzerinde çalışan ve yine sunucu olarak nitelenen bir program, istemci olarak nitelenen ve sunucu bilgisayarla aynı ağ içinde yer alan diğer bilgisayar sistemleri üzerinde çalışan istemci nitelikli programlara hizmet üretir. Bu yolla, istemci nitelikli bilgisayarların, sunucu nitelikli bilgisayar sistemlerinin işlem kapasitelerinden, belirli işbirliği kuralları (protokolları) çerçevesinde, dolaylı olarak yararlanmaları sağlanır. Bu yaklaşım bir bilgisayar sisteminden yararlanabilmek için mutlaka o bilgisayar sistemine giriş yapıp (bağlanıp) kullanıcıya özel bir program çalıştırma zorunluluğuna da ortadan kaldırılmıştır. Bunun sonucunda, çok kullanıcılı bilgisayar sistemleri, yerlerini, istemci-sunucu yaklaşımına dayalı olarak işbirliği yapan “kişisel” bilgisayar sistem kümelerine bırakmıştır. *Windows NT/2000/XP* işletim sistemi, bu gözle, çok kullanıcılı *UNIX* işletim sistemine eşdeğer ancak kişisel bilgisayar işletim sistemi olarak tasarlanmıştır.

İzleyen kesimde, öncelikle istemci-sunucu yaklaşımının uygulamaya sokulmasında işletim sistemine getirilen eklere, bu bağlamda *TCP/IP* ve *Socket* konusuna; klasik kütük yönetim sistemlerinin dağıtılmış kütük yönetim sistemlerine dönüştürülmesi hususuna değinilecektir. İstemci-sunucu yaklaşımıyla yapılabilenin ötesinde, daha çok, bir bilgisayar sistemi üzerinde göreli uzun işletim süresi gerektiren bir işe ilişkin birden çok görev ya da işletim dizisinin, ağ içinde eşanlı (koşut) işletimini ve bu yolla, iş

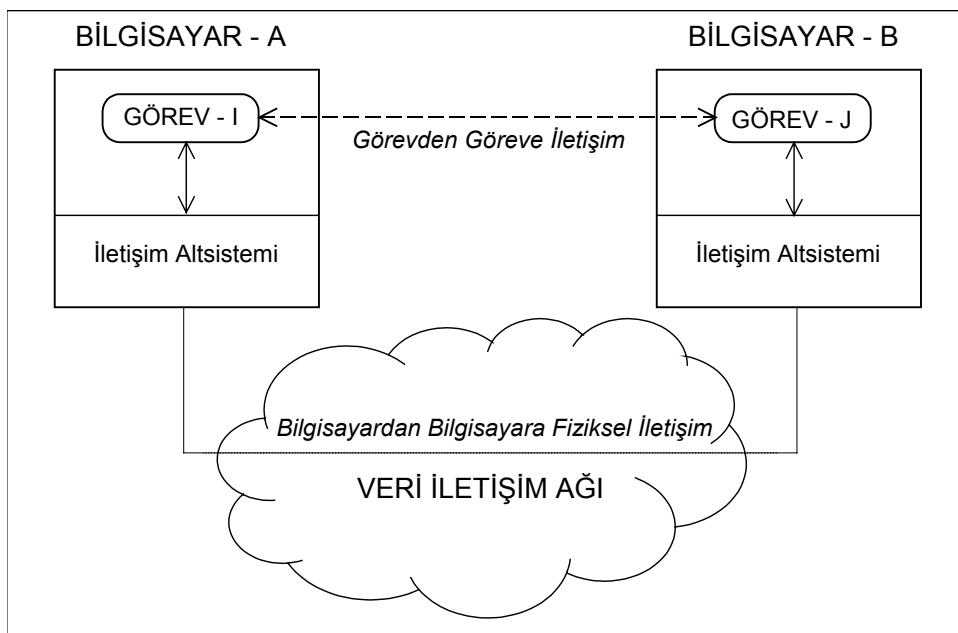
<sup>30</sup> Bkz. Bölüm 1, Giriş, 1.10. Çok Kullanıcılı Bilgisayar Sistemi Kavramının Evrimi.

<sup>31</sup> Bkz. Bölüm 6, Kütük Yönetim Sistemi.

düzeyi işletim hızı artışını amaçlayan “Ağ Düzeyi Birlikte İşlem” ya da “Görev Göçü” yaklaşımı, tek başına bir kitaba konu olabilecek boyut ve karmaşıklıktadır. İzleyen kesimde bu konuya ayrıca degenilmeyecektir.

## 9.1. İşletim Sistemleri İletişim Alt Kesimi

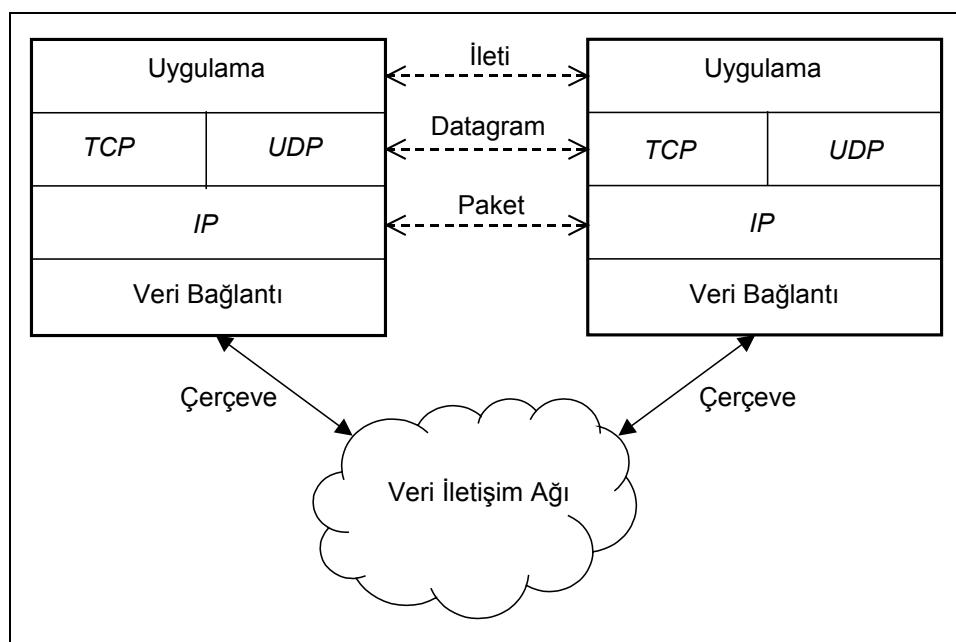
Bilgisayar sistemleri arası veri iletişimini, bu sistemlerden hizmet alan kullanıcılar ya da bunların yaptığı uygulama programları arası (görevler arası) veri aktarımı amacıyla yapılır (Çizim 9.1). İşletim sistemleri, kullanıcılarla kolay, hızlı ve güvenli bir işletim hizmeti sunan temel sistem yazılımları olarak, uygulama programlarına, kolay, hızlı ve güvenli bir veri iletişim hizmeti de sunmak durumundadır. Bu amaçla geçmişte, bilgisayar ağlarının gelişmesine koşut olarak, işletim sistemlerine veri iletişim alt kesimi eklemek üzere, yoğun araştırma çalışmaları yürütülmüştür. Veri iletişiminin, doğası gereği değişik marka ve türde bilgisayar arasında yürütülme zorunluluğu nedeniyle, ilgili çalışmalar, öncelikle, bilgisayarlar arası iletişim protokollarına yönelik olmuştur.



Çizim 9.1. Bilgisayarlar arası Veri İletişimi

Bu amaçla, Uluslararası Standartlar Örgütü (*ISO*) düzeyinde çalışma grupları oluşturulmuş, tüm işletim sistemi üreticilerinin uyacağı ve bu yolla türü ve markası ne olursa olsun tüm bilgisayar sistemlerinin sorunsuz veri iletişimini yapabilmesine olanak sağlayacak ortak kurallar ve referans yapıları tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonunda, *ISO* Referans Modeli diye bilinen bir çerçeve model ortaya çıkmıştır. *ISO* Referans Modelinde, işletim sistemi veri iletişim alt kesiminin; konumu, işlevi, kullandığı veri birimleri ve alt standartları belirlenmiş yedi değişik katmanda ele alınması önerilmektedir. Bu katmanlar, kullanıcı ile veri iletişim arabirimini arasında yer alan çizgide, fizikselden mantıksala uzanan sıradüzende: Fiziksel, Veri Bağlantı, Ağ, Ulaşım, Oturum, Sunuş ve Uygulama olarak adlandırılmaktadır. Bu yapıda her katman,

her iki yönde (alma ve göndermede) komşu katmanın kendisine aktardığı veri birimine (*PDU-Protocol Data Unit*), yerine getirmekle yükümlü olduğu işlevi uygulamakta ve işlenmiş veri birimini diğer (alt ya da üst) komşu katmana aktarmaktadır. Bu bağlamda, örneğin uygulama katmanı “ileti” aktarım işlevini yerine getirirken, ulaşım katmanı, iletileri oluşturan “kesim”lerin verilen sırada ve hatasız aktarılmasını, ağ katmanı bunların, “paket”ler olarak ağ üzerinde yönlendirilmesini, veri bağlantı katmanı da “çerçeve”lere dönüştürüdüğü paketlerin, fiziksel kanal üzerinden gönderilip alınmasını gerçekleştirmekle yükümlü olmaktadır.



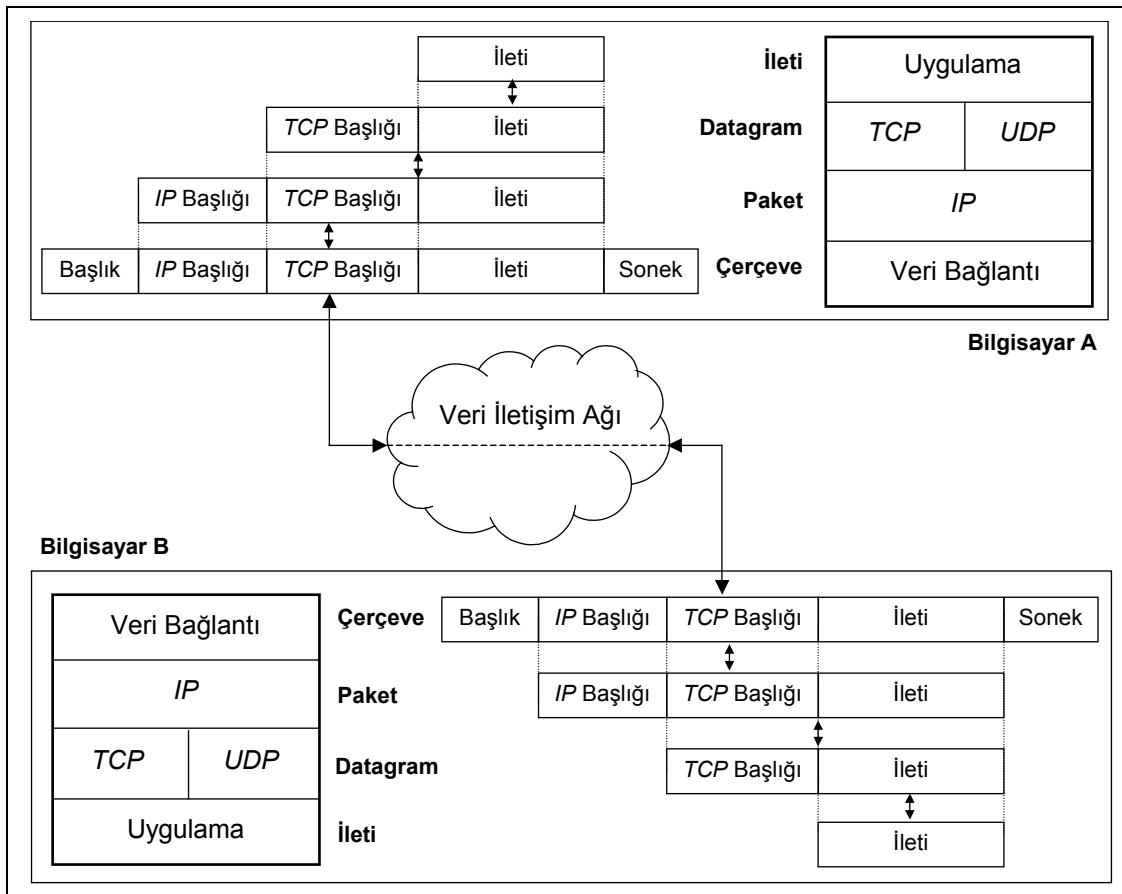
Çizim 9.2. TCP/IP Protokol Katmanları

*ISO Referans Modeli*, uzun ve kapsamlı bir çalışma sonucu ortaya çıkan ciddi bir çalışma olmakla birlikte, ticari herhangi bir gerçekleştirime konu olamamıştır. Bunun temel nedeni, sözkonusu çalışmalar sürerken, *UNIX* işletim sisteminin, önerilen modele çok benzer bir yapıya sahip, *TCP/IP* diye bilinen iletişim alt sisteminin *Internet* standartı olarak benimsenmesidir. *TCP/IP* yazılımının *Internet* standartı olması, diğer işletim sistemi üreticilerini de, ister istemez bu yazılımın yapısını ve protokollarını benimsemeye yöneltmiştir. Günümüzde *TCP/IP*, yaygın kullanıma sahip işletim sistemlerinin (*UNIX*, *LINUX*, *Windows*), *de facto* nitelikli iletişim alt sistem standartı olarak kullanılmaktadır.

### 9.1.1. TCP/IP Yazılımı

*TCP/IP* yazılımı beş sıradüzensel katmandan oluşmaktadır. Bunlar: Uygulama, Ulaşım, Ağ, Veri Bağlantı katmanları ile Fiziksel katmandır. Uygulama katmanında ele alınan veri birimi, iletidir. Bir uygulamadan diğer bir uygulamaya gönderilmek istenen bir ileti, *TCP (Transport Control Protocol)* diye adlandırılan katmana aktarılır. Bu katman

iletisi, gerektiğinde (*segments*) kesimlere bölüp bunları, hatasız ve sıraları bozulmadan, karşı eşdeğer katmana (*TCP* katmanına) gönderme işlevini üstlenir.



Çizim 9.3. *TCP/IP* Protokol Katmanlarına ilişkin Veri Birimleri

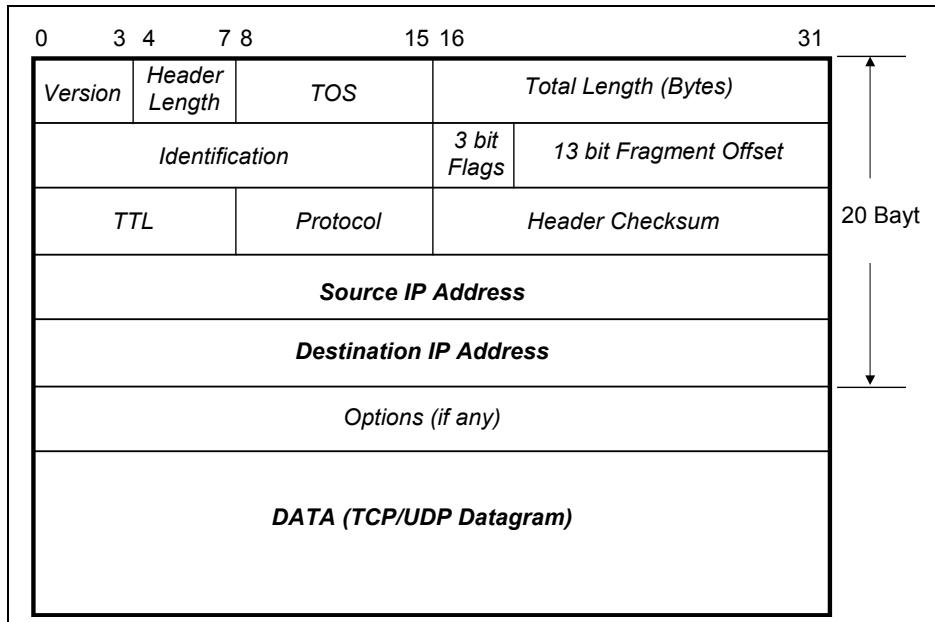
Bu katman düzeyinde, karşı taraftan alınan her kesim, hata ve sıra denetimine sokulur<sup>32</sup>. Hatasız alınan kesimlere ilişkin “alındı” (*ack*) gönderilir. Hatalı alınan kesimler, karşı taraftan yeniden istenir. Bunun yapılabilmesi için, *TCP* katmanı, uygulama katmanından kendisine aktarılan iletileri ya da bunları oluşturan kesimleri *datagram* olarak adlandırılan yapılarla dönüştürür. *Datagram*, uygulama katmanından gelen iletiye bir başlık eklenerek oluşturulur. Sözkonusu başlık, *TCP* başlığıdır. *TCP* başlığı, sıra denetimi yapabilmek amacıyla bir “sıra numarası” da içerir. Oluşturulan *datagram*, *TCP* tarafından, *IP* (*Internet Protocol*) katmanına aktarılır.

*IP* katmanı da, yönlendirme işlevlerinin yerine getirilebilmesi için, sözkonusu *datagrama* kendi başlığını (*IP* başlığını) ekleyerek *datagramı* pakete dönüştürür (Çizim 9.4). *IP* başlığı, öncelikle “kaynak” ve “hedef” bilgisayarların *IP* adreslerini taşıır. Hedef adrese dayalı olarak yol belirleme ya da yönlendirme işlemleri yürütülür. Oluşturulan

<sup>32</sup> Hata denetimi, Hata Denetim Sözcüğüne (*TCP Checksum*) dayalı olarak yürütülür. Sıra denetiminde, *Idle RQ*, *Continuous RQ Selective Repeat*, *Continuous RQ Go Back N* gibi adlarla bilinen algoritmalar kullanılır.

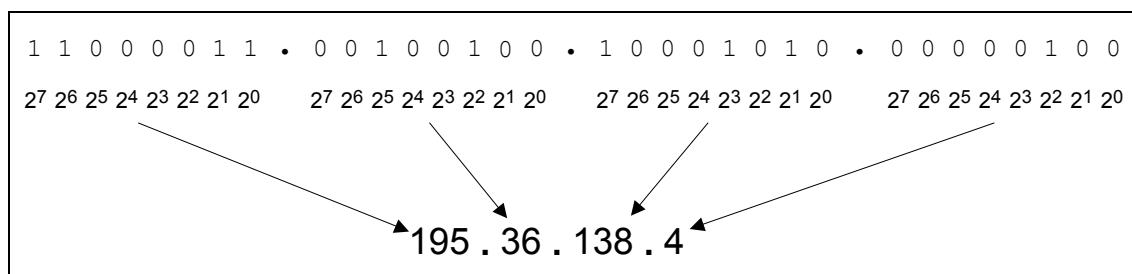
## 306 İŞLETİM SİSTEMLERİ

paket, veri bağlantı katmanında, bağlı bulunulan (yerel ya da geniş) ağ standartına uygun çerçevelere dönüştürülerek, veri iletişim arabirimini (donanımı) aracılığıyla, veri iletişim ağı üzerinden aktarılır.



Çizim 9.4. IP Paket Görünümü

IP adresleri Internet ağı içinde yer alan bilgisayarları biricik olarak tanımlama amacıyla kullanılan 32 bit uzunluğunda adreslerdir<sup>33</sup>. Bir bilgisayarın IP adresi, IP numarası olarak da bilinir. Bu numaralar, telefon ağı içinde bir aboneyi tanımlayan telefon numaralarına benzetilebilir. 32 bitlik ikili kodlu numaralar kolay kullanım (okuma, yazma ve animsama) amacıyla 8 bitlik gruplara ayrılır ve her grup onlu tabandaki degeriyle ifade edilir. Bu gösterim biçimini “noktalı onlu” gösterim olarak adlandırır (Çizim 9.5).

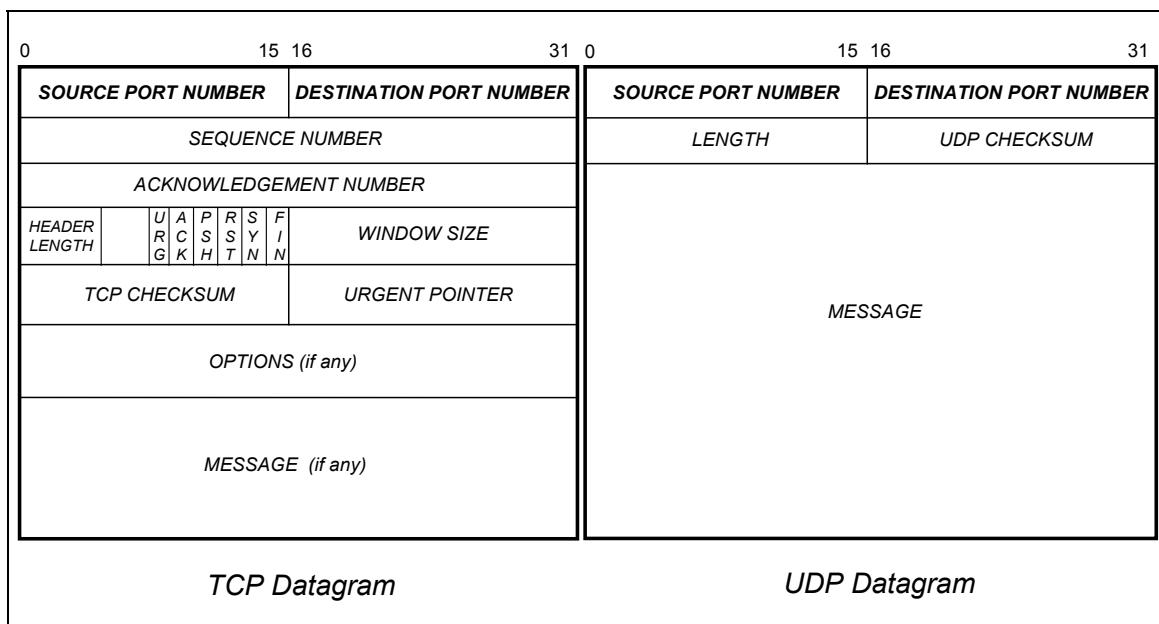


Çizim 9.5. IP Adreslerinin Noktalı Onlu Gösterimi

<sup>33</sup> 32 bitlik adresler, *Ipv4* olarak bilinen *TCP/IP* yazılımının bugünkü sürümü için geçerlidir. Adres boyları *IPv6* adlı yeni sürümde 128 bit olacaktır.

### 9.1.2. TCP ya da UDP

*TCP/IP* yazılımı ulaşım katmanında *TCP* kesimi yerine *UDP (User Datagram Protocol)* olarak bilinen kesim de kullanılır. Yukarıda belirtildiği gibi, *TCP* kesimi, uygulama düzeyinden gelen iletileri, hatalı ve sıraları bozulmadan, karşı eşdeğer katmana gönderme işlevini üstlenir. Eğer bir uygulama için, gönderilen ve alınan iletilerin sırasının bozulması bir sakınca oluşturuyorsa ya da bu işlevi uygulama kendisi zaten üstleniyorsa, ulaşım katmanı düzeyinde *TCP* kesimi yerine, sıra denetimi yapmayan *UDP* kesimi kullanılabilir. *UDP* sıra denetim işlevi dışında *TCP* kesimine eşdeğer, bu kesime göre daha yalın dolayısıyla hızlı çalışan bir kesimdir.



Çizim 9.6. *TCP* ve *UDP* Datagram görünümleri

*TCP* kesiminin uygulama programlarına sunduğu, sıra denetim işlevini de içeren hizmet, oturum tabanlı, İngilizce, *connection oriented* hizmet olarak nitelenir. İletişime giren bilgisayarların *TCP* katmanları, sıra denetim işlevini yerine getirebilmek için, datagram aktarım öncesi bir oturum başlatmak ve sıra numaralarını tutacak sıra değişkenlerini, birlikte sıfırlamak durumundadırlar. Bu nedenle, uygulama katmanına ilişkin bir dizi ileti aktarımı sözkonusu olduğunda, *TCP* katmanının, karşı eşdeğer katmanı (*TCP* katmanını) arayarak bir oturum başlatması, sıra değişkenlerine dayalı, sıralı datagram aktarımını gerçekleştirmesi, aktarım sonlanınca da, sözkonusu oturumu kapatması gereklidir. Bu iletişim mantığı, abonelerin telefonda yaptığına benzettiğinden, bu bağlamda verilen hizmet, İngilizcede, (*connection oriented*) “bağlantı kurmaya dayalı” hizmet olarak nitelenmektedir. Buradaki bağlantı kurma, doğal olarak telefondaki gibi fiziksel bir bağlantı kurma anlamında değildir. Bu nedenle, yukarıda verilen açıklamada “bağlantı kurma” yerine “oturum başlatma” ifadesi tercih edilmiştir.

Yukarıda da belirtildiği gibi, *UDP* kesiminin uygulama programlarına sunduğu hizmet sıra denetim işlevini içermez. Bu nedenle, sözkonusu hizmet, “oturum başlatmayı

gerekitmeyen” (oturumsuz) ya da İngilizce, *connection oriented* ifadesiyle tezat oluşturmak üzere *connectionless* hizmet olarak nitelenir. *UDP* kesimi, uygulama katmanından kendisine aktarılan iletileri, sıra denetimi yapmaksızın, *UDP* başlığı ekleyerek datagramlara dönüştürüp paket katmanına aktarmakla yetinir. Bu sayede, *UDP* kesiminin gerçekleştirmi, *TCP* kesimine göre çok daha yalın, işletimi de bir o kadar hızlıdır. Uygulamalar, (hız, hizmet) gereksinimlerine göre, ulaşım katmanında *TCP* ya da *UDP* kesimlerinden herhangi birini kullanabilmektedir. Bu tercihin nasıl yapıldığı, uygulamaların, *TCP/IP* yazılımından iletişim hizmeti alma düzeneğinin incelendiği, *Socket* Sistem Çağrı Düzeneği adlı kesimde açıklanacaktır.

Gerek *TCP* gerekse *UDP*, datagrama dönüştürmek üzere iletiye ekledikleri başlıkta, “kapı” (*port*) numarası olarak adlandırılan, 16 bit uzunluğunda numaralara yer verirler (Çizim 9.5). Kapı numaraları, *TCP/UDP* katmanından hizmet alan programları tanımlamaya yarar. Başlıkta kaynak ve hedef olmak üzere iki ayrı kapı numarasına yer verilir. Kaynak kapı numarası, datagramın taşıdığı iletiyi gönderen programı, hedef kapı numarası da, iletiyi alacak programı gösterir. *TCP/UDP* katmanı, bu numaralardan yararlanarak, kendisine ulaşan datagramları, üst katmanında yer alan uygulamalardan hangisine yönlendireceğini belirler. Kapı numaraları uygulama programlarında belirlenip *TCP/UDP* katmanına aktarılır. Uygulama programlarının belirleyeceği kapı numaraları 1024’den 65535’e kadar herhangi bir değeri alabilir. 1024’den daha küçük numaralar, *Telnet (Terminal Emulation)*, *FTP (File Transfert Program)*, *SNMP (Simple Network Management Program)*, *SMTP (Simple Mail Transfert Program)* gibi *TCP/IP* yazılımıyla birlikte sağlanan klasik hazır uygulamalara ayrılmıştır.

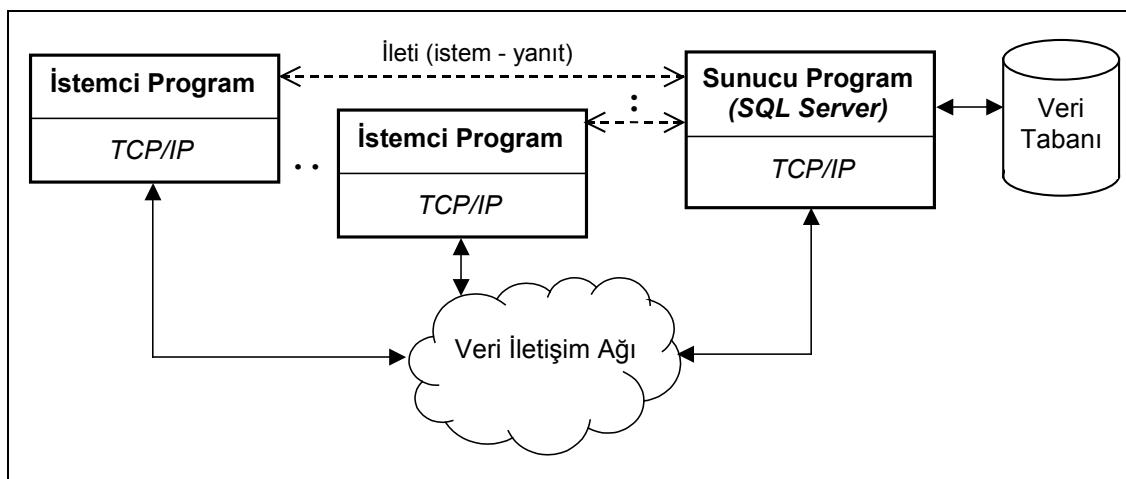
Kapı numaralarının yanı sıra, iletinin gönderileceği bilgisayarın *IP* numarası da uygulama programında ulaşım katmanına sağlanır. Ulaşım katmanı, bu numarayı, kapı numaralarını da kullanarak oluşturduğu datagramla birlikte paket katmanına aktarır. Bu durumda, birbirleriyle iletişim içindeki uygulama programlarını, {*IP* Numarası; Kapı Numarası} ikilisi ile (193.140.216.33; 1490 gibi), ağ içinde biricik olarak tanımlama olanağı bulunur.

## 9.2. *Socket* Sistem Çağrı Düzeneği

Bilindiği gibi, uygulama programları, işletim sisteminden sistem çağrı düzeneğine dayalı olarak hizmet alırlar. Nasıl uygulama programları, kütüklerle ilgili işlemlerde kütük yönetim sistemince ele alınan *open()*, *close()*, *seek()*, *read()*, *write()* gibi kütük sistem çağrılarını kullanırlarsa diğer bilgisayar sistemleri üzerinde çalışan programlarla iletişim amacıyla da, işletim sistemi iletişim alt kesiminin sistem çağrılarını kullanırlar. Bu bağlamda, *TCP/IP* yazılımından, uygulamalar, *socket* olarak adlandırılan düzeneğe ya da sistem çağrı kümesine dayalı olarak hizmet alırlar. *TCP/IP* sistem yazılımını iletişim alt sistemi olarak kullanan işletim sistemlerinden *UNIX*’te bu düzenek *Socket*, *MS-Windows* işletim sisteminde ise *WinSock* olarak anılmaktadır. Kullanılacak *socket* çağrı kümesi, sözkonusu uygulamanın “sunucu” ya da “istemci” olmasına göre farklılık gösterir. İzleyen kesimde, *socket* düzeneği, *UNIX* için açıklanıp örneklenecektir.

### 9.2.1. İstemci-Sunucu Yaklaşımı

Daha önce de açıklandığı üzere, Internet ağında bütünleşen irili ufaklı bilgisayar sistemleri, birbirlerinin işlem gücünü paylaşabilmek amacıyla, istemci-sunucu yaklaşımını kullanırlar. Bu yaklaşımın, sunucu olarak nitelenen kimi programlar, istemci olarak adlandırılan programlardan gelen iletiler içinde tanımlı işlemleri gerçekleştirip sonuçlarını geri göndererek, istemci programlara, kendi bilgisayarları üzerinde hizmet üretmiş olurlar. Bir veri tabanı üzerinde, örneğin, sorgulama, günleme gibi bir işlemi, istemci-sunucu yaklaşımıyla uzaktan yapabilmek için; uzak bilgisayarlar (veri tabanının yer aldığı bilgisayar sistemiyle aynı ağ içinde yer alan diğer bilgisayarlar) üzerinde, bu amaca dönük, istemci nitelikli bir program öngörülür. Bu program, işlem istem iletilerini, veri tabanıyla aynı bilgisayar üzerinde yer alan sunucu bir programa (örneğin *SQL Server* sunucu programına) gönderir. Sunucu program sözkonusu sorgulama, günleme işlemlerini veri tabanı üzerinde yürütüp sonuçları istemci programa geri döndürür (Çizim 9.7).



Çizim 9.7. İstemci-Sunucu Yaklaşımı ile Uzak Bilgisayardan Hizmet Alma

Bunun, istemci-sunucu yaklaşımı dışındaki alternatifi, uzak bilgisayara (*login* ile) giriş yapmak ve sorgulama, günleme işlemlerini, bizzat bu bilgisayar üstünde çalışan bir uygulama programı ile ve bu bilgisayarın kullanıcısı olarak yürütmektir. İstemci-sunucu yaklaşımının, uzak bilgisayarlardan klasik hizmet alma yaklaşımından farklılığı da buradadır. Bu nedenle, dağıtılmış işlemin sunuș kesiminde, İstemci-sunucu yaklaşımı ile bir bilgisayar sisteminden yararlanabilmek için mutlaka o bilgisayar sistemine giriş yapıp (bağlanıp) kullanıcıya özel bir program çalıştırma zorunluluğunun ortadan kalktılarından, bunun yerine bir uygulamaya (sunucu programa) bağlanıp hizmet almaktan söz edilmiştir.

### 9.2.2. Sunucu Program için *Socket* Sistem Çağrıları

Yukarıda da belirtildiği gibi, kullanılacak *socket* çağrı kümeleri, sözkonusu uygulama programının “sunucu” ya da “istemci” olmasına göre farklılık gösterir. Zira, bu programların işlevleri ve çalışma mantıkları farklıdır. Sunucu nitelikli programlar,

## 310 İŞLETİM SİSTEMLERİ

sistem açıldığında çalışmaya başlayan, istemcilerden gelebilecek bağlantı ve hizmet istemlerini bekleyen, istem geldiğinde hizmet üreten ve genelde sonlanmayan programlardır. İstemci nitelikli programlar ise, hizmet gereksinimi ortaya çıktığında sunucuya bağlanarak çalışan ve sonlanan programlardır. *UNIX* bağlamında, sunucu programlarının kullandığı *socket* sistem çağrıları, işletim sıraları ile aşağıda verilmiştir:

```
socket();  
bind();  
listen();  
accept();  
read();/write();  
close();
```

**socket()** sistem çağrısı, sunucu programa bağlantı noktası olarak da adlandırılabilen *socket* nesnesinin, işletim düzeyinde yaratılması amacıyla kullanılır. Görünümü ve argümanları aşağıda verilmiştir:

```
int sock = socket(arg1, arg2, arg3);
```

*arg1* *socket* nesnesinin kullanacağı adres sınıfını belirlemeye yarar. Adres sınıfı, genelde 2 değişik türden biri olabilmektedir. Bunlar:

```
AF_UNIX  
AF_INET
```

adres sınıflarıdır. *AF\_INET* adres sınıfı *Internet* adres sınıfını gösterir.

*arg2* sözkonusu *socket* nesnesini içeren sunucu programın, ulaşım katmanı düzeyinde *TCP* ya da *UDP* kesimlerinden hangisini kullanacağını belirlemeye yarar. Bu argümanın alabileceği değerler üç tanedir:

```
SOCK_STREAM  
SOCK_DGRAM  
SOCK_RAW
```

*SOCK\_STREAM* *TCP*, *SOCK\_DGRAM* *UDP* kesiminin kullanılacağını gösterir. *SOCK\_RAW* değeri ise, kimi özel uygulamaların, ulaşım katmanını kısa devre yaparak doğrudan *IP* katmanını kullanabilmesi için öngörülmüş özel bir değerdir.

*arg3* *socket* nesnesinin, işletim sisteminin, varsa birden çok iletişim alt kesiminden hangisinin kullanılmasını belirlemek için öngörülmüştür. Bu değer genelde sıfır olarak verilir. Sıfır değeri, işletim sisteminin “*default*” olarak belirlediği iletişim alt sisteminin (örneğin *TCP/IP* alt sisteminin) tercih edildiğini gösterir. Bu durumda *socket()* sistem çağrısının örnek kullanımı aşağıdaki gibi olabilir:

```
int sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
```

*socket()* sistem çağrısının, tamsayı türü geri döndürdüğü değer, izleyen kesimde açıklanan, *bind()*, *listen()* ve *accept()* sistem çağrıları tarafından kullanılır.

**bind()** sistem çağrıları, **socket()** sistem çağrıları ile yaratılan socket nesnesini, {IP Numarası; Kapı Numarası} ikilisiyle belirlenen bir adresle ilişkilendirmek için kullanılır. Görünümü aşağıdaki gibidir:

```
bind(arg1, arg2, arg3);
```

arg1 **socket()** sistem çağrılarının, geri döndürdüğü **sock** değeridir.

arg2 socket nesnesini yaratan sunucu programın kullandığı (örneğin **struct sockaddr\_in** adlı) veri yapısı ile ilişkili, *generic* nitelikli, (örneğin **struct sockaddr** adlı) bir veri yapısına göstergedir (*pointer*).

```
struct sockaddr {
    u_short sa_family;
    char    sa_data[14];
};

struct sockaddr_in {
    short   sin_family;           /* AF_NET */
    u_short sin_port;            /* port number */
    struct  in_addr sin_addr;    /* IP Address */
    char    sin_zero[8];          /* padding */
};

struct in_addr {
    u_long s_addr;
}
```

arg3 **sockaddr** adlı yapının boyudur.

Bu durumda, **bind()** sistem çağrılarının örnek kullanımı aşağıdaki gibi olabilir:

```
struct sockaddr_in sunucu;
bind(sock, (struct sockaddr *)&sunucu, sizeof sunucu);
```

**sunucu** adlı yapı içerisinde **sin\_port** (sunucu programın belirlediği/kullandığı kapı numarası) ve **sin\_addr** (sunucu programın üzerinde çalıştığı bilgisayarın *IP* adresi) içerikleri, **bind()** sistem çağrısı işletilmeden önce günlenmek zorundadır.

**listen()** sistem çağrıları, sunucu programın, aynı anda kaç istemci programın bağlantı istemini kabul edeceğini belirleme amacıyla öngörülmüş bir çağrıdır. Görünümü aşağıdaki gibidir:

```
listen(arg1, arg2);
```

arg1 **socket()** sistem çağrılarının, geri döndürdüğü **sock** değeridir.

arg2 sunucu programa bağlantı isteminde bulunacak istemci programların kuyruklanacağı kuyruk boyu değeridir. Kuyruk boyu, örneğin (n) olarak belirlendiği bir durumda, (n) adet istemci programa ilişkin hizmet istemleri halen sürerken (n+1)inci bağlantı istemi *TCP/IP* sistem yazılımında reddedilecektir. **listen()** sistem çağrısının örnek kullanımı aşağıdaki gibi olabilir:

```
listen(sock, 5);
```

**accept()** sistem çağrısı, sunucu programın, istemci programların bağlantı istemlerini üzerinde beklediği sistem çağrısidir. Görünümü aşağıdaki gibi örneklenebilir:

```
struct sockaddr_in istemci;
int fd;
fd = accept(sock, &istemci, sizeof istemci);
```

**accept()** sistem kaynağını çalıştırın sunucu program, herhangi bir istemci program bağlantı isteyinceye (ileride açıklanacağı üzere, **connect()** sistem kaynağını işletene) debyn bekler duruma geçer. **&istemci** olarak nitelenen argüman (adres göstergesi), sunucu programa bağlanmak isteyen istemcinin, **sockaddr\_in** yapısında, {IP Numarası; Kapı Numarası} ikilisiyle belirlenen bilgilerinin sunucuya geri döndürülmesinde yararlanılan bir argümandır. Sunucu, bu bilgileri kullanarak, isterse, bağlantı talebinde bulunan kimi istemcilere hizmet vermeyi reddedebilsin (bağlantı talebinde bulunan istemcileri denetleyebilsin) diye öngörülümüştür.

**accept()** sistem çağrısı **fd** adlı bir değer geri döndürmektedir. Bu değer kullanılarak, bağlantı istemi kabul edilen istemci ile sunucu arasındaki bayt aktarım işlemleri, aynı, kütükten okuma/kütüğe yazma (**read(fd, buf, nbyte)**; **write(fd, buf, nbyte)**) işlemleri gibi, söz konusu istemciye özgü **fd** göstergesine dayalı olarak yürütülmektedir. Bu, *UNIX* işletim sisteminin tüm giriş/çıkış işlemleri kütük işlemleri olarak ele alma felsefesine koşut bir yaklaşımdır. Okuma/yazma işlemleri son bulunca, yine kütük işlemlerinde olduğu gibi, **close(fd)** sistem çağrısı aracılığıyla, bir istemci ile kurulan bağlantının sonlandırılması gerçekleştirilebilmektedir.

*UNIX Socket* düzeneğinde, sunucu nitelikli programlar için, **socket()** ve **accept()** sistem çağrılarının geri döndürdüğü (**sock** ve **fd**) iki değişik gösterge kullanılmaktadır. Bunlardan **socket()** sistem kaynağının geri döndürdüğü (**sock**) *rendez vous descriptor*, **accept()** sistem kaynağının geri döndürdüğü (**fd**) de, *connection descriptor* olarak adlandırılmaktadır. Bu sonuncu, **read()**/**write()** sistem çağrılarının kullanmak zorunda olduğu göstergedir. İzleyen kesimde görüleceği üzere, istemci nitelikli programlarda, (**socket()** sistem çağrısı dışında) tüm sistem çağrıları, tek bir gösterge (**socket()** sistem kaynağının geri döndürdüğü göstergeyi (**sock**)) kullanmaktadır.

### 9.2.3. İstemci Program için *Socket* Sistem Çağrıları

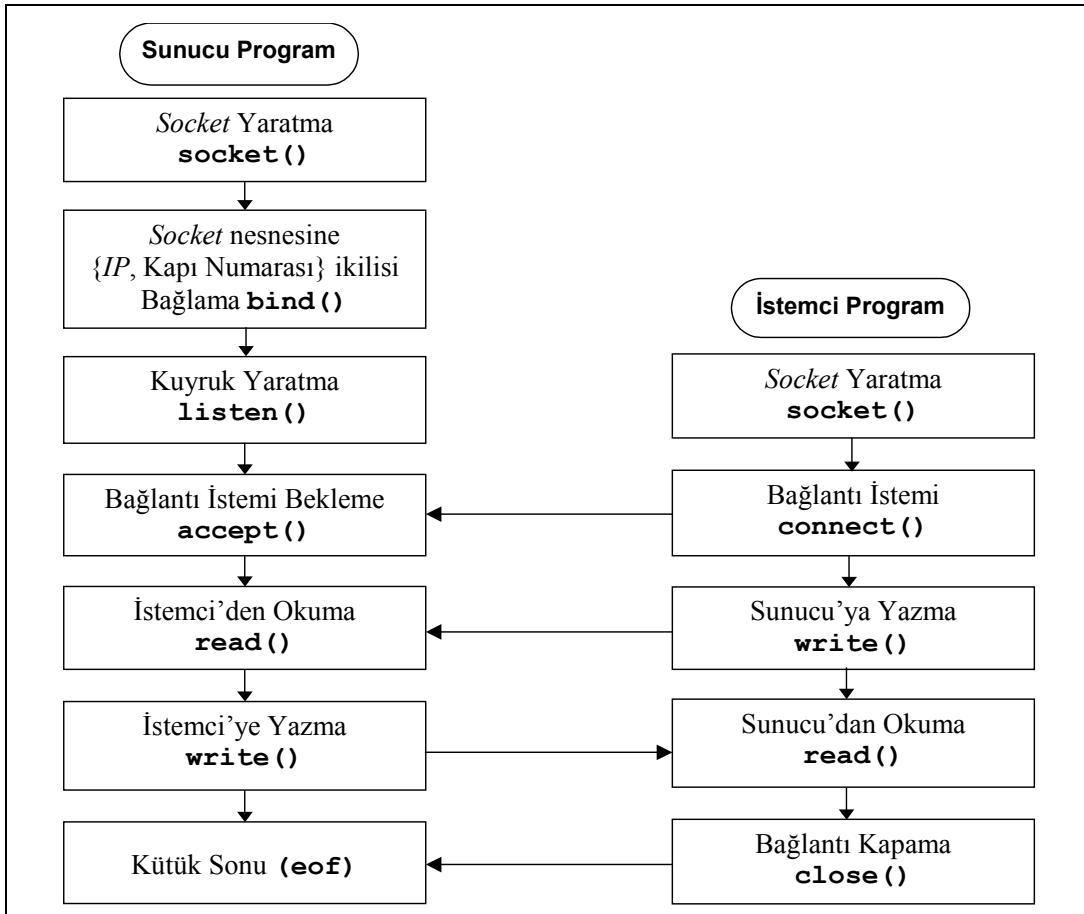
İstemci programlarının kullandığı *socket* sistem çağrıları, işletim sıraları ile aşağıda verilmiştir:

```
socket();
connect();
read();/write();
close();
```

Bunlardan, **socket()**, **read()**, **write()** ve **close()** sistem çağrıları, sunucu nitelikli programların kullandıklarıyla aynı işlev ve görünümdedir. **connect()** sistem kaynağının görünümü aşağıda verilmiştir:

```
struct sockaddr_in sunucu;
connect(sock, (struct sockaddr *)&sunucu, sizeof sunucu);
```

`connect()` sistem çağrıları, sunucu program düzeyi `accept()` sistem çağrıları ile iletişim kuran bir çağrıdır. Bu bilgiler ışığında istemci program-sunucu program iletişimini Çizim 9.8'de gösterdiği biçimde yürütülmektedir.



Çizim 9.8. *Socket* Sistem Çağrıları ve İstemci Program-Sunucu Program İletişimi

#### 9.2.4. Sunucu ve İstemci Program Örnekleri

*Socket* sistem çağrılarının, istemci-sunucu mantığı içerisinde nasıl kullanıldıkları, sırasıyla, Çizim 9.9 ve 9.10'da verilen yalnız sunucu ve istemci nitelikli iki programla örneklenmektedir. Bu programlardan istemci nitelikli olanı (*istemci*), klavyeden “enter” tuşuna basılana deðin girilen damgaları, sunucu nitelikli programa (*sunucu* adlı programa) göndermekte, bu program da, aldığı damgaları, olduğu gibi, gönderene geri yollamakta, başka bir deyiþle “satır yankılama” (*line echo*) işlemi yapmaktadır.

## 314 İŞLETİM SİSTEMLERİ

```
/* Örnek sunucu program */

#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <stdio.h>
#include <netdb.h>

#define MAX 80
#define SUNUCU_KAPISI 1490

main()
{
    char yastik[MAX];
    int fd, nb, sock;
    unsigned long istemci_boyu;
    struct sockaddr_in sunucu, istemci;
    sunucu.sin_family = AF_INET;
    sunucu.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
    sunucu.sin_port = htons(SUNUCU_KAPISI);
    sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    bind(sock, (struct sockaddr *)&sunucu, sizeof sunucu);
    listen(sock, 5);
    istemci_boyu = sizeof istemci;

    while(1) {
        fd=accept(sock, (struct sockaddr *)&istemci, &istemci_boyu);
        while((nb = read(fd, yastik, MAX)) > 0)
            write(fd, yastik, nb);
    }
}
```

Çizim 9.9. Satır Yankılama Yapan Sunucu Program

```

/* Örnek istemci program */

#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <stdio.h>
#include <signal.h>
#include <netdb.h>

#define MAX 80
#define SUNUCU_KAPISI 1490

main(int argc, char *argv[])
{
    int nb, sock;
    char yastik[MAX];
    char sunucu_adi[MAX];
    struct sockaddr_in sunucu;
    struct hostent *s_bilgi;

    sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    strcpy(sunucu_adi, argv[1]);
    s_bilgi = gethostbyname(sunucu_adi);
    sunucu.sin_family = s_bilgi->h_addrtype;
    memcpy(&sunucu.sin_addr, s_bilgi->h_addr, s_bilgi->h_length);
    sunucu.sin_port = htons(SUNUCU_KAPISI);

    if((connect(sock, (struct sockaddr *)&sunucu, sizeof(sunucu)))< 0) {
        printf("Bağlanti yapılamıyor\n");
        exit(1);
    }
    printf("%s adlı sunucuya bağlantı yapıldı.\n", argv[1]);
    while((nb = read(0, yastik, MAX)) > 0){ /* Klavyeden oku */
        write(sock, yastik, nb);           /* Sunucu'ya yolla */
        nb = read(sock, yastik, MAX);     /* Sunucu'dan geri al */
        write(1, yastik, nb);             /* Ekrana yaz */
    }
    close(sock);
}

```

Çizim 9.10. Satır Yankılama İsteyen İstemci Program

Bu programlar, derlenip sunucu ve istemci adlı işletilir program kütükleri elde edildikten sonra, eğer her iki program da aynı bilgisayar üzerinde çalıştırılacaksa, örneğin:

```

defne> sunucu&
PID 24679
defne> istemci localhost
localhost adlı sunucuya bağlantı yapıldı.

```

biriminde işletme alınırlar. sunucu adlı program, istemci adlı programla koşut olarak arka planda çalıştırılmak üzere, adının sonuna & eklenerken sisteme sunulur.

## 316 İŞLETİM SİSTEMLERİ

Eğer, istemci adlı program, sunucu adlı programla farklı bir bilgisayar üzerinde çalıştırılacaksa, argüman olarak, sunucu adlı programın üzerinde çalıştığı bilgisayarın (defne) adını taşımak durumundadır. Bu şıkta, istemci adlı program, örneğin:

```
yunus> istemci defne  
defne adlı sunucuya bağlantı yapıldı.
```

biriminde işletime alınır. istemci adlı program işletime alınmadan önce, sunucu adlı program, defne adlı bilgisayar üzerinde:

```
defne> sunucu&  
komutuyla işletime alınmış olmalıdır.
```

sunucu adlı programdan, terminal öykünü mü yapmak üzere, satır gönderme ve alma işlevlerini yerine getirebilen telnet adlı hazır (istemci) program aracılığıyla hizmet almak da mümkündür. telnet programı, sunucu adlı programın çalıştığı bilgisayardan (defne) farklı bir bilgisayar (yunus) üzerinde çalıştırılacaksa, sunucu adlı programın çalıştığı bilgisayarın adının yanı sıra kapı numarasını da, aşağıda gösterildiği biçimde, argüman olarak almak durumundadır:

```
yunus> telnet defne 1490  
Trying...  
Connected to defne@bil.hacettepe.edu.tr  
Escape character is '^]'.
```

### 9.2.5. Alan Adı Sistemi (*DNS-Domain Name System*)

*TCP/IP* bağlamında istemci-sunucu yaklaşımı açıklanırken, istemci ve sunucu nitelikli uygulama programlarının, (193.140.216.33; 1490 gibi), {IP Numarası; Kapı Numarası} ikilisi ile biricik olarak tanımlandığından söz edilmiştir. Ancak, yukarıda verilen örneklerde, bilgisayarların, IP numaraları yerine, lidya, eti gibi simgesel adlarından söz edilmiştir. Internet içindeki bilgisayarları, anımsanmaları görelî zor ve uzun numaraları yerine yalın simgesel adları ile tanımlayabilme olanağı, *TCP/IP* uyumlu, Alan Adı Sistemi (*DNS, Domain Name System*) olarak adlandırılan dağıtılmış bir veri tabanı sistemi ile sunulur.

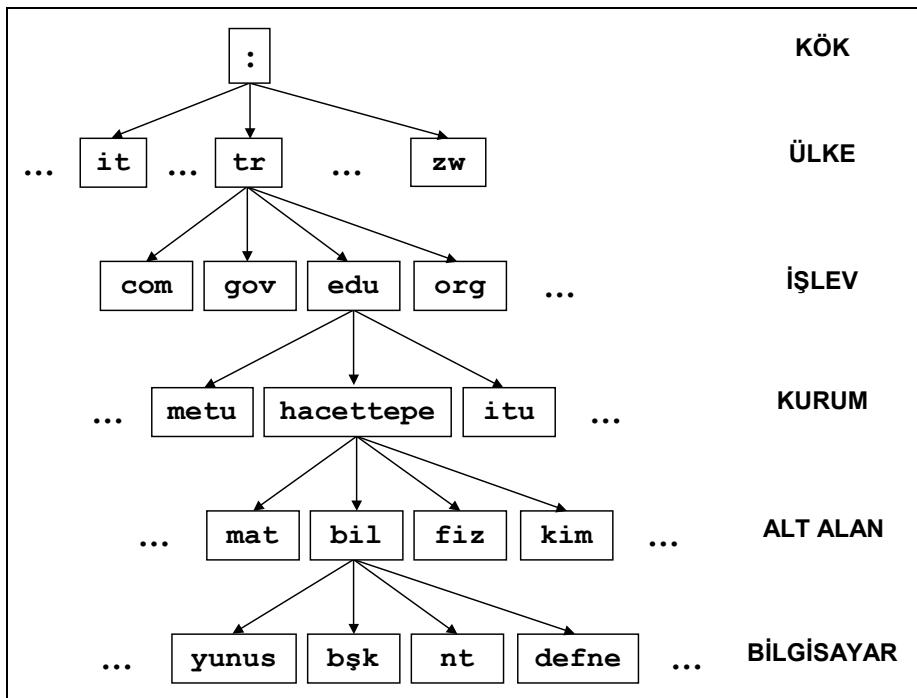
Bu sistem gereği, Internet içinde yer alan, bir kuruma özgü yerel ağ için, ilgili kurumca, Internet Merkezi Otoritesinden (ya da bu otoritenin yetkili olduğu ülke düzeyi yerel bir otoriteden) alan adı satın alma zorunluluğu bulunur<sup>34</sup>. Bu bağlamda, Internet alan adları, kütüklerle ilgili sıradüzensel kılavuz yapısına benzer bir yapı içinde ele alınır. Kurumlar, ilk aşamada (tr, uk, fr gibi) ülkelere, ülke içinde (com, net, gov, edu gibi) işlev sınıflarına ayrırlırlar. Bir kurumun, ilgili olduğu ülke ve işlev sınıfı içinde tanımlı (hacettepe.edu.tr gibi) biricik bir alan adı bulunur. Internet otoritesinden

---

<sup>34</sup> Merkezi otorite, ABD'de INTERNIC (*Internet Information Center*) adlı merkezdir. Bu Merkezin Türkiye'de yetkili olduğu yerel otorite, ODTÜ, Orta Doğu Teknik Üniversitesi'dir. Sözkonusu bu otoriteler, alan adlarının yanı sıra bu alanlar altında yer alan bilgisayarların IP Numaralarını da sağlanmaktadır.

satın alınan ad bu addır. Kurum isterse bu ad altında, (`bil.hacettepe.edu.tr` gibi) alt alan adları tanımlayabilir. Bunların altında, (`defne@bil.hacettepe.edu.tr` gibi) kurumun, o alt alanla ilgili bilgisayar adları yer alır (Çizim 9.11).

Simgesel bir ada sahip her bilgisayarın bir de *IP* numarası bulunur. Simgesel ad, doğal olarak kullanıcılar için anlamlıdır. Yukarıda örneklentiği üzere, *TCP/IP* yazılımı ve bununla uyumlu uygulama programları, bilgisayarları tanımlarken *IP* numaralarını kullanırlar. Bu durumda, bir bilgisayarın simgesel adından, gerektiğinde, *IP* numarasına geçişini sağlayacak bir düzeneğe gereksinim duyulur.

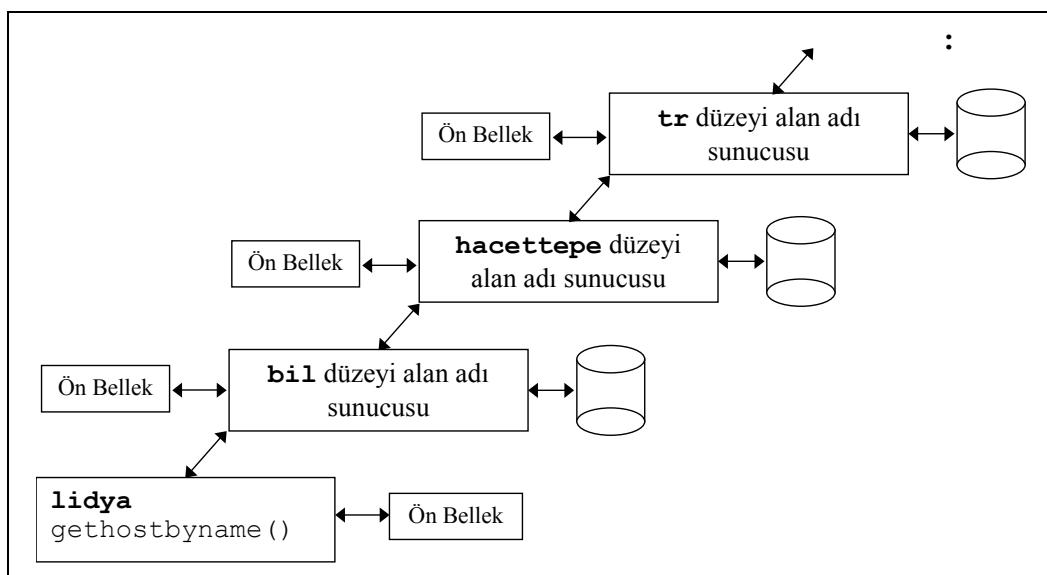


Çizim 9.11. Alan Adı Sistemi Adlandırma Sıradüzeni

Bu düzenek, istemci-sunucu mimarisinde, Alan Adı Sistemi (*DNS, Domain Name System*) olarak adlandırılan, dağıtılmış bir veri tabanı sistemidir. Uygulama programları, kendilerine sunulan simgesel bilgisayar adlarından *IP* numaralarına geçiş için, üzerinde çalışıkları bilgisayar için tanımlı bir Alan Adı Sunucusuna (*Domain Name Server* ya da *Resolver* adlı bir sunucuya) başvururlar. Bunu yapabilmek için, *UNIX*'te `gethostbyname(simgeselad)` adlı bir kitaplık işlevinden yararlanılır<sup>35</sup>. Bu işlev, alan adı sunucusuna istemci olarak bağlanıp “simgeselad”a karşılık gelen *IP* numarasını elde eder. İstemcinin yönetildiği alan adı sunucusu, söz konusu ada karşılık gelen *IP* numarası kendi veri tabanında yer almıyorsa, kendisi için tanımlı, alan adı sıradüzeninde bir basamak üstte başka bir alan adı sunucusuna başvurabilir. Bu yolla,

<sup>35</sup> Bu bağlamda, `gethostbyname()` işlevinin yanı sıra, `gethostbyaddress()` diye diğer bir işlev daha vardır. Adından da anlaşılacağı üzere, bu işlev, *IP* adresi verilen bilgisayarın simgesel adını elde etmeye yarar.

Internet içinde tanımlı herhangi bir bilgisayarın *IP* numarasını elde etmek mümkün olur. Bu düzeneğin başarısını artırmak üzere, alan adı sunucuları, yapılan başvuruları sonuçlarıyla birlikte bir ön bellek alanında da tutarlar. Bu yolla, sık sık sorgulanın aynı bilgisayara ilişkin adres, doğrudan ön bellekten sağlanır (Çizim 9.12).



Çizim 9.12. Alan Adı Sunucuları Arası İşbirliği Düzeneği

Sözkonusu `gethostbyname()` işlevi, örnek istemci program içinde, bu programa argüman olarak sunulan ve bağlanılmak istenen sunucu programın üzerinde çalıştığı bilgisayarın (örneğin, `defne` ya da `localhost`) IP numarasını elde etmek amacıyla kullanılmıştır.

#### **9.2.6. Örnek Sunucu ve İstemci Programlarla İlgili Açıklamalar**

Alan adı sistemi açıklanırken, bilgisayar adlarının, bilgisayar\_adı@alan\_adı yapısında (defne@bil.hacettepe.edu.tr gibi) olması gereki̇ği söylenmiştir. Halbuki, yukarıda verilen işletim örneklerinde, istemci nitelikli programa (örneğin istemci ya da telnet adlı programa) argüman olarak sunulan bilgisayar adı, kısaca defne ya da localhost olarak verilmiştir. Bunun gereklisi, TCP/IP uyumlu bilgisayar sistemlerinin, (@ işaretileẏ başlayan) alan\_adı kesimi içermeyen kısa bilgisayar adlarını, varsayılan (*default*) bir alan\_adı ile tamamlamasıdır. Bu nedenle, eğer sözkonusu bilgisayar sisteminin (yunus) varsayılan alan\_adı, bil.hacettepe.edu.tr ise, bilgisayar adını defne ya da defne@bil.hacettepe.edu.tr olarak, iki biçimde de vermek mümkün olmaktadır.

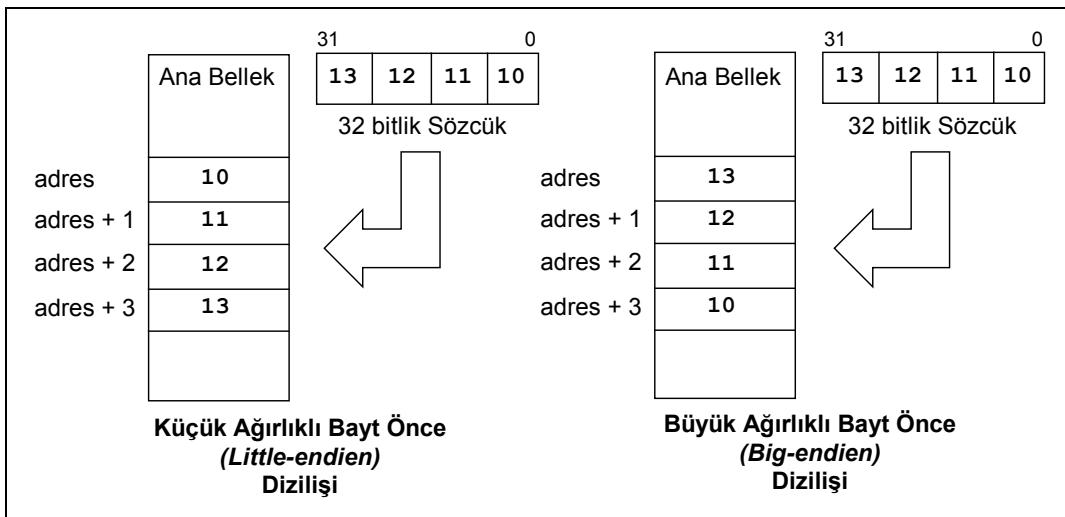
*Socket* düzeneğinin kullanımını örneklemek üzere verilen programlarda, çoğu sistem çağrısından geri dönüste, program görünümünü karmaşıklaştırmamak amacıyla, bilinçli olarak, hata denetimine yer verilmemiştir. Ancak, gerçek uygulamalarda, her sistem çağrılarından sonra, örneğin:

```

sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
if(sock < 0) {
    printf("soket yaratma hatası\n");
    exit(1);
}
if((bind(sock, (struct sockaddr *)&sunucu, sizeof sunucu)) < 0) {
    printf("bağlama hatası\n");
    exit(2);
}

```

biçiminde, hata denetimi yapmak gereki̇gi̇ unutulmamalıdır.



Çizim 9.13. Bir Sözcüğe ilişkin Baytların Ana Bellekte Saklanması Biçimleri

`sunucu.sin_port = htons(SUNUCU_KAPISI)` komutu ile sunucu program kapı numarası günlenirken kullanılan `htons()` işlevi, bilgisayar ve ağ düzeyinde geçerli olan bayt dizilişlerini uyumlama amacını gütmektedir. Bilindi̇ği̇ üzere, birden çok bayt uzunluğundaki sözcükler (örneğin 16 bitlik kapı numarasını tutan sözcük), ana bellekte, iki dėği̇şik biçimde saklanabilmektedir. Bunlardan ilki, küçük ağırlıklı bayt önce (*little-endian*); ikincisi, büyük ağırlıklı bayt önce (*big-endian*) yerlesim biçimini olarak bilinmektedir (Çizim 9.13).

Küçük ağırlıklı bayt önce (*little-endian*) yerlesiminde, örneğin 16 bitlik bir sözcüğe ilişkin iki bayttan, küçük ağırlıklı olanı, ana bellekte küçük adresli ilk baytta, büyük ağırlıklı ikinci bayt ise, bunu izleyen büyük adresli ikinci baytta yer almaktadır. Bilgisayar sistemleri bu yerleşimlerden birini tercih edebilmektedir. Bu bağlamda, örneğin *Intel* işleyicileri, küçük ağırlıklı bayt önce (*little-endian*) yerlesim biçimini kullanmaktadır. *TCP/IP* yazılımı ise, kullandığı veri yapılarında, büyük ağırlıklı bayt

önce (*big-endian*) yerleşim mantığını taban almaktadır. Ağ uygulama programları, üzerinde çalışacakları bilgisayar sistemine ilişkin varsayımlar yapılarak geliştirilmediğinden, işletim aşamasında ortaya çıkabilecek olası bayt diziliş sırası uyumazlığını ortadan kaldırmak üzere, `htons()` (*host-to-network short*) komutundan yararlanılmaktadır. Bu komut, *TCP/IP* yazılımı ile farklı bayt diziliş ilkesini kullanan bilgisayar sistemlerinde diziliş dönüşümünü gerçekleştirmekte, *TCP/IP* yazılımı ile aynı bayt diziliş ilkesini kullanan bilgisayar sistemlerinde ise, doğal olarak, boş bir komut olarak işletilmektedir.

Örnek programlarda, `sock()` sistem çağrısının ikinci argümanı, *TCP/UDP* katmanlarından *TCP* katmanın kullanımacağını gösterir biçimde `SOCK_STREAM` olarak seçilmiş ve programların yapıları *connection oriented* moduna göre düzenlenmiştir. Bu programların, *connectionless* moduna göre düzenlenmiş biçimleri 9.2.8 numaralı kesimde açıklanacaktır.

Sunucu program içinde, bu programın üzerinde çalışacağı bilgisayar sisteminin *IP* Numarası günlenirken, `INADDR_ANY` parametresi kullanılmıştır. Bu parametre ile, dönem dönem bilgisayarların *IP* numaralarının değişimini düşünülerek, belirgin bir numarayı programa gömmek yerine, sözkonusu bilgisayarın, sistemde o an tanımlı Internet adresinin kullanılması sağlanmaktadır.

Örnek sunucu programdan birden çok istemci programın hizmet alması mümkündür. Örnek sunucu programın yukarıda verilen yapısı gereği, bir istemci program, sunucudan hizmet almaya başladıkten sonra, sunucu programına `connect()` komutu ile bağlanmaya çalışan diğer istemci programlar `listen()` komutunun tanımladığı kuyruğa bağlanarak sunucu programın `accept()` komutuna dönmesini (ya da sunucuya daha önce bağlanan istemci programın sonlanması) beklemek durumunda kalırlar. Başka bir deyişle, sözkonusu bu yapı, istemci programların koşut çalışmalarına ya da sunucudan eşanlı hizmet almalarına olanak vermez. Bu durum kimi uygulama türleri için önemli bir sakıncı oluşturur. Bu gerçekleştirmiş biçimi, “satır yankılama” örneği için de sakıncalıdır. Zira bir istemci program, sunucu programına bağlanıp satır yankılama işlemleri yürüttüğü sürece, diğer istemci programlar, çalıştırdıkları `connect()` komutu üzerinde, uzunluğu belirsiz bir süre bekler durumda kalırlar. Bu önemli sakıncanın nasıl aşılacağı izleyen kesimde açıklanmıştır:

### 9.2.7. İstemci Programlar için Koşut Hizmet Yapısı

Yukarıda açıklanan önemli sakıncayı aşmanın yolu, sunucu nitelikli programı, her istemci program için ayrı bir görev olarak işletmekten geçer. Bunun nasıl yapıldığı, satır yankılama sunucu program üzerinde yapılan değişiklikle, Çizim 9.14’te örneklenmiştir. Çizim 9.14’te görüldüğü üzere, sunucu program düzeyinde, `accept()` komutundan hemen sonra, `fork()` komutu ile yeni bir sunucu görev yaratılmaktadır. `accept()` komutu ile bağlantı kurulan istemci programın satır yankılama işlemlerini yürütecek görev, oğul nitelikli bu görevdir. `fork()` komutunu işleyen ata görev, miras (*inheritance*) yoluyla göstergesini (`fd`) oğul görevde aktardığı bağlantıyı (`close(fd)`

komutu ile) kapatarak hemen accept() komutuna geri dönmekte ve bu yolla, varsa diğer istemcilere de, yeni bir oğul görev aracılığıyla, koşut işlem bağlamında hizmet verebilmektedir.

```
/* Örnek koşut sunucu program */

#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <stdio.h>
#include <netdb.h>
#include <signal.h>

#define MAX 80
#define SUNUCU_KAPISI 1490

main()
{
    char yastik[MAX];
    int fd, nb, sock;
    unsigned long istemci_boyu;
    struct sockaddr_in sunucu, istemci;

    sunucu.sin_family = AF_INET;
    sunucu.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
    sunucu.sin_port = htons(SUNUCU_KAPISI);

    signal(SIGCHLD, SIG_IGN);

    sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    bind(sock, (struct sockaddr *)&sunucu, sizeof sunucu);
    listen(sock, 1);
    istemci_boyu = sizeof istemci;

    while(1) {
        fd=accept(sock, (struct sockaddr *)&istemci, &istemci_boyu);
        if(fork() == 0) {
            /* Bu kesimi "oğul sunucu" görev çalıştırır */
            while((nb = read(fd, yastik, MAX)) > 0)
                write(fd, yastik, nb);
            exit(0);
        } else
            /* Bu kesimi "ata sunucu" görev çalıştırır */
            close(fd);
    }
}
```

Çizim 9.14. Koşut İşleme Olanak Veren Satır Yankılama Sunucu Programı

Bu yolla yaratılan her sunucu oğul görev, ayrı bir istemci programa hizmet vermektedir, hizmet gereksinimi bittiğinde (istemci programa CTRL D damgası girilince) `exit(0)` komutu ile, sistemdeki varlığına son vermektedir.

`signal(SIGCHLD, SIG_IGN)` komutu, sunucu programa, `exit(0)` komutunu karşılaşamak ve bu yolla, sonlanan oğul görevin, sistemde hortlak (*zombie*) durumuna düşmesini engellemek üzere eklenmiştir.

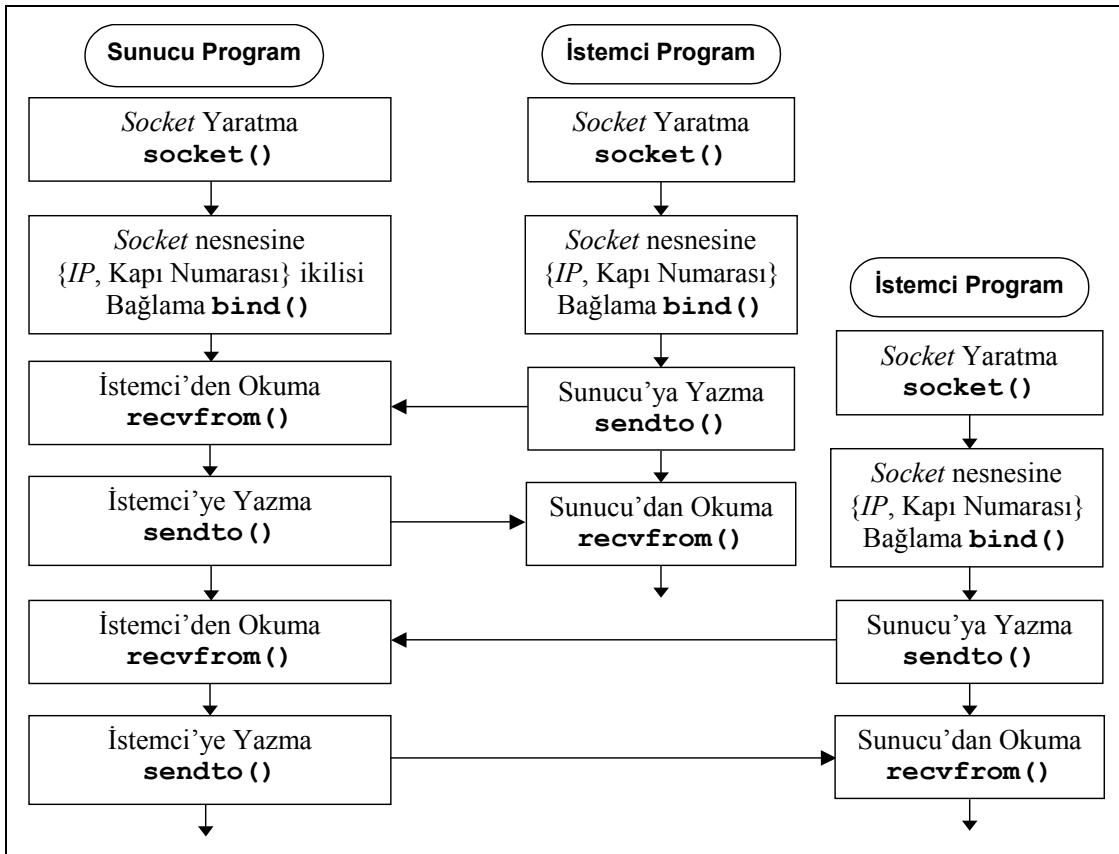
*UNIX*'te görevlerin sonlanmasına yarayan `exit()` komutu, ata görevi, bu durumu bildiren, `signal` adlı bir ileti göndermektedir. Ata görev, `signal()` komutu aracılığıyla bu iletiyi almadan oğul görevin, *PCB* (*Process Control Block*) adlı görev iskeleti silinmemekte ve bu nedenle sistemdeki varlığı tam olarak son bulamamaktadır. Eğer ata görev düzeyinde `signal()` komutuna yer verilmezse sonlanmak isteyen oğul görev(ler), *UNIX* tanımları gereği, "görev iskeletine sahip bitmiş görev" ya da hortlak (*zombie*) durumuna düşmektedir. Sistemde bu biçimde varlığı süren görevler, ancak ata görevleri sonlandığında sistemden tümüyle silinmektedir. Bu durum, işletim sisteminde görev iskeletleri için öngörülen veri yapılarını gereksiz yere işgal etme gibi olumsuz bir sonuç doğurmaktadır. Örnek sunucu program hiç sonlanmayan bir program olarak öngörüldüğünden, `signal(SIGCHLD, SIG_IGN)` komutunu içermemesi durumunda bu olumsuzluk burada daha da belirginlik kazanmaktadır.

*UNIX*'te her görevin mutlaka bir ata görevi bulunur. Sistem açılırken işletme alınacak tüm görevler (bu arada *shell* görevini yaratan `getty`) `init` adlı bir görev aracılığıyla (`fork()` komutu kullanılarak) yaratılırlar. Bu nedenle, işletimin herhangi bir anında, tüm görevlerin "ilk" atası `init` adlı bu görevdir. Eğer bir görev, yarattığı oğul görev(ler) sonlanmadan biterse, başka bir deyişle, oğul görev(ler), yetim (*orphan*) durumuna düşerse, *UNIX* kuralları gereği, `init` adlı görevi ata görev olarak alırlar. Bu durumda, işletikleri `exit()` komutları bu ilk ataya yönlendirilerek hortlak durumuna düşmeleri, sistem tarafından engellenmiş olur.

Sunucu programın, her istemci program için ayrı bir görev olarak işletiliyor olması, `listen()` komutu ile belirlenen istemci kuyruk boyunu anlamsız kılmaktadır. Bu nedenle, yeni sunucu programda sözkonusu kuyruk boyu için bir ile yetinilmiştir.

### 9.2.8. İstemci/Sunucu Programlarda *Connectionless* Modun Kullanımı

İstemci ve sunucu programlarca gönderilen ve alınan iletilerin sıralarının bozulması bir sakınca oluşturuyorsa ya da iletı sıra denetim işlevini, uygulama kendisi zaten üstleniyorsa, ulaşım katmanı düzeyinde *TCP* kesimi yerine, sıra denetimi yapmayan, daha hızlı *UDP* kesiminin kullanılabileceği daha önce açıklanmıştır. *TCP* yerine *UDP* katmanın kullanımını durumunda, sunucu ve istemci programların yapıları Çizim 9.15'de gösterildiği biçimde olmaktadır.



Çizim 9.15. Connectionless Modda, İstemci ve Sunucu Program Yapıları

Bu yeni yapıda, sunucu programı, istemciler tarafından bilinen bir kapı numarasını bağlayacağı bir `socket` yaratıp bu kapıya gönderilen ve hatasız alınan datagramlara ilişkin yanıt datagramlar göndermekle yetinmektedir. Başka bir deyişle, sunucu program düzeyinde, oturum tabanlı sıra denetimi için gerekli `accept()` sistem çağrısına yer verilmemektedir. Bu son çağrıının sunucu programda yer almayışı, datagram alış-verişinde, `accept()` sistem çağrısına geri döndürülen bağlantı göstergesine (`fd`) gereksinim duyan `read()` ve `write()` komutlarının kullanımını olanaksız kılmaktadır. *UNIX*'te, *connectionless* modda, bunların yerine kullanılacak:

`sendto (sock, buf, buf_length, flags, address, address_length);`  
`recvfrom(sock, buf, buf_length, flags, address, &address_length);`

gibi, iki sistem çağrısına yer verilmektedir. Burada:

<code>sock</code>	<code>socket ()</code> çağrısının döndürdüğü göstergesi ( <i>rendezvous descriptor</i> ),
<code>buf</code>	Aktarımı konu olan veri yastığı göstergesi,
<code>buf_length</code>	Aktarımı konu olan veri yastığı boyu,
<code>flags</code>	Özel seçenek göstergesi, genelde 0,
<code>address</code>	<code>sendto()</code> bağlamında verinin gönderileceği hedef uygulama,
	<code>recvfrom()</code> bağlamında verinin alınacağı kaynak uygulama,
<code>address_length</code>	Uygulama adresinin boyudur.

`sendto()`, `recvfrom()` sistem çağrıları, istemciye özgü bağlantı göstergesi taşımadığından, kaynak ya da hedef uygulamanın kimliğini (*IP* ve Kapı numaralarını) taşımaktadır. Bu yolla, sunucu uygulama, değişik istemcilerden gelen datagramları ayırtırma olanağı bulabilmektedir. Bu bilgiler ışığında, örnek satır yankılama sunucu ve istemci programların, *connectionless* moddaki görünümleri, Çizim 9.16 ve Çizim 9.17'de verilmiştir.

```
/* Connectionless modda çalışan örnek sunucu program */

#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <stdio.h>
#include <netdb.h>

#define MAX 80
#define SUNUCU_KAPISI 1490

main()
{
    char yastik[MAX];
    int nb, sock;
    unsigned long istemci_boyu;
    struct sockaddr_in sunucu, istemci;
    sunucu.sin_family = AF_INET;
    sunucu.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
    sunucu.sin_port = htons(SUNUCU_KAPISI);
    sock = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
    bind(sock, (struct sockaddr *)&sunucu, sizeof sunucu);
    istemci_boyu = sizeof istemci;
    while(1) {
        while((nb = recvfrom(sock, yastik, MAX, 0,
                             (struct sockaddr *)&istemci, &istemci_boyu))>0)
            sendto(sock, yastik, nb, 0, (struct sockaddr *)&istemci,
                   sizeof istemci);
    }
}
```

Çizim 9.16. *Connectionless* Modda Satır Yankılama Yapan Sunucu Program

```

/* Connectionless modda çalışan örnek istemci program */

#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <stdio.h>
#include <netdb.h>

#define MAX 80
#define SUNUCU_KAPISI 1490

main(int argc, char *argv[])
{
    int nb, sock;
    unsigned long sunucu_boyu;
    char yastik[MAX];
    char sunucu_adi[MAX];
    struct sockaddr_in sunucu, istemci;
    struct hostent *s_bilgi;

    istemci.sin_family = AF_INET;
    istemci.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
    istemci.sin_port = 0; /*Kapı Numarasını sistem belirlesin*/
    sock = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
    bind(sock, (struct sockaddr *)&istemci, sizeof istemci);

    strcpy(sunucu_adi, argv[1]);
    s_bilgi = gethostbyname(sunucu_adi);
    sunucu.sin_family = s_bilgi->h_addrtype;
    memcpy(&sunucu.sin_addr, s_bilgi->h_addr, s_bilgi->h_length);
    sunucu.sin_port = htons(SUNUCU_KAPISI);

    sunucu_boyu = sizeof sunucu;

    while((nb = read(0, yastik, MAX)) > 0){
        sendto(sock,yastik,nb,0,(struct sockaddr *)&sunucu,
               sizeof sunucu);
        nb = recvfrom(sock,yastik,MAX,0,(struct sockaddr *)&sunucu,
                      &sunucu_boyu);
        write(1, yastik, nb);
    }
    close(sock);
}

```

Çizim 9.17. Connectionless Modda Satır Yankılama İsteyen İstemci Programı

*Connectionless* modda satır yankılama amaçlı sunucu ve istemci programların işletimi, sunucu programın `defne`, istemci programının da `yunus` ve `liza` adlı iki farklı bilgisayar üzerinde, eşanlı çalıştırıldığı varsayılarak, aşağıda öneklenmiştir:

```

defne> sunucu&
PID 24679

```

```

yunus> istemci defne
aaaaaaaaaaaaaa
aaaaaaaaaaaaaa
bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb
bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb
CTRL D
yunus>

liza> istemci defne
cccccccccccccccccccccccccccc
cccccccccccccccccccccccccccc
eeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee
eeeeeeeeeeeeeeeeeeee
CTRL D
liza>

```

Bu işletim örneğinden de anlaşılacağı üzere, sunucu programın *connectionless* moddaki yapısı, birden çok istemciye koşut hizmet verme olanağını, *connection oriented* modda yapılanın tersine, herhangi bir ek düzenlemeye gerek kalmaksızın, içinde taşıyabilmektedir.

İstemci-sunucu yaklaşımını gerçekleştirmede kullanılan *socket* düzeneği, bu amaçla var olan tek gerçekleştirim seçenekleri değildir. Bunun yanı sıra, Ulaşım Katmanı Arabirimini (*TLI Transport Layer Interface*) ve Uzaktan Yordam Çağırma (*RPC Remote Procedure Call*) olarak adlandırılan iki başka seçenek daha mevcuttur. Uzaktan Yordam Çağırma, *socket* düzeneğine göre daha üst düzey bir gerçekleştirim aracıdır. Bu aracın, Birlikte Çalışan Görevler adlı Dördüncü Bölümde kısaca söz edilmiştir. *RPC*, izleyen kesimde açıklanan *NFS* yazılımında da kullanılan bir araçtır.

### 9.3. Dağıtılmış Kütük Yönetim Sistemi (*NFS*)

Dokuzuncu Konu başlığı altında, şimdideyde değin, kullanıcıların, kendi bilgisayarlarıyla aynı ağ içinde yer alan başka bilgisayarların “işlem” kapasitelerinden, dolaylı olarak nasıl yararlandıkları, *socket* düzeneğine dayalı olarak açıklanıp örneklenmiştir. İzleyen kesimde, bu kez, kullanıcıların, başka bilgisayar sistemleri üzerinde yer alan “kütük”lere nasıl erişebildikleri ve bu yolla, ağ içinde verileri nasıl paylaştıkları, *UNIX* bağlamında açıklanacaktır:

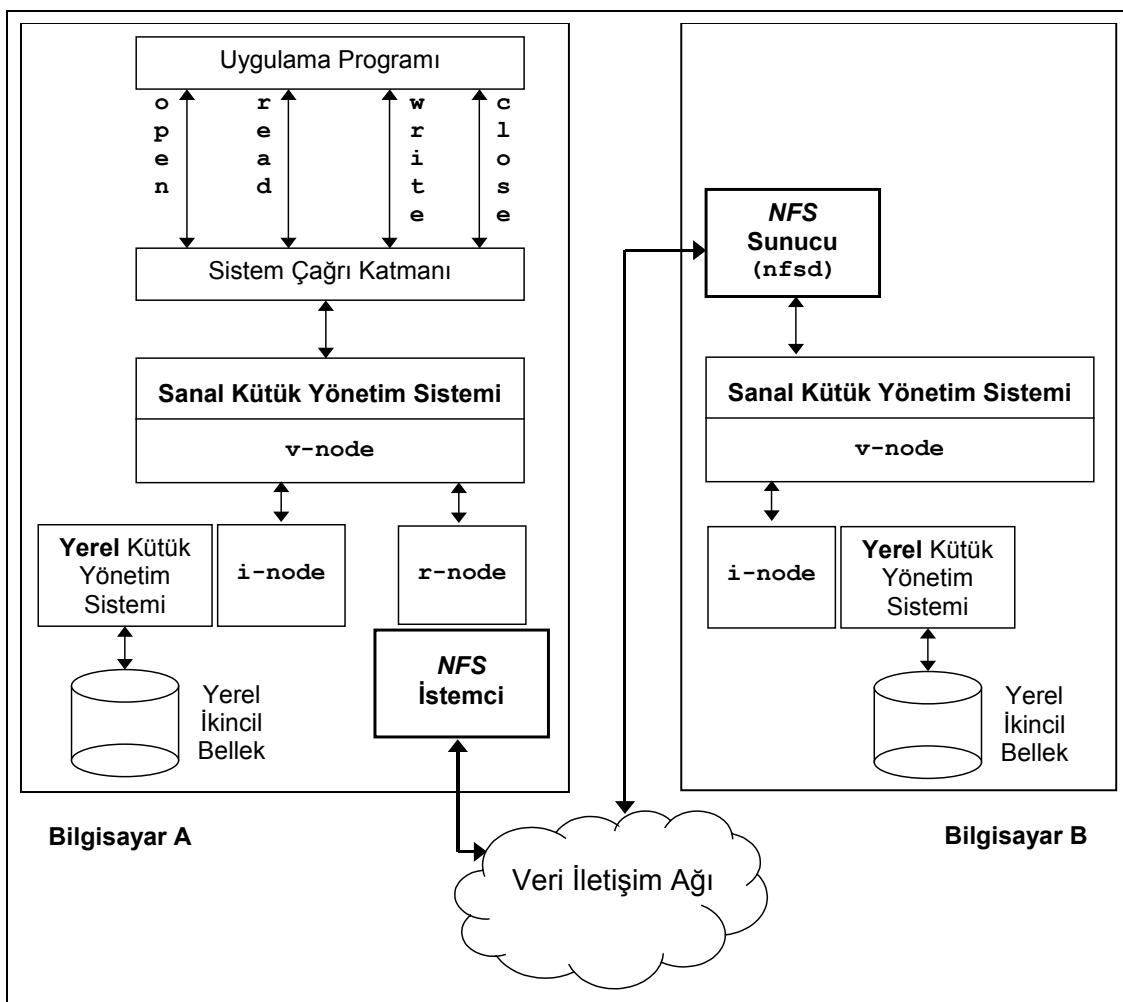
#### 9.3.1. Ağ Düzeyi Kütük Paylaşımı

*UNIX* işletim sistemi, ağ düzeyi kütük paylaşım hizmetini, yerel kütük yönetim sisteminin (*UFS Unix File System*) genişletilmiş bir biçimi olan ve *NFS Network File System*<sup>36</sup> olarak adlandırılan dağıtılmış bir kütük yönetim sistemine dayalı olarak vermektedir. Bu sistemde, uygulama programlarının kütük işlemlerine dönük sistem çağrıları, sanal kütük yönetim sistemi (*VFS Virtual File System*) olarak adlandırılan bir

---

<sup>36</sup> *NFS Network File System*, Sun Microsystems Firması tarafından, iş istasyonları arası, ağ düzeyi kütük ve yazıcı paylaşımı amacıyla geliştirilmiştir.

kesime yönlendirilmektedir. Bu kesim, üzerinde işlem yapılmak istenen (açılan) tüm kütüklere ilişkin, (*i-node* benzeri) *v-node* (*virtual i-node*) adlı bir veri yapısı tutmaktadır. Bu veri yapısı, ilgili kütüğün, yerel ya da uzak, ne tür bir kütük olduğunu belirlemeye yaramaktadır. Eğer sözkonusu kütük, uzak nitelikli (başka bir bilgisayardaki) bir kütük ise, *v-node* adlı veri yapısı, bu kütüğe erişim için gerekli tüm bilgileri de tutmaktadır. Bu sayede, bir kütüğe ilişkin `read()`, `write()` gibi işlemler, ya yerel ya da uzak kütük yönetim sistemine yönlendirilebilmektedir.

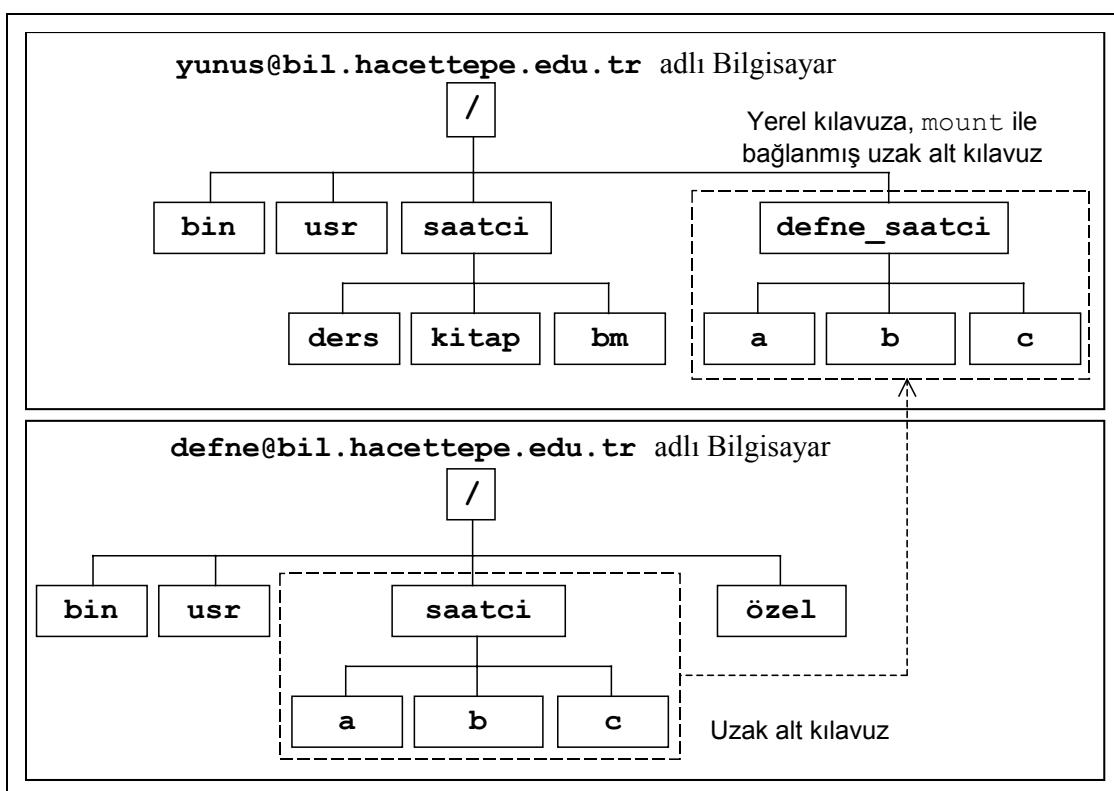


Çizim 9.18. NFS Bağlamında Uzak Kütük İşlemlerinin Ele Alınışı

Uzak kütük yönetim sistemine ilişkin işlemler, istemci-sunucu yaklaşımına dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Sanal kütük yönetim sistemi, uzak kütük işlemleri için, “NFS İstemci” adlı bir görevden yararlanmaktadır. Bu görev, işleme konu olan kütüğün yer aldığı bilgisayar sistemindeki “NFS Sunucusu (`nfsd`)” adlı bir görevle işbirliği içinde, uzak kütük işlemlerinin gerektiğini yerine getirmektedir (Çizim 9.18).

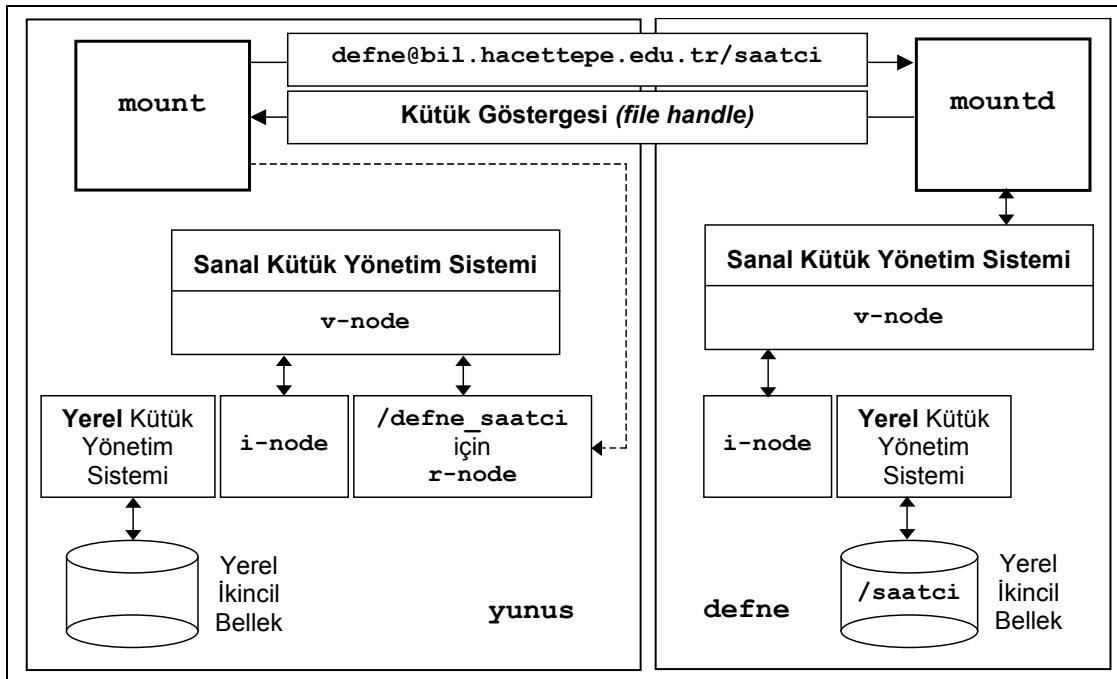
NFS bağlamında, kütük işlemleri, uzak ve yakın kütük ayrimını konu etmektedir. İşletim sisteminin kolay kullanım hizmet ilkesi gereğince, bu ayrimın uygulama

programlarına taşınması uygun değildir. Bu nedenle *NFS*, kullanıcılarla, ağ içi değişik bilgisayar sistemleri üzerinde sakladıkları kütüklerini, kendi yerel bilgisayarlarında saklanan kütükler gibi gösterme olanağını sunmaktadır. Bunun yapılabilmesi, *mount* adlı bir istemci program aracılığıyla mümkün olmaktadır. Kullanıcılar, bu programı kullanarak, uzak bir bilgisayar üzerinde tanımlı herhangi bir alt kılavuzu yerel bir alt kılavuz altına bağlayabilmekte ve bu yapıldıktan sonra, o alt kılavuz altında yer alan (uzak) kütüklere yerel (yakın) kütükler gibi erişebilmektedirler (Çizim 9.19).



Çizim 9.19. Uzak Alt Kılavuzun Yerel Kılavuz İçinde Sanal Konumu

*mount* programı, uzak ve bununla ilgili yakın alt kılavuz kimliklerini argüman olarak almaktadır. Uzak alt kılavuz kimliği, (*defne@bil.hacettepe.edu.tr/saatci* gibi) {ilgili bilgisayar adı; alt kılavuz adı} ikilisinden oluşmaktadır. *mount*, uzak alt kılavuz adından ilgili bilgisayar kimliğini (*defne@bil.hacettepe.edu.tr*) elde etmekte ve bu bilgisayar üzerinde çalışan *mountd* (*mount deamon*) adlı sunucu programdan, ilgili uzak alt kılavuz (/saatci) için bir kütük göstergesi (*file handle*) sağlayıp bunu, adı (örneğin /defne\_saatci olarak) verilen yakın bir alt kılavuzla ilişkilendirmektedir. Bu bağlamda, sanal yakın alt kılavuza ilişkin *v-node* yapısı, elde edilen kütük göstergesini de taşıyan ve *open()*, *read()*, *write()* gibi izleyen kütük işlemlerinde başvurulacak bir *r-node* yapısı ile ilişkilendirilmektedir. Bu aşamadan sonra, yerel kılavuza, özel bir adla bağlanan uzak alt kılavuz altındaki kütüklere erişim, kullanıcı için, *NFS* sayesinde, diğer yerel kütüklere erişimden farksız olmaktadır (Çizim 9.20).



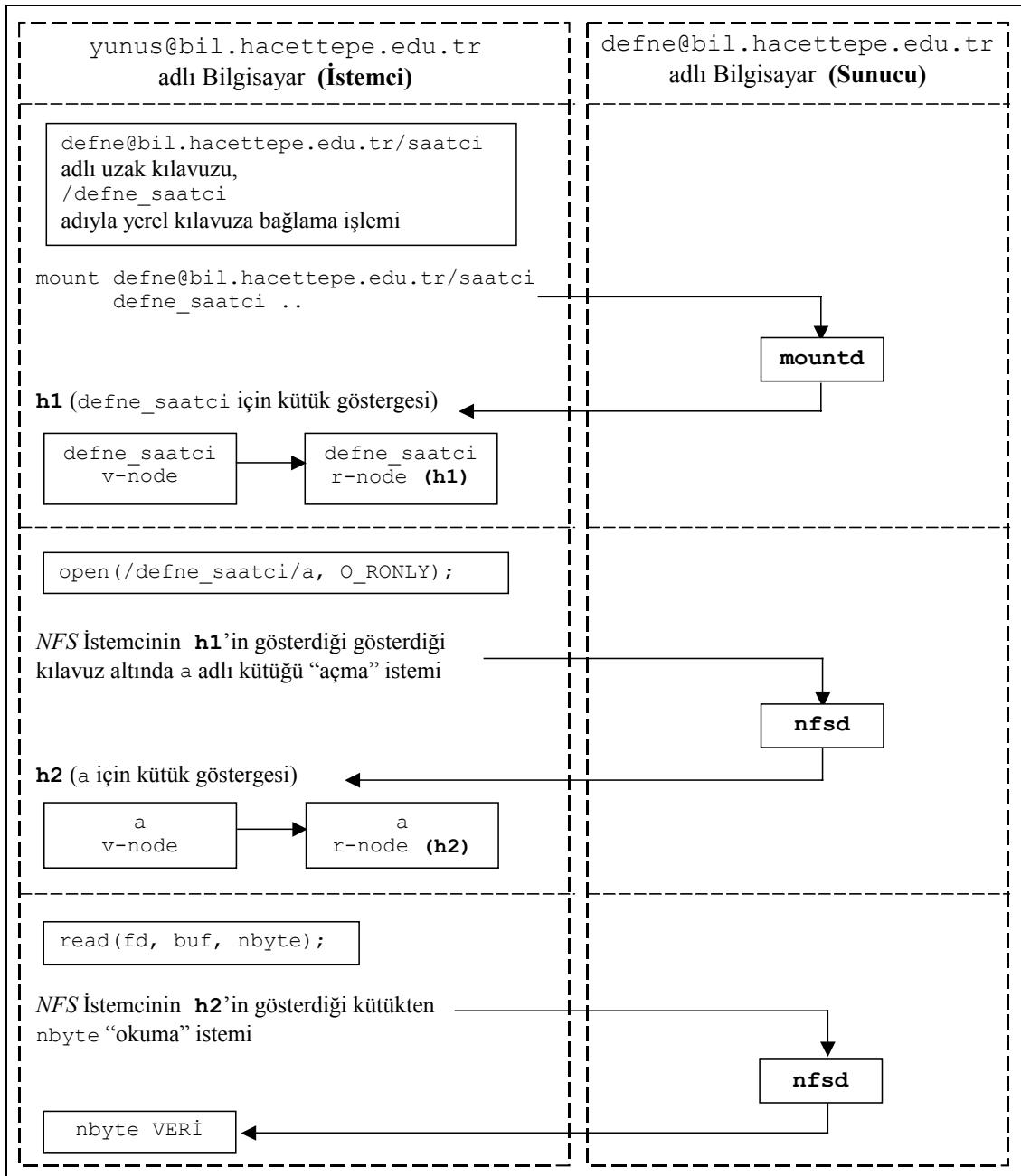
Çizim 9.20. Uzak bir Alt Kılavuzun Yerel Kılavuza mount programı ile Bağlanması

mount programı kullanılarak yerel kılavuza bağlanan uzak kütüklere ilişkin open() ve read() sistem çağrılarının işletim adımları, aşağıda açıklandığı biçimde olmaktadır:

Bir uygulama programı tarafından işletilen open(/defne\_saatci/a,O\_RDWR) sistem çağrıları, sanal kütük yönetim sistemine yönlendirilmekte ve ilgili kütüğe ilişkin (a) bir v-node yaratılmaktadır. Sözkonusu kütüğün, uzak nitelikli bir kılavuz altında yer aldığı anlaşıldığında, başka bir deyişle, sözkonusu kılavuzun v-node yapısı, bir r-node yapısını gösterdiğinde, sanal kütük yönetim sistemi, NFS İstemcisine başvurmaktadır. NFS İstemcisi, uzak bilgisayar NFS Sunucusuna (nfsd), “kütük açma” istemi yönlendirmekte ve sunucudan, bu kez, açılan uzak kütükle (a ile) ilgili bir kütük göstergesi (file handle) elde etmektedir. NFS İstemcisi, elde ettiği bu göstergeyi de taşıyan bir r-node yaratarak bunun, açılmak istenen kütük için sanal kütük yönetim sisteminde yaratılan v-node ile ilişkilendirilmesini sağlamaktadır. Sözkonusu uzak kütükle (a ile) ilgili, read(), write(), close() gibi sonraki işlemler, sanal kütük yönetim sisteminde, bu v-node kullanılarak yürütülmektedir. Başka bir deyişle, uygulama programına döndürülen kütük göstergesi (file descriptor fd), bu yapının göstergesi olmaktadır.

Açma işlemi sonrasında, örneğin, read(fd,buf,nbyte) komutu işletilmek istenirse, bu komutun argüman olarak taşıdığı v-node göstergesinden (fd) r-node göstergesi elde edilmekte ve okuma işlemi, yine NFS İstemcisine yönlendirilmektedir. NFS İstemcisi, r-node içinde saklanan ve daha önce uzak bilgisayar sisteminden elde ettiği kütük göstergesini kullanarak, bu işlemi NFS Sunucusundan talep edip gerçekleştirmektedir (Çizim 9.21).

## 330 İŞLETİM SİSTEMLERİ

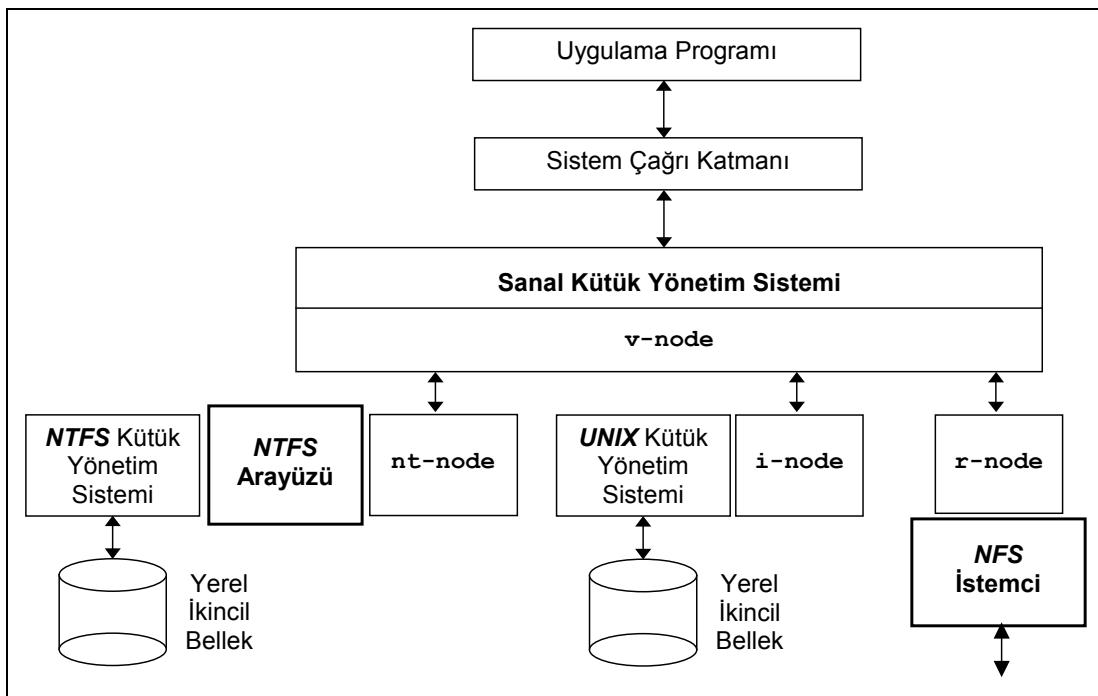


Cizim 9.21. Uzak Kütüklere ilişkin open() ve read() Sistem Çağrılarının Ele Alınışı

### 9.3.2. Farklı Kütük Yönetim Sistemlerinin Bütünleşmesi

NFS, uygulama programlarına, yerel kütük yönetim sistemiyle aynı nitelikte, uzak kütük yönetim sistemlerinden hizmet alabilmenin yanı sıra, gerek yerel gerekse uzak, farklı kütük yönetim sistemlerini de kullanabilme olanağı yaratmaktadır. NFS kütük yönetim sisteminin yapısı açıklanırken, bunun *VFS Virtual File System* adlı bir alt kesim içerdiği, bu kesimin açılan her kütük için bir *v-node* yarattığı, bu yapının, açılan kütüğün yerel

ya da uzak olmasına göre ya bir *i-node* ya da bir *r-node* ile ilişkilendirildiği, sözkonusu kütük yerel nitelikli bir kütük ise yerel kütük yönetim sistemine, uzak nitelikli bir kütük ise de *NFS* İstemcisi adlı bir arayüze başvurulduğu belirtilmiştir. *NFS* yapısında böyle bir arayüzün öngörülmüş olması, *VFS Virtual File System* adlı alt kesim üzerinden, *UNIX* işletim sisteminden farklı, başka kütük yönetim sistemlerine erişimi de mümkün kılmakta ve programlara, *UNIX* ortamında, farklı kütük yönetim sistemleri altında yer alan kütükleri kullanabilme olanağını yaratmaktadır.

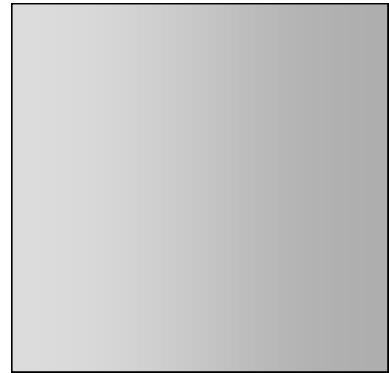


Çizim 9.22. *NFS-VFS* ile Farklı Kütük Yönetim Sistemlerine Erişim

Bunun yapılabilmesi için, her farklı kütük yönetim sistemi için, *NFS* istemci benzeri bir arayüzün sistemde yer alması gerekmektedir. Uygulama programlarının bu sistemler içinde tanımlı kütükleri kullanabilmeleri için, öncelikle, uzak kütüklerde olduğu gibi, ilgili alt kılavuzun, `mount` programı kullanılarak *UNIX* kılavuz sistemine bağlanması ve bu yolla, sanal kütük yönetim sistemi düzeyinde bununla ilgili bir *v-node* yapısının yaratılması gerekmektedir. Bu sayede, sözkonusu alt kılavuz altında yer alan bir kütüğe erişimde, bunun, farklı bir sisteme yönelik kütük olduğunun algılanması ve işlem istemlerinin, bu sisteme ilişkin, özel bir arayüze (örneğin *Windows NTFS* Arayüzüne) yönlendirilmesi mümkün olabilmektedir (Çizim 9.22).

Dağıtılmış kütük yönetim sisteminin yapısına döndürmek, *Windows* işletim sisteminde benimsenen bir yaklaşımdır. Bu sayede, *Windows* ortamında, hem “ağ komşuları” olarak tanımlanan bilgisayarlar düzeyinde saklanan kütüklere, hem de aynı bilgisayar üzerinde yer alan, örneğin *FAT32* ya da *NTFS (NT File System)* adlı farklı kütük yönetim sistemlerine ilişkin kütüklere erişim mümkün olabilmektedir.





## I S L E T I M   S I S T E M L E R I

ABEL, P: *IBM-PC Assembly Language and Programming*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall International, 1991.

BASHE, C.J., JOHNSON, L.R., PALMER, J.H., PUGH, E.W: *IBM's Early Computers*, MIT Press, Cambridge MA., 1986.

BEN-ARI, M: *Principles of Concurrent Programming*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall International, 1982.

BROWN, C: *UNIX Distributed Programming*, Prentice Hall International, 1994.

COMER, D.E: *Internetworking with TCP/IP: Volume I: Principles, Protocols and Architecture*, Prentice Hall International, 1995.

CORNES, P: *The LINUX A-Z*, Prentice Hall International, 1997.

EGAN, J.I., TEIXEIRA, T.J: *Writing a UNIX Device Driver*: 2/e, John Wiley and Sons Inc., 1992.

HALSALL, F: *Data Communications, Computer Networks and Open Systems*: 4/e, Addison-Wesley, 1996.

## 334 İŞLETİM SİSTEMLERİ

- INTEL Corp: *Intel 486 Microprocessor Programmer's Reference Manual*, Intel: Osborn: McGraw-Hill, Newyork, 1990.
- PHAM, T.Q., GARG, P.K: *Multithreaded Programming with Windows NT*, Prentice Hall: PTR, 1995.
- ROCHKIND, M.J: *Advanced UNIX Programming*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall International, 1985.
- STALLINGS, W: *Operating Systems: Internals and Design Principles*: 4/e, Prentice Hall International, 2001.
- STEVENS, R: *TCP/IP Illustrated: Volume I: The Protocols*, Addison-Wesley, 1993.
- STRAUSS, E: *80386 Technical Reference*, Brady Books, Newyork, 1987.
- SWITZER, R: *Operating Systems: A Practical Approach*, Prentice Hall International, 1993.
- TANENBAUM, A.S., WOODHULL, A: *Operating Systems: Design and Implementation*: 2/e, Prentice Hall International, 1997.
- TANENBAUM, A: *Modern Operating Systems*: 2/e, Prentice Hall International, 2001.
- TANENBAUM, A.S., STEEN, M: *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, Prentice Hall International, 2002.
- WAKERLY, J.F: *Microcomputer Architecture and Programming: The 68000 Family*, John Wiley and Sons Inc., 1989.

# SÖZLÜK

## IŞLETİM SİSTEMLERİ

### A

**adres** (*address*): Komut kodları ile verilerin bir program içinde ya da ana bellekte bulunduğu konumun sırası ya da kimliği. Komut kodları ile verilerin, yer alındıkları programın başına göreli konumları mantıksal adresleri (*logical addresses*); aynı kod ve verilerin ana bellekte yerleşikleri sözcüklerin bellek başına göreli konumları ise fiziksel adresleri (*physical addresses*) oluşturur. Örn. Ana bellekte sözcük adresi, diskte disk öbek adresi, komut adresi.

**adres yolu** (*address bus*): İşleyicinin ana bellek sözcükleri ve giriş / çıkış arabirimini yazmaçlarını adreslemede kullandığı im iletim hatları. Örn. 80386 işleyicisinin adres yolu 32 hattan oluşur.

**adres dönüştürme** (*address translation*): Bellek yönetimi kapsamında, mantıksal adreslerden fiziksel adreslere geçiş süreci.

**adresleme** (*addressing*): İşleyicinin, içeriğine erişmek amacıyla, bir ana bellek sözcüğü ya da bir giriş / çıkış arabirimini yazmacını seçme süreci.

**ağ** (*network*): Birden çok düğüm ve bunlar arasında kurulan bağlantıların oluşturduğu yapı. Örn. Bilgisayar ağı, telefon ağı.

**ağ düzeyi birlikte işlem** (*distributed concurrent processing*): Görev göçü yoluyla, görevlerin, sunuldukları bilgisayardan farklı bilgisayarlara taşınarak işletilmesi.

**ağaç** (*tree*): Ağaç benzeri dallanmaları mantıksal olarak temsil eden yapı ya da veri yapısı. Örn. Ağaç yapılı kılavuz kütük yapısı.

**ağırlık** (*significance*): Bir sayının değeri hesaplanırken bu sayıyı oluşturan rakamların çarpıldığı basamak taban değeri. Örn. En büyük ve en küçük ağırlıklı basamaklar (*the most and the least significant digits*).

**akış çizeneği** (*flowchart*): Algoritma ya da çözüm yolunun çizimsel göstergesi. Akış çizgesi olarak da adlandırılır.

**alan adı sistemi** (*DNS Domain Name System*): Internet içinde, bir bilgisayarın simgesel adından *IP* numarasına geçiş sistemi.

**alındı** (*acknowledgement*): Bir isteme ya da gönderieme ilişkin olumlu yanıt. Örn. Kesilme istemi alındı, iletisi alındı.

**amaç programı** (*object program*): Derleme sonrası elde edilmiş, program başına göreli adres değerleri taşıyan ikili kod dizisi.

**ana işlem birimi** (*central processing unit*): Bir bilgisayar sisteminde efendi konumundaki işleyici. Örn. Ana işlem birimi ve yardımcı işleyiciler.

**anahtarlama** (*switching*): Ana işlem biriminin bir görevye atanması. Ana işlem birimi yazmaçlarının görev iskeletinde saklanan içeriklerle günlenmesi. Bir görevin ana işlem biriminini kullanmaya başlaması.

**anlayış** (*intelligence*): Dış denetim ve izlemeye gerek bırakmaksızın davranışabilme yeteneği. Örn. Anlayışlı arabirim.

**arabirim** (*interface*): Giriş / çıkış sürücülerile ana bellek arası veri aktarımlarındakullanılan programlanır elektronik çevrim. Örn. Disk arabirim, terminal arabirim.

**ardıl iletişim** (*serial communication*): Gönderici ile alıcı arasında aktarılan damga kodunu oluşturan bitlerin, aynı iletişim hattı kullanılarak zaman içinde, ardarda aktarıldığı iletişim biçimi. Seri iletişim de denmektedir.

**argüman** (*argument*): Bir yordamın diğer bir yordama aktardığı değer ya da adres.

**aritmetik mantık birimi** (*arithmetic logic unit*): Ana işlem birimi içinde ikili toplama, çarpma, bölme gibi

aritmetiksel işlemler ile tümleme, *ve*, *ya da* gibi mantıksal işlemleri yerine getiren birim. İki giriş bir de çıkıştır yastığı bulunduğuundan, çizimle gösterimlerde V harfi gibi çizilir.

**AŞMA** (*overrun*): Gönderilen bir damga kodu daha okunmadan ikincisinin gönderilmesi ve birinci kodun ezilmesi durumu.

**ata görevi** (*parent process*): Yaratılanlar için yaratılan görev.

**atama** (*allocation*): Bir kaynağın kullanım hakkını bir görev'e verme. Örn. Bellek kesimi atama, Ana işlem biriminin bir görev'e atanması.

**aynalama teknigi** (*mirroring*): Yedekleme amacıyla verilerin, sistemli biçimde iki ya da daha çok sürücüye koşut yazılması.

**aygit** (*device*): Bir bilgisayar sisteminde, arabirimini aracılığıyla, ana işlem birimi ana bellek ikilisine bağlanan giriş/çıkış sürücüsü.

**aygit sürücü** (*device driver*): Çekirdek katman düzeyi, ilgili arabirim ana bellek arası veri aktarımını denetleyen sürücü programı.

**ayraklık** (*privilege*): Verilere erişimde, işletim sistemi işlevlerinden (hizmetlerinden) yararlanmadada sahip olunan özel hak. Örn. Ayrıcalıklı kullanıcı, Ayrıcalıklı görev.

## B

**bağ** (*link*): izleyen öğe göstergesi. Örn. Bağ alanı, bağ sayacı.

**bağlam** (*context*): Bir görevin işletim bütünlüğünü sağlayan çalışma ortamı.

**bağlam anahtarlama** (*context switching*): Ana işlem birimi yazmaç takımının, işletimine geçeceği görevin iskeletindeki bilgilerle günlenmesi.

**bağlayıcı** (*linker*): Ayrı ayrı derlenmiş yordamları, bütün bir programa dönüştürerek yükleme aşamasına hazırlayan sistem programı.

**basamak** (*digit*): Bir sayıyı oluşturan rakamların konumları. Örn. 4 basamaklı sayı, yüzler basamağı.

**başarım** (*performance*): İstenen yönde elde edilen sonuç. Örn. Sistem başarımı. Algoritma başarımı.

**birleşen** (*component*): Bütünü oluşturan öğelerin herbiri. Örn. Bilgisayar birleşenleri. İşletim sistemi birleşenleri.

**birlikte çalışan görevler** (*concurrent processes*): İşletimleri birlikte sürdürulen görevler.

**bitişken** (*contiguous*): Arada boşluk kalmaksızın birbirine degen. Örn. Bitişken bellek alanları, bitişken disk öbekleri.

**bitiştirme** (*compaction*): Ana bellekte ya da disk sürücüler üzerinde bir program ya da kütüğe atanmış alanların, arada boşluk kalmayacak biçimde yanyana getirilmesi.

**boy** (*size, length*): bit, bayt ya da sözcük türünden uzunluk. Örn. Bellek boyu, sözcük boyu.

**bölüm** (*partition*): Programlara atanan bellek parçası.

**bölümlü bellek yönetimi** (*partitioned memory management*) Ana belleği

programlara, parçalar halinde atayan bellek yönetimi. Örn. Değişmez bölümülü, değişken bölümülü bellek yönetimi (*Static, dynamic partitioned memory management*).

**bölüşülür kaynak** (*shared resource*): Birden çok görev'e eşanlı olarak atanabilen kaynak. Örn. Yazıcılar bölüşülür kaynaklar değildir.

**bütünlük** (*integrity*): Bir bütün olarak korumaya ilgili. Örn. Veri bütünlüğü.

**büyük ağırlıklı bayt önce yerlesimi** (*big endian*): Bir sözcüğü oluşturan baytların, ana bellekte, büyük ağırlıklı bayttan başlayarak yerleşmesi.

**büyük boy bilgisayar** (*mainframe computer*): Yüksek işlem hızına, çok büyük ana bellek ve disk sığasına sahip, genişleyebilir çok kullanıcılı bilgisayar.

## C

**çekirdek katman** (*kernel*): İşletim sisteminin donanımın ayrıntısına en yakın kesimi.

**çerçeve** (*frame*): Veri bağlantı katmanın kullandığı veri birimi.

**çevrim-içi** (*on line*): Giriş verilerinin bilgisayar sistemine dolaysız aktarıldığı bilişim uygulaması. Örn. Çevrim-içi bankacılık işlemleri.

**çıkış** (*output*): Verilerin arabirimler üstünden (diş ortama) kullanıcı ortamına ya da ikincil belleklere aktarılması.

**çift yönlü** (*duplex*): iki yönlü iletişime izin veren. Örn. Yarı çift yönlü, tam çift

yönlü iletişim (*half duplex, full duplex communication*).

**çizelge (table)**: Belirli sayıda satır ve sütündan oluşan yapı; tablo.

**çizenek (diagram)**: Çizimsel bir gösterim biçimi. Örn. Zaman çizeneği (*timing diagram*), durum çizeneği (*state diagram*).

**çizge (graph)**: Çizimsel bir gösterim biçimi. Örn. Döngüsüz yönlü çizge (*acyclic directed graph*)

**çok görevli işlem (multitasking)**: Kullanıcıların, birden çok görevi, birlikte işletme sokabilmelerine olanak veren işlem türü.

**çok iş düzeni (multiprogramming)**: Bir işin işletimi tamamlanmadan diğer işlerin de işletime alınabildiği işletim düzeni.

**çok işleyicili sistem (multiprocessing system)**: Efendi konumunda birden çok işleyici içeren bilgisayar sistemi.

**çok kullanıcılı sistem (multiuser system)**: Aynı anda birden çok kullanıcıya hizmet verebilen bilgisayar sistemi.

**çoklama (multiplexing)**: Aynı fiziksel iletişim kanalını, aynı anda, birden çok alıcı-verici çifti arasında kullanabilemeye olanak veren teknik. Örn. Sıklık bölümlü çoklama, zaman bölümlü çoklama (*frequency division multiplexing, time division multiplexing*).

**çoklayıcı kanal (multiplexor channel)**: Sıklık bölümlü ya da zaman bölümlü çoklama yöntemlerinden birini kullanarak, aynı anda, aynı fiziksel iletişim

ortamı üzerinden birden çok arabirime hizmet verebilen kanal.

## D

**dağıtılmış işlem (distributed processing)**: Değişik bilgisayar sistemleri üzerinde dağılmış veri ve işlem birimlerini bir bütün olarak kullanan işlem türü.

**damga (character)**: Harf, rakam, noktalama ve denetim işaretlerinin genel adı. Örn. A damgası.

**damga dizgesi (character string)**: Bir sıra damga. Örn. "terim sözlüğü" damga dizgesi.

**datagram (datagram)**: Veri iletişim yazılımı ulaşım katmanının kullandığı veri birimi.

**değişim belirteci (changed bit, dirty bit)**: Görüntü bellekinde, sayfa ya da kesimlere yazma yapıldığını gösteren bir durum belirteci.

**derleme (compilation)**: Kaynak programları amaç programlara dönüştürme.

**derleyici (compiler)**: Kaynak programları amaç programlara dönüştüren sistem programı. Örn. *Pascal*, C derleyicileri.

**devingen (dynamic)**: Devinimli, hareketli, değișebilen, değişime açık. Örn. Devingen adres dönüştürme (*dynamic address translation*).

**diske taşıma (swapping)**: Kimi ana bellek alanlarını, daha öncelikli programlara yer açmak üzere diske taşıma.

**dizgi (string)**: damgalardan oluşan doğrusal dizi.

**dizi (array)**: Verilerin satır, satır-sütun gibi düzenlenmiş biçimi.

**dizin (index)**: Dizi öğelerine erişimi sağlayan gösterge ya da göstergeler bütünü.

**dizin yazmacı (index register)**: Dizinli adreslemede dizin değerini tutan ana işlem birimi yazmacı.

**dizinli adresleme (indexed addressing)**: Bir dizin değerine göre adresleme.

**doğrudan adresleme (direct addressing)**: Erişilecek veri ya da veri küme adresinin doğrudan verildiği adresleme biçimi.

**doğrudan bellek erişim denetleme birimi (direct memory access control unit)**: Arabirim - ana bellek arası veri aktarımlarını gerçekleştiren yardımcı işleyici.

**dolaylı adresleme (indirect addressing)**: Erişilecek veri ya da veri küme adresinin, ek erişim ya da hesaplama sonucu elde edildiği adresleme biçimi.

**dönüş bekleme süresi (rotational delay)**: Diskte, ize eriştiğinden sonra ilgili sektörün okuma-yazma kafası altından geçmesinin beklentiği süre.

**döngüsel kaynak bekleme (cyclic wait)**: Görevlerin, kaynak beklerken kilitlenmelerine neden olan bir durum.

**durgun (static)**: Devinimsiz, hareketsız, değişimsiz.

**durum yazmacı (status register)**: Veri aktarım işlemlerinin izlendiği arabirim yazmacı.

## E

**efendi - köle ilişkisi (master - slave relationship)**: ana ve yardımcı birim ilişkisi.

**elde biti (carry bit)**: İkili toplama sonucunda işlem sözcük uzunluğunu aşan bit.

**engellenir kesilme (maskable interrupt)**: Denetim birimine maske bitiyle denetlenerek ulaşan kesilme türü.

**engellenemez kesilme (non-maskable interrupt)**: Denetim birimine dolaysız ulaşan kesilme türü.

**erişim (access)**: Verilere, okuma ya da yazma amacıyla erişme. Örn. Bellek sözcüklerine erişim, diske erişim.

**erişim belirteci (accessed flag/bit)**: Görüntü bellekinde, sayfa ya da kesimlere okuma ya da yazma amacıyla erişim yapıldığını gösteren bir durum belirteci.

**erişim hakkı (access right)**: Nesnelere erişimi denetlemek üzere, okuma, okuma-yazma, işletme biçiminde kodلانan bilgi.

**eşlik biti (parity bit)**: İletişim hatalarını yakalayabilmek amacıyla damga bitlerine eklenen artık bit. Örn. Çift eşlik biti, tek eşlik biti.

**eşlik hatası (parity error)**: Eşlik biti aracılığıyla saptanan iletişim hatası.

**etkileşimli işlem (interactive processing)**: Çok kullanıcılı bir bilgisayar sisteminde, kullanıcıların sistemden, terminaller aracılığıyla, yalnız başına

hizmet alıyorumız izlenimini edindikleri işlem türü.

## G

**geçit** (*gate*): mantıksal bir işlemi yerine getiren çevrim. Örn. *ve* geçiti *ya da* geçiti.

**gerçek zamanlı işlem** (*real time processing*): Yanıt süresine bir üst sınırın konabildiği, etkileşimli işlemin özel bir türü.

**giriş** (*input*): Verilerin, arabirimler aracılığıyla kullanıcı ortamından ya da ikincil belleklerden ana belleğe aktarılması.

**giriş / çıkış** (*input / output*): Verilerin ana işlem birimi - ana bellek ikilisi ile bu ikilinin dışındaki ortam arasında aktarımına ilişkin. Örn. Giriş / çıkış birimi.

**giriş / çıkış kapısı** (*input / output port*): Giriş/çıkış adres evreninde bir adrese sahip, bağımsız olarak erişilen arabirim yazmaç ya da yastığı.

**görev denetim öbeği** (*process control block*): Görev iskeletinin diğer adı.

**görev göçü** (*process migration*): Ağ içi bilgisayarların işletim kapasitelerini paylaşmak üzere, işletim sırasında, bir görevi başka bir sisteme taşıma ve işletimini orada sürdürme

**görev iskeleti** (*task skeleton*): İşletim bütünlüğünün korunması amacıyla her görev için tutulan ve görevi simgeleyen veri yapısı.

**görev yönetimi** (*process management*): Ana işlem biriminin yönetimi.

**görevler arası iletişim** (*interprocess communication*): Birlikte çalışan görevlerin karşılıklı ileti alış verisi.

**görevler arası zamanuyumlama** (*interprocess synchronization*): Birlikte çalışan görevlerin işletim akışlarını karşılıklı olarak denetlemeleri.

**görüntü** (*virtual*): Öylemiş izlenimi edinilen. Örn. Görüntü bellek (*virtual memory*)

**gösterge** (*pointer*): Coğunlukla, adres değeri taşıyan yazmaç ya da değişken. Örn. Yiğit göstergesi.

**grafik kullanıcı arayüzü** (*Graphical User Interface-GUI*): İşletim sistemi kabuk katmanı komutlarının ekranda ikonlar ile simgelenmesine ve tıklanarak çalıştırılmasına olanak veren sistem yazılımı.

**güdüm yazmacı** (*command register*): Veri aktarımalarını gerçekleştirmek üzere arabirimin programlanmasına olanak veren arabirim yazmacı.

**günleme** (*updating*): değişiklik yapma.

**güvenlik** (*security*): Bir bilgisayar sisteminde saklanan verilerin gizliliğinin, bütünlüğünün ve kullanılabilirliğinin sağlanması.

## I-İ

**IP:** UNIX işletim sisteminin iletişim alt kesiminin ağ katmanı.

**ikidurumlu** (*flip / flop*): 0 ya da 1 durumlarından birinde bulunan ve bir denetim imi aracılığıyla bir durumdan diğerine geçebilen mantıksal çevrim.

**ikili (binary)**: 0 ya da 1 değerlerini alabilen.

**ikincil bellek (secondary memory)**: Ana bellek dışında, disk, disket, mıknatıslı şerit gibi, elektrik kesintilerinde içeriklerini yitirmeyen bellekler.

**ileti (message)**: Alıcı ile gönderici arasında aktarılan bayt dizisi.

**im (signal)**: İşaret. Fiziksel bir olayı simgeleyen zamana bağımlı değer. Örn. Kesilme istemimi.

**imleç (cursor)**: Girilen damganın ekranda görüntülendiği konum.

**istem (request)**: Talep. Örn. Doğrudan bellek erişim istemi.

**istemci (client)**: Aynı ya da farklı bir bilgisayar üzerinde çalışan, sunucu nitelikli bir programdan hizmet alan program. Örn. *ftp* istemci.

**istemci-sunucu paradigmı (client-server Paradigm)**: Bir ağ içinde bütünüleşmiş bilgisayar sistemleri üzerinde çalışan kimi programların, aynı ya da farklı bilgisayarlar üzerinde çalışan diğer programlara hizmet üretmesini öngören yaklaşım. Örn. *Socket* düzeneği, istemci-sunucu paradigmını gerçekleştirmeye olanak veren bir düzenektir.

**ış (job)**: Kullanıcıların, sistemden bir bütün olarak işletilmesini istedikleri program, komut demeti.

**ış denetim dili (job control language)**: İş tanımlamada yararlanılan sisteme özel dil.

**ış istasyonu work station**): Grafik nitelikli ekrana sahip, büyük boy bir bilgisayar sistemine bağlanarak da çalışabilen gelişmiş kişisel bilgisayar.

**ış yönetimi (job management)**: Toplu işlem kuyruğundaki işlerin görev tanımlarını yaparak hazır görevler kuyruğuna bağlayan işletim sistemi kesimi.

**işleç (operator)**: İşlenenler üzerinde yürütülecek işlemi simgeleyen, +, -, /, \* gibi damga.

**işlem (operation)**: Bir ya da daha çok işlenen üzerinde yürütülen eylem.

**işlenen (operand)**: Üzerinde işlem yapılan öğe. Örn. Komut işleneni.

**işletmen (operator)**: Bir bilgisayar sisteminin işletiminden en alt düzeyde sorumlu kişi.

**ız (track)**: Disk üzerinde verilerin saklandığı iç içe çemberlere verilen ad.

**ız (path)**: Bir kütüğün bulunduğu konumu belirleyen bilgi. Kütük kimliği içinde kütük adına kadar olan kesim.

## K

**kabuk katman (shell)**: İşletim sisteminin kullanıcıyla etkileşim kurulan, üst soyutlama düzeyi işlemlerin yürütüldüğü kesimi. Sistem komut yorumlama katmanı.

**kanal (channel)**: Bir bilgisayar sisteminde, verilerin giriş / çıkış sürücülerinden ana belleğe aktarımını sağlayan yardımcı işleyici. Örn. Hızlı giriş / çıkış kanalı.

**karşılıklı dışlama (mutual exclusion):** Ortak kaynağa erişim sağlayan görevin aynı kaynağa erişmek isteyen diğer görevlerin işletimini engellemesi.

**karşılıklı tıkanma (mutual blocking):** Ortak kaynağa erişim sağlayan iki ya da daha çok görevin işletimlerini karşılıklı olarak engellemeleri.

**katman (layer):** Bir yazılım sisteminde sistem çağrıları ile birbirinden hizmet alan sıradüzensel yapıdaki alt kesimler. Örn. Çekirdek katman, TCP katmanı.

**kaydırma (shift):** Bir sözcüğü oluşturan bitlerin herbirini, komşusunun yerine gelecek biçimde sağa, sola doğru taşıma. Örn. Kaydırma komutları.

**kaynak (resource):** Görevlerin kullanımına sunulan ana işlem birimi, ana bellek, giriş / çıkış birimi gibi donanım; kütük, sistem yazılımı gibi yazılım nitelikli öğeler. Örn. Kaynak paylaşımı.

**kaynak (source):** Çıkma noktası. Örn. İletiyi üreten kaynak görev, iletinin yollandığı *hedef (destination)* görev.

**kaynak program (source program):** Bir derleyici ya da yorumlayıcı aracılığıyla amaç programa dönüşecek üst düzey/ simgesel program.

**kesen algoritma (preemptive algorithm):** Görevlerin, işletimlerini istemeleri dışında kesen algoritma.

**kesen yönetim (preemptive scheduling):** İşletimi, görevlerden kaynaklanmayan nedenlerle de kesmeye olanak veren görev yönetimi. Örn. Uyarı tabanlı görev yönetimi (*event driven scheduling*) kesen bir yönetim biçimidir.

**kesilme (interrupt):** İşleyicinin, donanım birimlerinden kaynaklanan dış uyarılar sonucu, rasgele bir anda, işletmekte olduğu programı, ileride geri dönmek üzere keserek uyarıyla ilişkili özel bir yordamın işletimine geçmesi.

**kesilme alındısı (interrupt acknowledgement):** Kesilme istemine ilişkin olumlu yanıt.

**kesilme istemimi (interrupt request signal):** İşleyici dışındaki birimlerden işleyiciye ulaşan ve kesilme istemini simgeleyen im.

**kesilme maskesi (interrupt mask):** kesilme istemimin, işleyici denetim birimine ulaşıp ulaşmamasını denetleyen düzenek.

**kesilme önceliği denetleme birimi (interrupt priority control unit):** Kesilme istemlerinin ele alınışında (kesilme yordamlarına iç içe sapişlarda) öncelikleri, ana işlem birimi adına gözetlenen yardımcı işleyici.

**kesilme vektörü (interrupt vector):** Kesilme yordam başlangıç adreslerinin saklandığı ana bellek kesimi.

**kesilme yordamı (interrupt routine):** Kesilme istemiyle sapişan özel hizmet yordamı.

**kesim (segment):** Mantıksal bağımsızlık içeren program parçaları. Örn. Kod kesimi, veri kesimi, yığıt kesimi.

**kesim taban yazmacı (segment base register):** Kesimli bellek yönetiminde, adres dönüştürme işlemleri sırasında kullanılan, kesim başlangıç adreslerinin tutulduğu yazmaç.

**kesim tanım çizelge yazmacı (segment description table register):**

Kesimli bellek yönetiminde, adres dönüştürme işlemleri sırasında kullanılan, kesim tanım çizelgesi başlangıç adresinin tutulduğu yazmaç.

**kesim tanım çizelgesi** (*segment description table*): Kesimli bellek yönetiminde, adres dönüştürme işlemleri sırasında kullanılan, kesim başlangıç adreslerinin tutulduğu çizelge.

**kesim zorlama öneki** (*segment overwrite prefix*): Kesimlemenin yapıldığı sistemlerde işlenecek kesimi belirleme sözde komutu.

**kesimleme** (*segmentation*): Program adres evrenini, mantıksal bağımsızlık içeren parçalar biçiminde düşünme.

**kesimli bellek yönetimi** (*segmented memory management*): Programları ana belleğe bitişken olmayan kesimler biçiminde yükleyerek çalıştırma olanak veren bellek yönetimi.

**kılavuz kütük** (*directory*): Bir sürücü üzerinde saklanan kütüklere erişimi sağlayan özel kütük. Örn. Kök kılavuz, alt kılavuz kütük.

**kısa dönemli planlama** (*short term scheduling*): Görev yönetiminin diğer adı.

**kilitleme** (*locking*): Bellek yastık alanı, tutanak, giriş / çıkış sürücüsü gibi öğelerin erişimini diğer görevlere kapama. Örn. İki aşamalı kilitleme (*two phase locking*).

**kilitlenme** (*deadlock*): Görevlerin işletimlerinin, hiçbir zaman gerçekleşmeyecek koşulları beklemeleri sonucu engellenmesi.

**kilitlenmelerden korunma** (*deadlock prevention*): İşletim sistemlerinde kilit-

lenmeleri engellemede yararlanılan bir yaklaşım.

**kilitlenmeleri önleme** (*deadlock avoidance*): İşletim sistemlerinde kilitlenmeleri engellemede yararlanılan bir yaklaşım.

**kilitlenmeleri yakalama** (*deadlock detection*): İşletim sistemlerinde kilitlenmeleri engellemede yararlanılan bir yaklaşım.

**kişisel bilgisayar** (*personnel computer*): Tüm kaynakları tek bir kullanıcıya atanın mikrobilgisayar.

**koşut** (*parallel*): Birlikte çalışan, yanyana giden.

**koşut işlem** (*parallel / concurrent processing*): Birlikte çalışan görevlerle ilgili işlem türü.

**koşut iletişim** (*parallel communication*): Gönderici ile alıcı arasında aktarılan damga kodunu oluşturan bitlerin, herbirinin ayrı bir iletim hattı üzerinden aktarıldığı iletişim biçimi. Paralel iletişim de denmektedir. Örn. *Centronix*, koşut iletişim standartı.

**kök kılavuz** (*root directory*): Ağaç yapılı kılavuz kütüklerde en alt düzeyde yer alıp tüm alt kılavuzlara erişimi sağlayan özel kılavuz kütük. Örn. Kök kılavuz sürücü formatlama aşamasında yaratılır ve silinmez.

**komut** (*instruction*): Bir programı oluşturan en küçük öğe. Örn. Simgesel komut, makina komutu.

**konuma duyarlı** (*location sensitive*): Ana bellekte yer aldığı konum, önlem alınmadan değiştirilemeyen içerikle ilgili. Örn. Sapma adresleri konuma duyarlı değerlerdir.

**koruma** (*protection*): Bir bilgisayar sisteminde saklanan verilerin izinsiz kullanım, günlenme ve silinmelerinin engellenmesi.

**koruma alanı** (*protection domain*): Erişimi kısıtlanan öğeler kümesi.

**koruma halkası** (*protection ring*): İç içe halkalar biçiminde düşünülen ve erişimi kısıtlanan öğeler kümesi.

**kritik kesim** (*critical section*): görevlerin ortak kaynağa erişim yapan kesimleri.

**kullanıcı** (*user*): Bilgisayar sisteminden hizmet alan kişi.

**kullanıcı kodu** (*user code*): Kullanıcının bilgisayar sistemindeki tanımı ya da kimliği.

**kullanıcı modu** (*user mode*): Görev işletiminde bir ayrıcalık düzeyi. Örn. Kullanıcı / işletim sistemi modu (*user / kernel mode*).

**kullanılabilirlik** (*availability*): Hizmet verme sürekliliğini gösteren özellik.

**kurtarma** (*recovery*): Hatadan arındırarak yeniden kullanılır kılma.

**küçük ağırlıklı bayt önce yerleşimi** (*little endian*): Bir sözcüğü oluşturan baytların, ana bellekte, küçük ağırlıklı bayttan başlayarak yerleşmesi.

**kütük** (*file*): Ana bellek dışında saklanan veri kümelerine verilen genel ad. Örn. Disk kütüğü, yazıcı kütüğü.

**kütük açma** (*open*): Kütük erişim bilgilerinin ana belleğe taşınma evresi.

**kütük kapama** (*close*): Kütükle ilgili ana bellekte yapılan günlemeleri diske

yazarak kütüğün ana bellekteki varlığını son verme.

**kütük tanım / atama çizelgesi** (*file description / allocation table*): Bir sürücüyle ilgili olarak, kütüklere atanan disk öbek adres bilgilerinin tutulduğu çizelge. Örn. MS-DOS'ta *FAT*.

**kütük yönetim sistemi** (*file system*): Kütüklerin kolay, hızlı ve güvenli kullanımı ile ikincil belleklerin verimli kullanımını sağlayan işletim sistemi birleşeni.

**kuyruk** (*queue*): Görevlerin, kaynak beklerken sıralandığı yapı. Örn. Hazır görevler kuyruğu, giriş / çıkış bekler kuyruğu.

**kuyruk çizeneği** (*queuing diagram*): Görevlerin, işletimleri sırasında bulundukları durumları, bağlı oldukları kuyruklar ve bunlar arasındaki geçişlerle gösteren çizerenek.

## M-N

**makina komutu** (*machine code*): İşleyicinin dolaysız işletebildiği ikili kodlanmış komut.

**makina döngüsü** (*machine cycle*): Belirli sayıda saat periyodundan oluşan komut işletiminin alt evresi

**mantıksal adres** (*logical address*): Kullanıcının düşüncesinde gerçekliği olan adres. Örn. Komutların program başına göreli adresleri.

**mıknatışlı şerit birimi** (*magnetic tape unit*): Verilerin yedeklenmesi amacıyla kullanılan giriş / çıkış birimi.

**mikroişleyici** (*microprocessor*): Çok yoğun tümleştirme (*VLSI*) teknigi kullanılarak üretilmiş işleyici. Örn. Intel 80486 mikroişleyicisi.

**noktalı onlu gösterim** (*dotted decimal representation*): IP adresleri için kullanılan gösterim biçimi

## O-Ö

**oğul görev** (*child process*): Ata görevin yarattığı görev.

**onaltılı** (*hexadecimal*): taban değerinin 16 olduğu sayı sistemine ilişkin.

**ortak anahtar** (*public key*): Şifrelemede anahtar dağıtım sorununu ortadan kaldırmak üzere öngörülen yöntemin kullandığı anahtar çiftinden, gizliliği gerçekleştirmede, şifreleme amacıyla kullanılanı.

**ortak anahtar şifreleme yöntemi** (*public key encryption*): Şifrelemede anahtar dağıtım sorununu ortadan kaldırmak üzere, farklı anahtarlarla şifreleme ve şifre çözme yapan yöntem.

**oturum tabanlı hizmet** (*connection oriented*): Hata ve sıra denetimi yapılarak verilen veri iletişim hizmeti.

**oturumsuz hizmet** (*connectionless*): Sıra denetimi yapılmadan verilen veri iletişim hizmeti.

**öbek** (*block*): Disk, mıknatıslı şerit gibi birimlerle ana bellek arasında bir seferde aktarılan veri kümesi.

**ön bellek** (*cache*): Ana bellekle ana işlem birimi arasında yer alan, sıkça

erişilen verilerin tutulduğu, ana belleğe göre en az 10 kat hızlı özel bellek.

**oncekilik** (*precedence*): Birlikte çalışan görevlerin birbirlerine görelî işletim sıralayıyla ilgili. Örn. Oncekilik çizgesi (*precedence graph*).

**öncelik** (*priority*): Bir istem ya da görevin diğerlerine göre daha üstün işletim haklarına sahip olması.

**öncelik yaşlanması** (*priority aging*): Görev önceliklerinin dönem dönem değiştirilerek düşük öncelikli görevlerin de işletilebilmesine olanak veren teknik.

**öykünüm** (*emulation*): Bir donanımın diğer bir donanımın çalışma biçimini taklit etmesi, öykünmesi. Örn. Çevrim içi öykünüm (*in circuit emulation*).

**özdevimli** (*automatic*): Dış denetim gerektirmeden, kendiliğinden.

**özel anahtar** (*private key*): Şifrelemede anahtar dağıtım sorununu ortadan kaldırmak üzere öngörülen yöntemin kullandığı anahtar çiftinden, gizliliği gerçekleştirmede, şifre çözme amacıyla kullanılanı.

**öznitelik** (*attributes*): Bir kütüğe ilişkin özel bilgiler.

## P-R

**paket** (*packet*): Veri iletişim yazılımı ağ katmanının kullandığı veri birimi.

**parola** (*password*): Kullanıcıların bilgisayar sistemine girişlerini denetlemede yararlanılan özel sözcük.

**posta kutusu** (*mail box*): Görevler arası iletişimde iletilerin aktarıldığı özel bellek yastık alanı.

**protokol** (*protocol*): Veri iletişiminde değişik bilgisayar sistemlerinin uyması gereken kurallar manzumesi.

**protokol veri birimi** (*protocol data unit*): Veri iletişim yazılımının herhangi bir katmanının kullandığı veri yapısı.

**rasgele erişim** (*random access*): Bir önce erişilen konumdan bağımsız olarak, bir dizinin / kütüğün herhangi bir sözcüğüne / tutanağına erişim.

## S-S

**saltık adres** (*absolute address*): Sözcüklerin ana belleğin başına göreli adresleri.

**sayaç** (*counter*): İçeriği artırılıp eksiltilerek günlenen yazmaç. Örn. Program sayacı, yiğit sayacı.

**sayfa** (*page*): Ana belleği ya da program adres evrenini oluşturan eşit uzunluktaki parçalar.

**sayfa bellekte belirteci / biti** (*page exception flag / bit*): Görüntü bellek üzerinde erişilen mantıksal sayfanın bellekte bulunup bulunmadığını gösteren belirteç ya da bit.

**sayfa çıkarma algoritması** (*page replacement algorithm*): Sayfalı görüntü bellek yönetiminde, diske taşınacak sayfayı belirleme algoritması.

**sayfa içi adres** (*page offset*): Sayfa başına göreli adres.

**sayfa taban yazmacı** (*page base address*): Sayfalı bellek yönetiminde, adres dönüştürme işlemleri sırasında kullanılan, sayfa başlangıç adreslerinin tutulduğu yazmaç.

**sayfa tanım çizelgesi** (*page description table*): Sayfalı bellek yönetiminde, adres dönüştürme işlemleri sırasında kullanılan, sayfa başlangıç adreslerinin tutulduğu çizelge.

**sayfa tanım çizelge yazmacı** (*page description table register*): Sayfalı bellek yönetiminde, sayfa tanım çizelgesi başlangıç adresinin tutulduğu yazmaç.

**sayfa tanım çizelgesi sınır yazmacı** (*page description table bound register*): Sayfalı bellek yönetiminde, sayfa tanım çizelgesi boyunun tutulduğu yazmaç.

**sayfalı bellek yönetimi** (*paged memory management*): Parçalanmayı önlemek üzere belleği eşit uzunluktaki parçalara bölen ve görevlere bitişken yer atamayı gerektirmeyen bir yönetim biçimi.

**sayfalı görüntü bellek yönetimi** (*demand paging*): Sayfalı bellek yönetiminin görüntü bellek düzende gerçekleştiren bellek yönetimi.

**seçici kanal** (*selector channel*): Aynı anda tek bir giriş / çıkış birimine hizmet verebilen kanal türü.

**seçmeli giriş / çıkış programlama** (*programmed IO*): Aarabirim durum yazmaçlarının sınaması yoluyla yürütülen giriş / çıkış denetimi.

**sektör** (*sector*): Diskte fiziksel en küçük veri saklama birimi.

**semafor** (*semaphore*): Birlikte çalışan görevlerin zamanuyumlanması sırasında yararlanılan özel bir tür değişken.

**sığa** (*capacity*): Sığabilen büyülüklük, boyut.

**sınır yazmacı** (*bound register*): Bölümlü bellek yönetimlerinde bölümden taşmaları denetlemeye yarayan ana işlem birimi yazmacı.

**sıradan** (*ordinary*): Sistem yönünden hiçbir ayrıcalığı ve önceliği olmayan. Örn. Sıradan kullanıcı.

**sıradan erişim** (*sequential access*): Erişilecek sözcüğün / tutanağın hep bir önce erişilenden bir sonraki sözcük / tutanak olduğu erişim türü.

**sıradüzen** (*hierarchy*): Önem ya da öncelik sırası.

**simgesel programlama** (*symbolic / assembly programming*): Makina diline en yakın programlama türü.

**silindir** (*cylinder*): Diskte, değişik yüzeylere dağılmış, aynı çapta izler bütünü.

**sistem çağrısı** (*system call*): İşletim sistemlerinde, değişik işlevsel kesimlerden hizmet almada yararlanılan, yordam çağrırmaya benzer düzenek.

**sistem komutu** (*system command*): İşletim sisteminin kabuk katmanında yorumlanıp çalıştırılan komutlar.

**sistem programcısı** (*system programmer*): Sistem çağrılarını kullanarak işletim sistemine ilişkin programlar geliştiren, ayrıcalıklı programcı.

**socket**: TCP/IP iletişim yazılımının sistem çağrı düzeneği.

**soyutlama** (*abstraction*): Düşüncede gerçekliği olan (soyut) modellerle düşünme.

**soyutlama düzeyi** (*abstraction level*): Muhakemeye taban oluşturan soyut modelin gerçekliğe yakınlık / uzaklık düzeyi.

**sözcük** (*word*): Ana bellekte bir seferde erişilen öğe.

**sözcük tür tanım eki** (*word descriptor, tag*): Sözcük içinde saklanan içerik tür kodu.

**sözdizim** (*syntax*): Dilde sözcük ve tümceleri oluşturan damgaların sıralanış kuralları bütünü.

**sunucu** (*server*): Aynı ya da farklı bir bilgisayar üzerinde çalışan, istemci nitelikli bir programa hizmet üreten program. Örn. *ftp* sunucusu.

**süreç denetimi** (*process control*): Fiziksel üretim süreçlerinin bilgisayarla denetimi.

**sürücü** (*drive / driver*): Giriş / çıkış birimlerinde, verilerin fiziksel olarak yer aldığı birleşen, aygit. Örn. Disk sürücü.

**sürücü yordam** (*driver*): Giriş / çıkış birimini, en alt düzeyde denetleyen, işe koşan yordam. Örn. Aygit sürücü.

**şifreleme** (*cryptography - encryption*): Güvenlik nedeniyle, verilerin saklanırken ya da iletilirken bir anahtara göre dönüştürülmesi. Örn. Simetrik ya da ortak anahtar şifreleme yöntemi.

**şifre çözme** (*decryption*): Şifrelenmiş verilerin anlamlı görünümlerine dönüşürlmesi.

## T

**taşma** (*overflow*): Aritmetiksel bir işlemin, kodlamadan öngörmediği bir uzunlukta sonuç üretmesi durumu.

**TCP**: UNIX işletim sisteminin iletişim alt kesiminin, hata ve sıra denetimi yapabilen ulaşım katmanı.

**TCP/IP**: UNIX işletim sisteminin iletişim alt kesiminin adı. Internet Protokolu.

**tek iş düzeni** (*monoprogramming*): Tüm bilgisayar kaynaklarının, aynı anda tek bir iş için kullanıldığı işletim düzeni.

**toplu işlem** (*batch processing*): Sisteme sunulan işlerin biriktirilip topluca işletime alınması.

**toplu işlem kuyruğu** (*batch queue*): Toplu işlemde işlerin, işletime alınmak üzere beklediği kuyruk.

**tutanak** (*record*): Kütüğü oluşturan birim.

**tüketilir kaynak** (*consumable resource*): Yastık alanları, iletiler gibi görevlere paylaşılırak tüketilen ancak işletim sonunda varlıklarını son bulan kaynaklar.

## U-V

**UDP**: UNIX işletim sisteminin iletişim alt kesiminin, sıra denetimi yapmayan ulaşım katmanı.

**uzaktan yordam çağrıma** (*remote procedure call*): Dağıtılmış işlemde bir gerçekleştirim teknigi.

**uzun dönemli planlama** (*long term scheduling*): İş yönetiminin diğer adı.

**veri bağlantı katmanı** (*data link layer*): Katmanlı mimaride, fiziksel katmanın hemen üzerinde yer alan katman. Veri iletişim arabirimini sürücü yazılımı.

**veri bütünlüğü** (*data integrity*): Verilerin bozulmalara karşı korunmasıyla ilgili.

**veri gizliliği** (*data privacy*): Verilere sahibinin izni, denetimi ve bilgisi dışında üçüncü kişilerin erişiminin engellenmesiyle ilgili.

**veri güvenliği** (*data security*): Verilerin izinsiz erişim ve bozulmalara karşı korunmasını sağlayan önlemler bütünü.

**veri yolu** (*data bus*): Ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış arabirimleri arasında verileri simgeleyen imlerin iletildiği hat demeti.

## Y-Z

**yastık** (*buffer*): Verilerin geçici olarak saklandığı ana bellek ya da arabirim yerel bellek alanı.

**yatay erişim** (*seek*): Diskte ize erişim.

**yatay erişim süresi** (*seek time*): Diskte bir ize ortalama erişim süresi.

**yazılım kesilmesi** (*software interrupt*): Kimi özel makina komutlarının çalıştırılması yoluyla, donanım kesilme-leriyle ile aynı sonuçların yaratılması.

**yazmaç** (*register*): Ana işlem birimi iç bellek sözcükleri.

**yedekleme** (*backup*): Koruma amacıyla kütüklerin ek kopyalarını alma.

**yeniden girilir program** (*reentrant program*): Birden çok görev kapsamında işletilebilen yordam.

**yeniden kullanılır kaynak** (*reusable resource*): Aynı anda en çok bir görevde atanın, sınırlı bir süre sonunda serbest bırakılan ve başka bir görevin kullanımına verilen kaynak. Örn. Değişken, kütük.

**yeri değiştir program** (*relocatable program*): İçerdiği tüm adres bilgileri program başına göreli olan program.

**yer değiştirme** (*relocation*): Bir yordamın, işletimi sırasında ana bellekte yüklendiği yerin değiştirilmesi.

**yer değiştirme taban yazmacı** (*relocation register*): Yerdeğişir böülümlü bellek yönetiminde, adres dönüşümle işlemlerin taban aldığı ana işlem birimi yazmacı.

**yerel** (*local*): Bulunulan ortama özel. Örn. Yerel sayfa çıkarma politikası.

**yerellik** (*locality*): Bir görevin, birim sürede eriği sözcüklerin adreslerinin dağılımıyla tanımlanan evren.

**yerellik düzeyi** (*degree of locality*): Bir görevin, birim sürede eriği adres evreninin boyutunun ters orantılı olarak belirdiği düzey. Erişilen adres evreni ne kadar küçük ise yerellik düzeyi o kadar yüksektir.

**yetki** (*capability*): Nesneye erişim hakkı.

**yetki listesi** (*capability list*): Görevlerin nesnelere hangi haklarla erişeklerini gösteren liste.

**yığıt** (*stack*): son gelen önce mantığına uygun veri yapısı.

**yığıt göstergesi** (*stack pointer*): Yığıt başındaki sözcüğün adresini tutan ana işlem birimi sayacı.

**yığıt başı** (*top of the stack*): Yığita son giren değerin yer aldığı konum.

**yol** (*bus*): Ana işlem birimi, ana bellek ve giriş/çıkış arabirimleri arasında adres, veri ve denetim imlerinin iletildiği iletim hatları demeti.

**yol kullanım istemi** (*bus request*): Köle konumundaki işleyicilerden efendi konumundaki işleyiciye gönderilen, ortak kullanılan yolları kullanabilme istemi. Örn. Doğrudan bellek erişim denetleme biriminden ana işlem birime gönderilen istem.

**zaman dilimli** (*time sliced*): Görevlerin ana işlem birimine eşit uzunlukta sürelerle, dönerken anahtarlanması. Örn. *Round Robin* görev yöntemi.

**zaman paylaşımı** (*time sharing*): Etkileşimli işlemin eski adı.

**zamanuyulama** (*synchronization*): Birlikte çalışan görevlerin işlem akışlarının, işletim bütünlüğünü korumak üzere denetlenmesi.

**zamanuyumlu iletişim** (*synchronous communication*): Gönderici alıcı arası zamanuyumunun özel zamanuyum damgalarıyla sağlandığı, aktarılan damgalara, *start*, *stop* gibi ek zamanuyum bitlerinin eklenmediği iletişim biçimi.

**zamanuyumsuz iletişim** (*asynchronous communication*): Gönderici alıcı arası zamanuyumunun *start/stop* damgalarıyla sağlandığı iletişim biçimi.

**zincirleme bağlantı** (*chaining*): Kesilme istem alındı iminin arabirimlere zincirleme olarak ulaştığı yapı.



## İNGİLİZCE TÜRKÇE

### IŞLETİM SİSTEMLERİ

#### A

*absolute address*: Saltık adres  
*abstraction*: Soyutlama  
*abstraction level*: Soyutlama düzeyi  
*access*: Erişim  
*access right*: Erişim hakkı  
*accessed flag/bit*: Erişim belirteci/biti  
*acknowledgement*: Alındı  
*acyclic directed graph*: Döngüsüz  
    yönlü çizge  
*address*: Adres  
*address bus*: Adres yolu  
*address translation*: Adres dönüştürme  
*addressing*: Adresleme  
*allocation*: Atama  
*allocation table*: Atama çizelgesi  
*arithmetic logic unit*: Aritmetik mantık birimi  
*array*: Dizi  
*assembly programming*: Simgesel programlama  
*attributes*: Öznitelik  
*automatic*: Özdevimli  
*availability*: Kullanılabilirlik, kullanılabilirlik

#### B

*Backbone*: Omurga  
*backup*: Yedekleme  
*batch processing*: Toplu işlem  
*batch queue*: Toplu işlem kuyruğu

*big endian*: Büyük ağırlıklı bayt önce  
*binary*: İkili  
*bit*: Bit  
*block*: Öbek  
*bound register*: Sınır yazmacı  
*buffer*: Yastık  
*bus*: Yol  
*bus request*: Yol kullanım istemi

#### C

*cache*: Ön bellek  
*capability*: Yetki  
*capability list*: Yetki listesi  
*capacity*: Sığa  
*carry bit*: Elde biti  
*central processing unit*: Ana işlem birimi  
*chaining*: Zincirleme  
*changed bit*: değişim biti  
*channel*: Kanal  
*character*: Damga  
*character string*: Damga dizgisi  
*client*: İstemci, işveren  
*client/server*: İstemci/Sunucu, İşveren/İşgören  
*child process*: Oğul görev  
*close*: Kütük kapama  
*command*: gündem, komut  
*command register*: Gündüm yazmacı  
*compaction*: Bitişirme

*compilation:* Derleme  
*compiler:* Derleyici  
*component:* Birleşen  
*concurrent processes:* Birlikte çalışan görevler  
*concurrent processing:* Koşut işlem  
*confidentiality:* Gizlilik  
*consumable resource:* Tüketilir kaynak  
*connection:* Bağlantı  
*connectionless:* Oturumsuz  
*connection oriented:* Oturum tabanlı  
*context:* Bağlam  
*context switching:* Bağlam anahtarlama  
*contiguous:* Bitişken  
*counter:* Sayaç  
*critical section:* Kritik kesim  
*cryptography:* Şifreleme  
*cursor:* İmleç  
*cyclic wait:* Döngüsel bekleme  
*cylinder:* Silindir

## D

*data bus:* Veri yolu  
*data integrity:* Veri bütünlüğü  
*data privacy:* Veri gizliliği  
*data security:* Veri güvenliği  
*deadlock:* Kilitlenme  
*deadlock avoidance:* Kilitlenmeden sakınma  
*deadlock detection:* Kilitlenmeyi yakalama  
*deadlock prevention:* Kilitlenmeden korunma  
*decryption:* Şifre çözme  
*degree of locality:* Yerellik düzeyi, yerellik derecesi  
*demand paging:* Sayfalı görüntü bellek yönetimi  
*destination:* Hedef  
*device:* Aygıt, sürücü  
*device driver:* Aygıt Sürücü  
*diagram:* Çizenek  
*digit:* Basamak

*direct addressing:* Doğrudan adresleme  
*direct memory access control unit:* Doğrudan bellek erişim denetleme birimi  
*directory:* Kılavuz, kılavuz kütük  
*dirty bit:* Değişim biti  
*distributed:* Dağıtılmış  
*distributed processing:* Dağıtılmış işlem  
*dotted:* Noktalı  
*drive:* Sürücü, aygıt (donanım)  
*driver:* Sürücü yazılım  
*duplex:* Çift yönlü  
*dynamic:* Devingen

## E

*emulation:* Öykünüm  
*encryption:* Şifreleme  
*event driven scheduling:* Uyarı tabanlı yönetim

## F

*file:* Kütük  
*file allocation table:* Kütük tanım çizelgesi, kütük atama çizelgesi  
*file description table:* Kütük tanım çizelgesi  
*file system:* Kütük sistemi  
*flip/flop:* İkidurumlu  
*flowchart:* Akış çizeneği, akış çizgesi  
*frequency division multiplexing:* Sıklık bölümlü çoklama  
*full duplex:* Tam çift yönlü

## G-H-I

*gate:* Geçit  
*graph:* Çizge  
*half duplex:* Yarı çift yönlü  
*hexadecimal:* Onaltılı  
*hierarchy:* Sıradüzen  
*in-circuit emulation:* Çevrim içi öykünüm

*in-circuit emulator*: Çevrim içi öykünücü  
*index*: Dizin  
*index register*: Dizin yazmacı  
*indexed addressing*: Dizinli adresleme  
*input*: Giriş  
*input/output*: Giriş / çıkış  
*input/output port*: Giriş / çıkış kapısı  
*instruction*: Komut  
*integrity*: Bütünlük  
*integration*: Tümleme  
*intelligence*: Anlayış  
*interactive processing*: Etkileşimli işlem  
*interface*: Arabirim  
*interprocess communication*: Görevler arası iletişim  
*interprocess synchronization*: Görevler arası zamanuyumlama  
*interrupt*: Kesilme  
*interrupt acknowledgement*: Kesilme alındısı  
*interrupt mask*: Kesilme maskası  
*interrupt priority control unit*: Kesilme önceliği denetleme birimi  
*interrupt request signal*: Kesilme istemimi  
*interrupt routine*: Kesilme yordamı  
*interrupt vector*: Kesilme vektörü

**J-K-L**

*job*: İş  
*job control language*: İş denetim dili  
*job management*: İş yönetimi  
*kernel*: Çekirdek katman  
*kernel mode*: İşletim sistemi modu  
*layer*: Katman  
*least significant digit*: En küçük ağırlıklı basamak  
*length*: Boy  
*link*: Bağ  
*linker*: Bağlayıcı

*little endian*: Küçük ağırlıklı bayt önce  
*local*: yerel  
*locality*: yerellik  
*location sensitive*: Konuma duyarlı  
*locking*: Kilitleme  
*logical address*: Mantıksal adres  
*long term scheduling*: İş yönetimi, uzun dönemli planlama

**M-N**

*machine code*: Makina kodu  
*machine cycle*: Makina döngüsü  
*magnetic tape unit*: Mıknatıslı şerit birimi  
*mailbox*: Posta kutusu  
*mainframe computer*: Büyük boy bilgisayar  
*manual*: El kitabı  
*maskable interrupt*: Engellenir kesilme  
*master/slave relationship*: Efendi / köle ilişkisi  
*message*: İleti  
*microprocessor*: Mikroişleyici  
*migration*: Göç  
*mirroring*: Aynalama  
*monoprogramming*: Tek iş düzeni  
*most significant digit*: En büyük ağırlıklı basamak  
*multilevel*: Çok düzeyli  
*multiplexing*: Çoklama  
*multiprocessing system*: Çok işleyicili sistem  
*multiprogramming*: Çok iş düzeni  
*multitasking*: Çok görevli işlem  
*multiuser system*: Çok kullanıcılı sistem  
*mutual blocking*: Karşılıklı tıkanma  
*mutual exclusion*: Karşılıklı dışlama  
*network*: Ağ  
*nonmaskable interrupt*: Engellenemez kesilme

## O

*Object*: Nesne  
*object program*: Amaç program  
*object oriented*: Nesneye yönelik  
*on line*: Çevrim içi  
*open*: Kütük açma  
*operand*: İşlenen  
*operation*: İşlem  
*operator*: İşleç, işletmen  
*ordinary*: Sıradan  
*output*: Çıkış  
*output port*: Çıkış kapısı  
*overflow*: Taşma  
*overrun*: Aşma

## P

*page*: Sayfa  
*page base address*: Sayfa taban yazmacı  
*page description table*: Sayfa tanım çizelgesi  
*page description table register*: Sayfa tanım çizelge yazmacı  
*page exception flag*: Sayfa bellekte biti  
*page offset*: Sayfa içi görelî adres  
*page replacement algorithm*: Sayfa çıkarma algoritması  
*paged memory management*: Sayfalı bellek yönetimi  
*parallel*: Koşut  
*parallel communication*: Koşut iletişim  
*parent process*: Ata görev  
*parity bit*: Eşlik biti  
*parity error*: Eşlik hatası  
*partition*: Bölüm  
*partitioned memory management*: Bölümlü bellek yönetimi  
*password*: Parola  
*path*: İz  
*performance*: Başarım  
*personal computer*: Kişisel bilgisayar

*physical address*: Fiziksel adres  
*pointer*: Gösterge  
*precedence*: Öncelilik  
*precedence graph*: Öncelilik çizgesi  
*preemptive algorithm*: Kesen algoritma  
*preemptive scheduling*: Kesen yönetim  
*priority*: Öncelik  
*priority aging*: Öncelik yaşlanması  
*privilege*: Ayrıcalık  
*privacy*: Gizlilik  
*private*: Özel  
*process control*: Süreç denetimi  
*process control block*: Görev denetim öbeği  
*programmed I/O*: Seçmeli giriş/çıkış programlama  
*protection*: Koruma  
*protection domain*: Koruma alanı  
*protection ring*: Koruma halkası  
*public*: Ortak

## Q-R

*queue*: Kuyruk  
*queuing diagram*: Kuyruk çizeneği  
*random access*: Rasgele erişim  
*real time processing*: Gerçek zamanlı işlem  
*record*: Tutanak  
*recovery*: Kurtarma  
*reentrant program*: Yeniden girilir program  
*reference manual*: Başvuru el kitabı  
*register*: Yazmaç  
*relocatable program*: Yeri değişir program  
*relocation*: Yer değiştirme  
*relocation register*: Yer değiştirme yazmacı  
*remote procedure call*: Uzaktan yordam çağrıma  
*request*: istem

*resource*: kaynak  
*reusable*: Yeniden kullanılır  
*root directory*: Kök kılavuz  
*rotational delay*: Döngüsel gecikme,  
 dönüş gecikmesi  
*round robin scheduling*: Eş öncelikli  
 görev yönetimi

**S**

*secondary memory*: İkincil bellek  
*security*: Güvenlik  
*seek*: İze erişim  
*seek time*: İze erişim süresi  
*segment*: Kesim  
*segment base register*: Kesim taban  
 yazmacı  
*segment description table*: Kesim  
 tanım çizelgesi  
*segment description table register*:  
 Kesim tanım çizelge yazmacı  
*segment overwrite prefix*: Kesim  
 zorlama öneki  
*segmentation*: Kesimleme  
*segmented memory management*:  
 Kesimli bellek yönetimi  
*sector*: Sektör  
*selector channel*: Seçici kanal  
*semaphore*: Semafor  
*sequential access*: Sıradan erişim  
*serial communication*: Ardıl iletişim  
*server*: Sunucu, İşgören  
*shared resource*: Paylaşılır kaynak  
*shell*: Kabuk katman  
*shift*: Kaydırma  
*short term scheduling*: Görev yönetimi  
*signal*: İm  
*significance*: Ağırlık  
*size*: Boy  
*software interrupt*: Yazılım kesilmesi  
*source*: Kaynak  
*source program*: Kaynak program  
*stack*: Yığıt  
*stack pointer*: Yığıt göstergesi

*state diagram*: Durum çizeneği  
*static*: Durgun  
*status register*: Durum yazmacı  
*string*: Dizgi  
*swapper*: Diske taşıma görevi  
*swapping*: Diske taşıma  
*switching*: Anahtarlama  
*symbolic*: Simgesel  
*synchronization*: Zaman uyumlama  
*synchronous communication*:  
 Zaman uyumlu iletişim  
*syntax*: Sözdizim  
*system call*: Sistem çağrıları  
*system command*: Sistem komutu  
*system programmer*: Sistem  
 programcısı

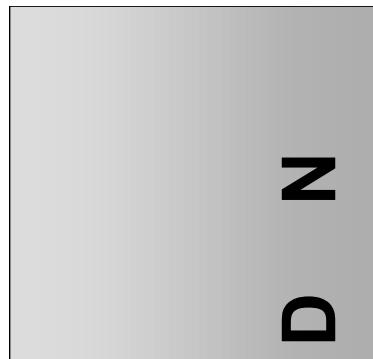
**T**

*table*: Çizelge  
*tag*: Tür tanım eki  
*task skeleton*: Görev iskeleti  
*time division multiplexing*: Zaman  
 bölümlü çoklama  
*time sharing*: Zaman paylaşımı  
*time sliced*: Zaman dilimli  
*timing diagram*: Zaman çizeneği  
*top of the stack*: Yığıt başı  
*track*: İz  
*tree*: Ağaç  
*two phase locking*: İki aşamalı  
 kilitleme

**U-V-W**

*unit*: Birim  
*update*: Değiştirme, günleme  
*user*: Kullanıcı  
*user code*: Kullanıcı kodu  
*user mode*: Kullanıcı modu  
*virtual*: Görüntü/sanal  
*virtual memory*: Görüntü/sanal bellek  
*VLSI*: Çok büyük yoğunlukta  
 tümleştirme  
*word*: Sözcük  
*work station*: İş istasyonu





## İŞLETİM SİSTEMLERİ

accept () .....	310
<i>ACL</i> .....	259
adres dönüştürme .....	21, 179
AF_INET.....	310
AF_UNIX.....	310
ağ düzeyi birlikte işlem.....	302
ağ katmanı .....	303
alan adı sistemi .....	316
alan adı sunucusu.....	317
alt düzey zamanuyumlama araçları .....	127
alt düzey zamanuyumlama işlevleri.....	149
alt kılavuz .....	22, 218
ana belleğin parçalanma sorunu.....	174
ana bellek yöneticisi .....	165
ana bellek yönetimi.....	166
ana işlem biriminin paylaşımı.....	101
ana işlem biriminin yönetimi.....	101
ardıl bağlantı .....	34
ardıl_ioctl() .....	280
ardıl_open() .....	280
ardıl_read() .....	280
ardıl_release() .....	280
ardıl_write() .....	280
ardılsürücü.....	281
<i>associative bellek</i> .....	185
aşma hatası .....	41
ata görev .....	110, 111, 320
aygit sürücü .....	267
aygit sürücü yordamlar.....	271
aynalama (diskte) .....	248
ayrılaklı görev .....	255
ayrılaklı kullanıcı.....	220, 255
bağ alanı .....	243
bağ sayacı .....	236
bağlam anahtarlama .....	58
bağlam günleme .....	73

- |  |                   |
|--|-------------------|
| bağlam saklama .....                               | 73                |
| banker algoritması .....                           | 163               |
| bayt çoklayıcı.....                                | 99                |
| <i>Belady</i> anormalliği.....                     | 201               |
| belleğe bağlı sayfa .....                          | 210               |
| bellek erişimli komut.....                         | 53                |
| bellek koruma düzeneği.....                        | 169, 179, 188     |
| bellek koruma iç kesilmesi .....                   | 188               |
| bellek tanım çizelgesi .....                       | 183               |
| bellek yönetici.....                               | 165               |
| bellekte yer bekler kuyruğu .....                  | 117, 181          |
| <i>big-endian</i> .....                            | 319               |
| bilgisayar kurtları.....                           | 265               |
| bilgisayar sistemine girişlerin denetlenmesi ..... | 252               |
| bilgisayar virüsleri .....                         | 263               |
| bind () .....                                      | 310               |
| birlikte çalışan görevler .....                    | 127               |
| bitişken bellek yönetimi.....                      | 168               |
| bitiştleme .....                                   | 21, 176           |
| boş alan çizelgesi .....                           | 174               |
| bölüm tanım çizelgesi .....                        | 171, 174          |
| bölüşümmez kaynak .....                            | 129               |
| bölüşürler kaynak.....                             | 129               |
| <i>buffer cache</i> .....                          | 246               |
| bütünlük denetleme programı.....                   | 265               |
| büyük ağırlıklı bayt önce .....                    | 319               |
| <i>cache</i> .....                                 | 241               |
| <i>Centronix</i> standartı .....                   | 37                |
| compare-and-swap komutu.....                       | 140               |
| connect () .....                                   | 312               |
| <i>connection oriented</i> .....                   | 307               |
| <i>connectionless</i> .....                        | 308, 323          |
| çekirdek katman .....                              | 18, 109, 268, 294 |
| çerçeve.....                                       | 304               |
| çevrim içi uygulama .....                          | 15                |
| çift yönlü iletişim .....                          | 34                |
| çok düzeyli adres dönüştürme .....                 | 211               |
| çok düzeyli kılavuz kütük .....                    | 218               |
| çok görevli işlem .....                            | 13                |
| çok iş düzeni.....                                 | 9                 |
| çok kuyruklu algoritma .....                       | 119               |
| çoklayıcı kanal.....                               | 99                |
| dağıtılmış işlem .....                             | 154, 301          |
| dağıtılmış kütük yönetim sistemi .....             | 326               |
| damga tabanlı aygit .....                          | 268               |
| damga tabanlı aygit sürücü.....                    | 268               |
| damga tabanlı aygit sürücü örneği .....            | 280               |
| datagram .....                                     | 305               |
| DBE adres yazmacı .....                            | 89                |
| DBE aktarım istemi .....                           | 88                |
| DBE sayacı.....                                    | 89                |
| değişim belirteci .....                            | 198, 206          |
| değişken bölümlü bellek yönetimi .....             | 174               |
| değişmez bölümlü bellek yönetimi .....             | 170               |
| <i>Dekker</i> Algoritması .....                    | 136               |
| devingen bellek yönetimi .....                     | 168               |
| dış kesilme uyarıları .....                        | 66                |
| dış parçalanma .....                               | 176               |
| dış parçalanma (kütük) .....                       | 242               |
| disk dizisi teknigi .....                          | 249               |
| disk ön belleği .....                              | 246, 269, 298     |
| diske taşıma .....                                 | 180               |
| dizin öbeği .....                                  | 244               |

dizinli yer atama yöntemi (kütük) .....	244
<i>DNS, Domain Name System</i> .....	316
doğrudan bellek erişim denetleme birimi .....	88, 210
doğrudan bellek erişim kanalı .....	90
doğrudan bellek erişimli giriş/çıkış programlama .....	44
<i>Domain Name Server</i> .....	317
donanım başvuru elkitabı .....	39
donanım kesilmeleri .....	66
döngüsel bekleme .....	159, 229
döngüsüz yönlü çizge .....	236
durgun bellek yönetimi .....	168
durum belirteci .....	197
durum yazmacı .....	39
efendi-köle ilişkisi .....	90
eksik sayfa uyarısı .....	203
en büyük alan atama yöntemi .....	175
en erken erişilmiş sayfayı çıkarma .....	200
en geç erişilecek sayfayı çıkarma .....	200
en kısa iş önce algoritması .....	121
en kısa işletim süresi kalan önce algoritması .....	119
en uygun alan atama yöntemi .....	241
en uygun bölüm atama yöntemi ..	171, 174
engellenemez kesilme uyarıları .....	66
engellenir kesilme uyarıları .....	66
erişilen sayfa dizgisi .....	201
erişim belirteci .....	198, 206
erişim denetimi .....	252, 255
erişim hakkı .....	188
erişim listeleri .....	258
erişim matrisi .....	256
eşlik biti .....	36
eşlik hatası .....	41
etkileşimli işlem .....	13, 15, 114
<code>exec()</code> komutu .....	112
<i>FAT</i> .....	233
<i>FAT32</i> .....	331
<i>FCB</i> .....	227
<i>FIFO</i> .....	152
fiziksel adres .....	166
fiziksel adres evreni .....	166, 178
fiziksel katman .....	303
<code>fork()</code> komutu .....	112, 320
formatlama .....	219
<i>FTP (File Transfert Program)</i> .....	308
genel kesilme maskesi .....	55
genel kesim tanım çizelgesi .....	196
genel sayfa çıkışma politikası .....	198
genel semafor .....	145
gerçek bellek yönetimi .....	168
gerçek koşutluk .....	127
gerçek zamanlı işlem .....	15
geri dönüş adresi .....	55
<code>gethostbyname()</code> .....	317
giriş/çıkış adres evreni .....	39
giriş/çıkış arabirim .....	5
giriş/çıkış arabirimleri .....	32, 38
giriş/çıkış bekler durumu .....	107
giriş/çıkış birimleri .....	268
giriş/çıkış işleyicileri .....	97, 210
giriş/çıkış kanalları .....	97, 210

giriş/çıkış kapısı .....	39
giriş/çıkış komutları .....	53
giriş/çıkış kuyruğu .....	108
giriş/çıkış sistemi .....	20, 32, 267
giriş/çıkış sürücülerı .....	20, 33, 38
giriş/çıkış sürücüsü .....	5
giriş/çıkış yordamları .....	32
giriş/çıkışların programlanması ....	32, 267
görev .....	12, 101
görev anahtarlama.....	101, 103
görev bekler durumu.....	105
görev çalışır durumu .....	105
görev denetim öbeği .....	103
görev durum çizeneği .....	105
görev göçü .....	302
görev iskeleti.....	102
görev yönetici .....	106, 113, 272
görev yönetim algoritmaları .....	117
görev yönetimi .....	13, 18, 102, 117
görevin yerellik düzeyi .....	204
görevler arası akış denetimi .....	149
görevler arası etkileşim.....	127
görevler arası iletişim .....	149
görevler arası kilitlenme .....	158
görevler arası zamanuyumlama .....	132
görevlere sayfa atama politikaları.....	203
görüntü bellek .....	196
görüntü bellek düzeni .....	196
görüntü bellek yönetimi .....	168
görüntü kesimli bellek yönetimi .....	205
görüntü koşutluk .....	127
görüntü sayfalı bellek yönetimi .....	196
gündüm yazmacı .....	39
güvenlik .....	251
hazır görev .....	105
hazır görev durumu .....	272
hazır görevler kuyruğu .....	108
<i>Hiper Terminal</i> .....	30
HLDA .....	93
HOLD .....	93
hton <sub>s</sub> () ( <i>host-to-network short</i> ) .....	320
INADDR_ANY .....	320
INTA .....	67
<i>INTERNIC (Internet Information Center)</i> .....	316
INTR .....	67
<i>IP (Internet Protocol)</i> .....	305
<i>IP</i> adresi .....	306
<i>IP</i> başlığı .....	305
<i>IP</i> numarası .....	308
<i>IP</i> numarası-kapı numarası ikilisi .....	308
<i>IRQ</i> .....	273
<i>ISO</i> Referans Modeli .....	303
İç kesilme uyarıları .....	66
İç parçalanma .....	176
İç parçalanma (kütük) .....	242
iki aşamalı kitleme .....	161
ikili semafor .....	141
ikincil bellek .....	165, 213
ileti .....	149, 304
iletim protokolu .....	35
ilk gelen önce algoritması .....	119
ilk giren sayfayı çıkarma .....	200
ilk uyan alan atama yöntemi .....	241

ilk uyan atama yöntemi .....	171
ilk uyan bölüm atama yöntemi .....	174
<i>i-node</i> .....	236, 270, 327
istem üzerine kaynak atama .....	159
istemci sunucu modeli .....	155
istemci-sunucu mimarisi .....	30
istemci-sunucu yaklaşımı ....	302, 309, 327
iş .....	8, 114
iş tanım dili .....	9
iş yönetici .....	115
iş yönetimi .....	114, 117
işletim sistemi modu .....	256
kabuk katman .....	22
kapı numarası .....	308
karşılıklı dışlama .....	131
karşılıklı tikanma .....	132
kavramsal kütük işlemleri .....	216
kayıt işlemi (aygit sürücüler) .....	273
kaynak bekleme kuyruğu .....	109
kaynak çizgeleri .....	164
kaynak paylaşımı .....	128
kesen algoritma .....	119
kesilme .....	54
kesilme alındı imi .....	59
kesilme düzeneği .....	132
kesilme girişi .....	54, 56
kesilme istem imi .....	54, 56
kesilme istem yazmacı .....	64
kesilme kimlik yazmacı .....	56
kesilme maske biti .....	55
kesilme maske düzeneği .....	54
kesilme önceliği denetleme birimi... 60, 79	
kesilme tür kodu .....	67
kesilme vektörü .....	56
kesilme yordamı .....	54, 273, 296
kesilme yordamı başlangıç adresi .....	56
kesilme yordamından geri dönüş .....	56
kesilmelerin içiçe ele alınması .....	61
kesilmeli giriş/çıkış programlama ....	44, 70
kesim .....	21, 189
kesim bellekte belirteci .....	206
kesim boyu .....	194
kesim içi adres .....	189
kesim içi sapma .....	192
kesim kimliği .....	189
kesim numarası .....	207
kesim taban yazmacı .....	190
kesim tanım çizelge yazmacı .....	191
kesim tanım çizelgesi .....	190
kesim zorlama öneki .....	193
kesimden taşıma .....	195
kesime göreli sayfa numarası .....	207
kesimler arası sapma .....	192
kesimli bellek yönetimi .....	189
kesimli-sayfalı görüntü bellek yönetimi .....	207
kesmeyen algoritma .....	120
kılavuz kütük .....	22, 218, 231
kısa dönemli planlama .....	114
kilitlenme .....	158
kilitlenmelerden korunma .....	159
kilitlenmelerden sakınma .....	159
kilitlenmelerin özdevimli olarak yakalanması .....	159

kmalloc() işlevi.....	275
konuma duyarlı değer .....	176
konuma duyarsız değer .....	176
koruma .....	251
koruma alanları .....	256
koruma halkaları .....	257
koşut bağlantı.....	34
koşut işletim.....	127
kök kılavuz .....	218
kritik kaynak .....	129
kritik kesim .....	131
kullanıcı kodu .....	252
kullanıcı modu .....	256
kullanılabilirlik .....	252
kullanılırlık .....	265
kurtarma.....	214
kuyruk .....	107
kuyruk çizeneği.....	108
küçük ağırlıklı bayt önce .....	319
kütük .....	213
kütük açma.....	220, 223
kütük adı .....	217
kütük göstergesi .....	223, 328
kütük izi .....	217, 237
kütük kapama.....	220
kütük kimliği.....	217
kütük tanım çizelgesi .....	197
kütük yönetim sistemi.....	271
kütük yönetimi .....	21, 213
<i>link</i> .....	237
listen() .....	310
<i>little-endien</i> .....	319
load effective address komutu .....	211
localhost .....	318
lock öneki .....	140
<i>major-minor device number</i> .....	270
mantıksal adres .....	166
mantıksal adres evreni .....	166, 178
monitor .....	155
<i>MOSIX</i> .....	302
mount programı .....	328
<i>NFS İstemcisi</i> .....	329
<i>NFS Network File System</i> .....	326
<i>NFS Sunucusu</i> .....	329
NMI .....	67
noktalı onlu gösterim.....	306
oğul görev .....	110, 111, 320
orta dönemli planlama .....	114, 181
ortak kaynak .....	129
ortak şifreleme anahtarı .....	263
oturum katmanı .....	303
öbek bit çizelgesi .....	245
öbek çoklayıcı .....	99
öbek kümesi .....	242
öbek tabanlı aygit .....	268
öbek tabanlı aygit sürücü .....	269, 298
ön bellek .....	184
öncekililik .....	147
öncekililik çizgeleri .....	147
öncelik .....	111
öncelik sorunu .....	58, 61
öncelik tabanlı algoritma .....	119
öncelik yaşılanması .....	122

özel kütükler .....	269	sayfa taban yazmacı .....	183
öznitelik .....	110	sayfa tanım çizelgesi .....	183, 208
<i>P(S)</i> .....	140	sayfa tanım çizelgesi sınır yazmacı.....	189
paket .....	304	sayfa tanım çizelgesi yazmacı.....	184
<i>Parachor</i> eğrisi.....	204	sayfalı bellek yönetimi .....	182
parçalanma.....	21	<i>SCSI</i> .....	229
parçalı bellek yönetimi .....	168	seçici kanal.....	99
parola .....	252	seçmeli giriş/çıkış programlama .....	44
<i>PDU-Protocol Data Unit</i> .....	304	sektör.....	213
<i>pipe</i> .....	151	semafor.....	106, 140
posta kutuları .....	150	semafor bekleme kuyrukları.....	144
program sayfası .....	182	send komutu.....	149
PSW/EFLAG .....	67	sendto () .....	324
<i>public key</i> .....	263	<i>shell</i> .....	9, 322
<i>RAID</i> .....	249	sına-ve-kur.....	137
<i>RAM</i> bellek .....	165	sınır yazmacı .....	169, 179
rasgele okuma .....	220	sıradan görev .....	255
receive komutu .....	149	sıradan kullanıcı .....	220, 255
recvfrom () .....	324	sıradan kütükler.....	270
<i>rendez-vous</i> (randevu) düzeneği .....	150	sıradan okuma .....	220
<i>RPC Remote Procedure Call</i> ...	155, 326	sıradüzensel kılavuz kütük .....	218
<i>RS-232C</i> standartı .....	30, 37, 40	signal (SIGCHLD, SIG_IGN) .....	322
saltık adres .....	177	silindir .....	213, 229
satır yankılama.....	313, 324	silindir-kafa-sektör üçlüsü.....	22, 213
sayan semafor .....	145	simetrik olmayan şifreleme .....	263
sayfa.....	21, 182	simetrik şifreleme .....	263
sayfa bellekte belirteci .....	198, 209	sistem çağrı düzeneği .....	24, 220
sayfa bellekte biti .....	197	sistem çağrıları .....	24, 109
sayfa çıkarma algoritmaları .....	200	sistem komut yorumlayıcısı .....	22
sayfa içi adres .....	182, 207	sistem komutu .....	110
sayfa paylaşımı .....	187	sistem programcıları.....	109

<i>SMTP (Simple Mail Transfert Program)</i>	308
<i>SNMP (Simple Network Management Program)</i>	308
SOCK_DGRAM	310
SOCK_RAW	310
SOCK_STREAM	310
<i>socket</i>	302
<i>socket</i> düzeneği	308
<i>socket</i> sistem çağrıları	308
<i>socket ()</i>	310
sözcük	165
struct file_operations	274
sunucu ve istemci program örnekleri	313
sunuş katmanı	303
sürekli/kesikli aktarım	90
süren hizmet yazmacı	64
sürücüden bağımsız giriş/çıkış	215
şifre çözme	262
şifreleme	252, 261
şifreleme anahtarı	262
taban yazmacı	171
tam çift yönlü iletişim	34
tas komutu	138
tavan yazmacı	171
<i>TCP (Transport Control Protocol)</i>	304
<i>TCP başlığı</i>	305
<i>TCP/IP</i>	29, 302
tek düzeyli kılavuz kütük	219
tek iş düzeli	9
tek ve bitişken bellek yönetimi	168
tek yönlü iletişim	34
<i>Telnet (Terminal Emulation)</i>	30, 308
terminal arabirimi	40
<i>test-and-set</i>	137
<i>TLI Transport Layer Interface</i>	326
toplu işlem	13, 114
toplu işlem kuyruğu	115
<i>trashing</i>	204
tüketici görev	128
tüketilir kaynaklar	160
tür tanım eki	177
<i>UDP (User Datagram Protocol)</i>	307
ulaşım katmanı	303
Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO)	303
uyarı tabanlı görev yönetimi	122
uygulama katmanı	303
uzak kütük işlemleri	327
uzak kütük yönetim sistemi	327
uzaktan yordam çağırma	155, 326
uzun dönemli planlama	114
üretici görev	128
üretici-tüketici ilişkisi	145, 149
üst düzey zaman uyumlama araçları	127, 149
<i>V(S)</i>	140
veri bağlantı katmanı	303
veri bütünlüğü	252
veri gizliliği	252
veri yastığı	39
verilerin güvenliği	251
<i>VFS Virtual File System</i>	326
<i>virtual i-node</i>	327
virüs programı	264

virüs tarama programları .....	264	yerel kesilme maskesi .....	55
<code>vmalloc()</code> işlevi.....	275	yerel kesim tanım çizelgesi .....	196
<i>v-node</i> .....	327	yerel sayfa çıkarma politikası.....	198
<i>Von Neumann</i> .....	6, 166	yeri değişir amaç program.....	166
<i>Windows NTFS</i> .....	331	yerideğişir bölümlü bellek yönetimi ....	178
<i>WinSock</i> .....	308	yetki listeleri.....	260
<i>WORM</i> .....	228	yetki tabanlı sistem.....	260
<i>WS Working Set</i> .....	204	yığıt göstergesi .....	55
<code>xchg</code> komutu.....	138	yığıttan taşıma hatalı.....	57
yakın geçmişte kullanılmamış sayfayı çıkarma .....	200	yol kullanım istemi.....	88
yarı çift yönlü iletişim .....	35	zaman çizeneği .....	6
yatay erişim .....	229	zaman dilimli algoritma .....	119
yazılım kesilmeleri .....	66	zamanuyumlama bekler görev .....	107
yedekleme.....	214, 217, 248	zamanuyumlama değişkenleri .....	106
yeniden kullanılabilir kaynaklar .....	160	zamanuyumlama işleyicileri.....	19, 106
yer bekler görev .....	107	zamanuyumlu ardıl iletişim.....	34
yerdeğiştirme taban yazmacı .....	178	zincirleme bağlantı .....	60
yerel ağ .....	29	zincirli yer atama yöntemi (kütük).....	243