

WINDOWS 98 İŞLETİM SİSTEMİNDE ANA ve SANAL BELLEK YÖNETİMİ

Yrd.Doç.Dr. Halil İbrahim BÜLBÜL *

Uzman Mustafa KÜÇÜKALİ **

Özet

Windows 98 günümüzde çok kullanılan grafik tabanlı işletim sistemleri biridir. Grafik tabanlı işletim sistemlerinde diğerlerine oranla daha fazla belleğe ihtiyaç duyulur. İşletim sistemlerinin belleğin optimum şekilde kullanılması da çok önemlidir. Windows 98 işletim sisteminin programları çalışırken belleği belleği nasıl kullanıp yönettiğini bilmek bilgisayar programcıları ve kullanıcıları için en önemli problemlerden biridir. Bu çalışmada kullanıcılara windows98 işletim sisteminin belleği nasıl kullandığı ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Abstract

Windows 98 is a one of the graphic based operating system which is used frequently in current days. Graphics based operating system requires more memory than others. Optimum memory use is very important by the operating systems. One of the problem for windows 98 users to know how to use and manage the memory by windows 98 when it's programs are running. In this study the information about using and managing memory is given to the windows 98 users.

1. Giriş

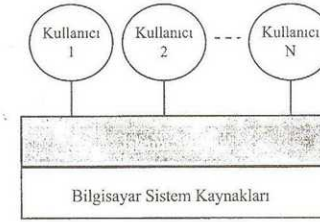
Bellek, verilerin ve programların geçici veya kalıcı olarak saklandığı birimlerdir. Ana bellek (RAM) programların çalıştırılması ve kullanıcılara sunulması sırasında kullanılan bellektir. Sanal bellek, yan bellek biriminin bir kısmını gerçek bellek gibi kullanılmasıdır. Bilgiler bellek yongalarında değil de yan bellek biriminde saklanır. Yan bellekte saklanan bilgiler gerektiğinde fiziksel belleğe alınır.

* Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim BÜLBÜL Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi
** Uzman: Mustafa KÜÇÜKALİ Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi

Windows işletim sistemi kullanıcılara sağladığı kolaylıklar nedeniyle çoğu kullanıcıların tercih ettiği, tamamen grafiksel bir ara yüze sahip işletim sistemidir. Windows işletim sistemleri grafik tabanlı olduklarından text tabanlı işletim sistemlerine göre daha fazla belleğe ihtiyaç duyarlar, daha fazla belleği kullanabilir ve yönetebilirler. Kullanıcıların, Windows 98 işletim sisteminin belleği ve diğer sistem kaynaklarını nasıl kullanıp yönettiğini bilmeleri problemsiz bir çalışma ortamı için son derece önemlidir.

2. İşletim Sistemleri

Bilindiği gibi bilgisayar sistemleri donanım ve yazılım olarak iki temel bileşenden oluşur. Bu bilgisayar donanımları ile kullanıcı programları arasında yer alarak kullanıcıların bilgisayar sisteminde kolayca yararlanabilmelerini sağlayan yazılımlara işletim sistemi denir (Bülbül,1996). Kullanıcılar bir işletim sistemiyle birlikte bilgisayar sistem kaynaklarından (Merkezi işlem birimi, giriş çıkış birimleri, bellekler, yazılım düzenleyiciler, derleyiciler) yararlanabilirler (Şekil 1) (Saatçi,1993).



Şekil 1. İşletim sisteminin Konumu

Genel olarak işletim sistemlerinin hizmet alanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Demirci, 1995).

- Program işletme (çalıştırma)
- Bilgisayar sistemini etkin kullanma
- Giriş/Çıkış aygıtlarını, ana belleği ve ikincil bellekleri yönetme
- Dosya sistemini ve kullanıcı alanlarını yönetme
- Kaynak atamaları ve hata tespiti yapma

- Merkezi işlem birimi ve çevre birimlerini denetleme

Bir bilgisayarın verileri idare edebilmesi ve programları çalıştırabilmesi için bunların mutlaka ana bellekte olması şarttır. Diğer birçok işletim sistemi gibi grafik tabanlı işletim sistemleri de fiziksel ve sanal bellek kullanır (Honeycutt, 1997).

3. Windows 98 İşletim Sisteminin Yapısı

Windows 98 işletim sisteminin yeni bir sürücü modeli, yeni bir dosya modeli, yeni 32 bitlik grafik özelliği ve 32 bitlik baskı, haberleşme ve multimedya alt sistemleri özellikleri vardır. Şekil 2' de gösterildiği gibi Windows 98 bağlayıcı desteklerle yapılandırılmış 32 bitlik bir işletim sistemidir (Microsoft, 1998).



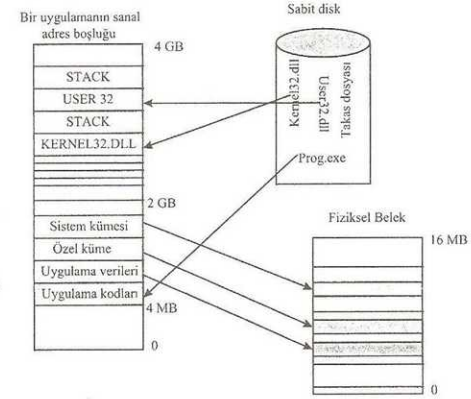
Şekil 2. Windows 98 işletim sisteminin genel yapısı

4. Sanal Makine Yöneticisi

Windows 98 yüklü bir bilgisayarda çalışan her bir uygulama ve sistem işlemleri ihtiyaçlarını Sanal Makine Yöneticisi (VMM) kısmı karşılar. Windows 98, Virtual Machine Manager (Sanal Makine Yöneticisi) denilen bir çekirdek servise sahiptir. Sanal makine yöneticisinin amacı, hem sistemdeki işletim sistemini hem de uygulamaları çalıştırmak için gerekli kaynakları sağlamak ve yönetmektir. Sanal makine yöneticisinin tarafından oluşturulan ortamlara sanal makineler adı verilmektedir. Sanal bir makine fiziksel bilgisayarın içinde mantıksal bir bilgisayar olarak düşünülebilir. Sanal makine yöneticisi her bir uygulamaya, ihtiyacı olan sistem imkanlarını sağlar. (Microsoft, 1998).

5. Bilgisayar Sisteminde Windows 98 İşletim Sisteminin Çalışması.

Windows 98 işletim sistemi yüklü bir bilgisayarda sitem çalıştırıldığında şekil 3' de görüldüğü gibi sistem ve yardımcı dosyaları Windows 98 belleğe yükler. Bu aşamada yüklenen Kernel32.DLL dosyası, dosya giriş çıkışlarını, sanal hafıza yönetimini ve programları kapsayarak temel işletimi sağlar. Kullanıcı bir uygulamayı başlattığında, kernel uygulama için EXE ve DLL dosyalarını yükler. Kernel ayrıca sanal belleği bölgelendirir ve uygulamalar için istenilen sayfalamayı destekler. Uygulama çalıştığında kernel uygulamaya ait olan her bir işlemin basamaklarını listeler ve çalıştırır.



Şekil 3. Windows 98 işletim sisteminin belleği haritalama esasları

6. Windows 98 İşletim Sisteminin Bellek Kullanımı

Windows programları çalıştırmak için ana belleği kullanır. Mevcut ana belleği kullanacak kadar program yüklendiğinde Windows 98 sanal belleği kullanmaya başlar. Windows 98, sabit diskin belirli bir kısmını sanal bellek olarak kullanır. Windows 98'in, belleğin geçici içeriğini saklamak için kullandığı dosyaya takas dosyası adı verilir. Windows 98 sadece, bir süre kullanmadığı ve yakın zamanda kullanma olasılığının az olduğu programların ve verilerin bir bölümünü bu dosyaya aktarır. Daha sonra, bir programın bu bilgilere

erişmesi gerektiğinde bilgiler lekrardan belleğe geri yüklenir. Bu, programlar için daha fazla belleği kullanıma hazır hale getirir (Küçükali,1999).

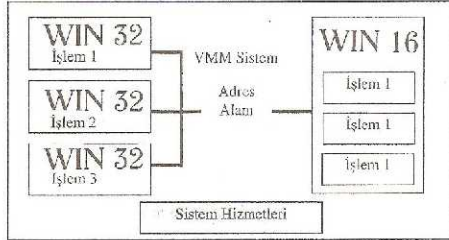
Windows 98, bilgisayar kullanılmadığı zaman yoğun bir biçimde takas dosyalarının günceller. Böylece bilgisayar kullanılırken fazla takas yapmak zorunda kalmaz. Ayrıca Windows 98, kodunun büyük bir kısmını takas dosyasına aktararak kullanıcıya daha büyük bir fiziksel bellek sağlar. Sanal bellek fiziksel belleği genişletir fakat sistemin hızını yavaşlatır. Takas dosyasından bilgi alışverişinde bulunmak, fiziksel bellekten bilgi alışverişinde bulunmaktan çok daha fazla zaman alır. Daha çok program yükledikçe bilgisayarın yavaşlamasının asıl nedeni, bu ilave programların Windows 98'i sanal belleğe bağımlı hale getirmesidir (Microsoft, 1998).

7. Windows 98'in Bellek Yönetimi

Windows 98 işletim sistemi bir uygulamayı çalıştırırken sanal makine yönetimi yöntemini kullanır. Bir Sanal makine yöneticisinde çalışan bir uygulama programının açısından, bu program kendi bilgisayarı içinde çalışıyordu. Program, tüm sistemin kaynaklarına tam erişim hakkı olduğuna ve sistemin içinde çalışan başka bir uygulama olmadığına inanır.

Bir uygulamamın ihtiyaç duyduğu kaynaklar (bellek, disk alanı, I/O çıkışları, vb.) Sanal makine yöneticisi tarafından program için kullanıma hazır hale getirilir. Herhangi bir anda sistemde çalışmakta olan en az bir sanal makine yöneticisi vardır. Sistem sanal makine yöneticisi, işletim sisteminin işini yaptığı yerdedir. Buna ek olarak, sistemde oluşturulmuş başka DOS Sanal makine yöneticileri de olabilir (Honeycutt, 1997).

Bir bilgisayarda tek bir sistem sanal makine yöneticisi mevcuttur (Şekil 4). Bu sanal makine, tümü Windows uygulamalarının Win 32 veya Win 16 uygulamalar olup olmamasına bakılmaksızın çalıştığı makinedir.



Şekil 4. Sistem VMM'in içeriği

Şekil 4' de görüldüğü gibi sistem sanal makine yöneticisi'nin üç ana ögesi vardır. Bunlar ;

- Win 32 programlar. Bunlar 32 bitlik uygulamalardır. Her uygulama kendi adres alanında çalıştırılır.
- Win 16 programlar. Bunlar eski windows uygulamalarıdır ve hepsi aynı adres alanı içinde çalışır.
- System Services. Bunlar windows uygulamaları için mevcut olan çeşitli programlama fonksiyonlarıdır (API, Application Programming Interface, Uygulama Programı Arabirimi). Windows programcıları programlarını Windows ortamında gerçekleştirmede bir takım sistem hizmetlerini kullanırlar. Bu hizmetler bir dizi programlama fonksiyonlarıdır ve API olarak adlandırılırlar (Honeycutt, 1997).

Sistem sanal makine yöneticisinin Win 32 ve Win 16 programlara davranış biçimi önemlidir. Tüm Win 16 programları bir adres alanı paylaşırken, her Win 32 uygulaması kendi adres alanında bulunur. Bu durum bir uygulamanın çökmesi halinde önemli sonuçlar doğurur. Win 32 programları çöktüğünde farklı bellek alanları kullanıldığı için diğer uygulamalar ve sistem etkilenmez. Win 16 programları aynı adres alanı kullandığı için birinin çökmesi durumunda diğer uygulamalarda çöker (Küçükali,1999).

Sistem sanal makine yöneticisi, sistemi yönetirken İşlem planlama, Bellek sayfalama ve MS-DOS modu desteği sorumluluklarını üstlenir.

7.1. İşlem planlama

İşlem, bilgisayarda çalışmakta olan bir iştir. Her hangi bir anada bilgisayarda birden çok iş olabilir. Bir işlem, thread (iş parçası) adı verilen bir program parçası olabileceği gibi programın tamamı da olabilir (Honeycutt, 1997).

İşlem planlama kısmı sanal makine yöneticisinin aşağıdaki işlerden sorumlu kısmıdır.

- Sistemin çeşitli sanal makinelerde çalışmakta olan işlemlere sistem kaynakları sağlama,
- İşlemler sınırlı kaynaklar için rekabet ederken bunlar arasında karar verme,
- İşlemlerin sırasını planlama

Sistem kaynakları, işlemlere istenildikçe sunulur. Eğer bir ikilem varsa (aynı kaynağı kullanması gereken iki ayrı uygulama gibi) mümkün oldukça kaynak iki işlem arasında paylaşılır. Bellek veya bir disk sürücüsü gibi kaynaklar aynı anda paylaştırılabilirler.

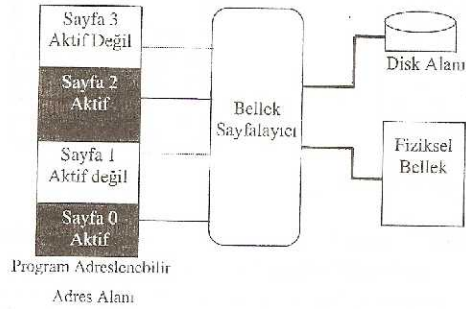
7.2. Bellek sayfalama

Sanal makine yöneticisi ana belleği yönetirken, fiziksel bellekten mantıksal belleğe gerektiğinde bilgi aktarma, belleği taşıma ve ayrıca belleği diske sayfalama görevlerini üstlenir.

Sistemdeki her sanal makine adres alanlarından oluşur. Bir sanal makine yöneticisinin içinde yürütülen her işleme büyüklük olarak 4 GB olan bir adres alanı verilir. Bu alanın yarısı sistem yönetimi için diğer yarısı ise işlemin kendisi tarafından kullanılır. Böylece, tek bir işlem 2 GB bellek adresleyebilir. Buradaki adres alanı kısmen fiziksel kısmen sanaldır. Adres alanında yürütülen uygulamaya göre adres alanı düz ve doğrusaldır.

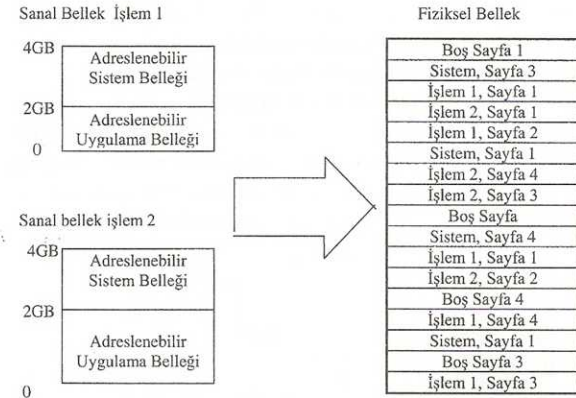
Düz ve doğrusal adres alanı, belleğin tek bir adres saklayıcısı tarafından adreslenebileceğini gösteren bellek özellikleridir. Bu adres saklayıcısı 32 bit büyüklüğündedir. Bunun anlamı saklayıcının 0 ile 4,294,697,295 (2^{32}) arasında bir değer içerebileceğidir. 4 GB, 32 bitlik bir adres saklayıcısında tutabilecek en büyük adres değeri olduğundan 4 GB adres alanı ayrılmasına sebebi budur (Honeycutt, 1997).

Bir işlemin için adres alanı, Windows 98'in islek sayfalama adı verilen bir teknik için kullandığı sayfa denilen eşit bloklara bölünür. Bu, kod ve verilerin fiziksel bellekten diskteki geçici bir sayfalama dosyasına (takas dosyası) sayfalar halinde taşındığı bir yöntemdir. Sanal makine yöneticisinin bellek sayfalama kısmı, bellek içinde, diske ve diskten dışarı bellek sayfaları taşıma işlemi ile ilgilidir. Bu işlem şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Bellek sayfalamanın sanal belleği diske ve diskten dışarı taşıması

Bellek sayfalama, sanal adresleri işlemin adres alanından bilgisayarın belleğindeki fiziksel sayfalara eşler. Bunu yaparken, belleğin fiziksel organizasyonunu uygulamadan gizler. Bu, uygulamanın diğer işlemlerin belleğine değil kendi belleğine gerektiği gibi erişebilmesini sağlar. İşlemlerin her biri için 2 GB adreslenebilir sanal adreslere ayrılır. 2 GB alt kısım özel uygulamalar için ayrılırken 2 GB üst kısım paylaştırılmıştır. Bu sanal adres boşluğu eşit bloklara ve sayfalara bölünür. Bu adreslerdeki kod ve veriler fiziksel bellekten disk üzerindeki geçici dosya sayfalarına taşınır. Bellek sayfalayıcı, işlemlerin adres uzaylarından bilgisayarın belleği içindeki fiziksel sayfaların sanal adreslerinin haritasını yapar. Böylece belleğin fiziksel organizasyonunu işlemler sırasında saklar. Şekil 6'da gösterildiği üzere, işlemin sanal belleğinin sıra görüntüsü (solda gösterilen) sayfaların fiziksel bellekteki gerçek düzenlemesinden daha basittir (Microsoft, 1998).



Şekil 6. Sayfalama ile bellek haritalama

Windows'un önceki sürümlerinde (Windows 3.1, 3.11) işletim sistemi farklı sistem öğeleri için 64 KB büyüklüğünde bellek yığınları kullanılırdı. Bu bellek alanı, sistem görev çağrılarında hem işletim sistemi hem de sistemde çalışmakta olan uygulamalar tarafından kullanılan nesnelere hakkında bilgi saklamak için kullanılırdı. Windows 98'te bu problemin üstesinden gelmek için, 64 KB'lık yığında çok çabuk bir şekilde bellek tüketen

kaynakların birçoğu yeni bir 32 bitlik yığına yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, daha fazla kaynağın bulunması programların bunları tüketme olasılığının daha az olması demektir.

7.3. Ms-Dos modu desteği

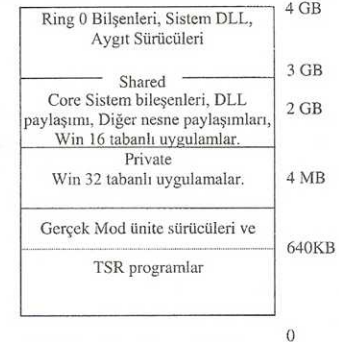
VM yöneticisinin son görevi eğer MS-DOS modunda çalışması gerekiyorsa sistemi yönetmektir. Bu, tüm makinenin kontrolünün ve makinenin tüm kaynaklarını tek bir MS-DOS işlemine verildiği işletim sisteminin özel bir modudur. MS-DOS modunda çalışırken sanal makine yöneticisi hala yönetir fakat sistemde çalışmakta olan sadece sanal makine yöneticisidir. Diğer sanal makine yöneticileri, bütün programlar ve sanal makineler kapatılmıştır (Microsoft, 1995).

Windows 95 ve 98, DOS uygulamaları için kullanıcıyı kolayca ve çabuk biçimde standard bellek ayırmasını sağlar. Standard bellek 640 KB'dır. Windows 98 işletim sistemi, tüm gerçek mod aygıt sürücülerini, standard belleğe yüklemeyen 32 bitlik korumalı mod aygıt sürücülerini kullanarak standart belleği 640 KB üzerine çıkarır. Bu işletim sistemi genişletilmiş ve uzatılmış bellekler için ayarlama seçenekleri sunar (Honeycutt, 1997).

8. Windows 98'in Sanal Bellek Yönetimi

Sanal bellek, yazılım ve donanım tarafından ana bellek olduğu sanılan sabit disk boşluğunun adıdır. İşletim sistemlerinin özellikleri kullanılarak oluşturulan sanal bellek bilgisayarların, fiziksel belleklerinden daha fazla bellek kullanmalarını sağlar. Programlar açısından bakıldığında sanal bellek ve gerçek bellek arasındaki tek fark, çalışma hızlarıdır (Gülkaya, 1996).

Şekil 7'de de görüldüğü gibi sanal bellekteki uygulama sistemi elemanlarının yerleri;



Şekil 7. Windows 98 işletim sisteminin sanal bellek yapısı

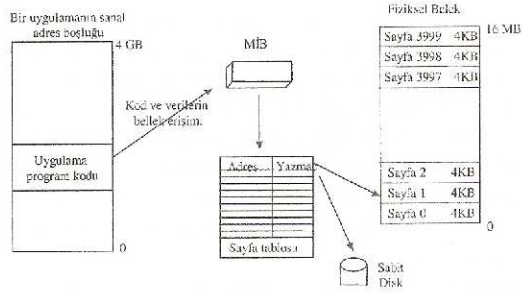
- Bütün Ring 0 elemanları 3 GB'ın üzerindeki adres uzayında bulunur.
- Windows 98 iç (temel) elemanları ve bölünmüş DLL'ler (Dinamik Bağlantı Kütüphanesi, Dynamic Link Library) 2 ile 3 GB arasında paylaşılmış adres uzaylarında bütün uygulamalara uygun olarak bulunmaktadır.
- Win 32 tabanlı uygulamalar 4 MB ve 2 GB arasında kendi adres uzaylarında bulunur ve diğer uygulamaları etkilemezler (Microsoft, 1998).

9. Sayfalı sanal bellek yönetimi

Sayfalı bellek yönetiminde bellekte çalıştırılacak programlar eşit uzunlukta sayfalar biçiminde hazırlanır. Sanal bellek düzeni çerçevesinde, hazırlanan bu programların ana belleğe yüklenmeye hazır kopyaları, tümüyle diskte oluşturulur (Takas Dosyası). Diskte yer alan sayfalardan bir bölümü ana belleğe yüklenerek işletim başlatılır. İşletim aşamasında programların mantıksal sayfaları ile fiziksel ana bellek sayfaları, sayfa tanım çizelgeleri aracılığı ile eşleştirilir (Şekil 8). Sayfa tanım çizelgeleri bir programın mantıksal sayfalarına karşı gelen ana bellek sayfa başlangıç adreslerini tutarlar. Sanal bellek düzeninde tüm program sayfalarının ana bellekte bulunma zorunluluğu olmadığından sayfa tanım çizelgelerinde, sayfa tanım çizelgesinin yanına ilgili sayfanın belleğe yüklü olup olmadığını kontrol eden durum belirteci eklenir.

Bilgisayar donanımının özelliği olan yukarıdaki işlemlerden sonra Windows 98 işletim sisteminin sanal makine yöneticisi içindeki bellek yönetici kısmı aşağıdaki işlemleri gerçekleştirir (Tischer & Jennrich, 1996).

- Bellekte programa atanacak boş bir sayfa arar.
- Bellek tamamen dolu ise (boş bir sayfa yok ise), yer açmak üzere ana bellekten çıkarılacak sayfanın seçimini yapar.
- Çıkarılacak sayfa sanal bellekteki kopyasından farklı işe (bu sayfada işlem yapılmış ise) sayfayı diskteki yerine yazar.
- Erişilmek istenen sayfayı ana belleğe yükler.
- Bu işlemlerin yapılması için ara verilen komutu yeniden başlatır.



Şekil 8. Sanal bellek yönetim düşüncesi

Sanal belleğe veri gönderme ve sanal bellekten veri alma işlemine sayfa değiştirme (page swapping) adı verilir. Örneğin, Windows 98 işletim sisteminde aynı anda çalışma tablosu, veri tabanı ve kelime işlemci programları çalıştırıldığında büyük olasılıkla belleğin tamamı kullanılır. Windows 98 işletim sisteminin bellek yöneticisi bu durumun farkında olur ve ön plandaki programın düzgün çalışması için elinden gelen çabayı gösterir. Windows bu amaçla diğer çalışan uygulamaların bir bölümünü diske transfer eder. Böylece bellekten kazanç sağlanmış olur. İşlemin yürütülebilmesi için, programlardan birinin fedakarlık yapması gerekir. Windows sayfa değiştirme işleminde kullanılmasının üzerinden en fazla zaman geçmiş olan programı kullanır.

10. SONUÇ

Windows 98 işletim sistemi ile bilgisayar sistemlerinde, kullanıcılara ve çalıştırılan programlara sistemde var olan fiziksel bellek sığasından daha büyük sığada bellek alanları kullanılabilecekleri sunulur. Bu sanal bellek olarak bilinir. Sanal bellek yönetiminin uygulandığı sistemlerde program işletimi, program tümüyle ana belleğe yüklenmeden başlatılır. Ancak programın tümü diske tutulur. Programın sayfa yada bölüm olarak adlandırılan parçaları, işletim aşamasında, gerektiğinde ana belleğe yüklenir. Bellekte bulunmayan bir sayfa yada bölüme sapıldığında, öncelikle bunun ana bellekte taşınabileceği bir yer aranır. Bulunamazsa bellekte bir sayfa yada bölüm diske taşınarak yer açılır.

Windows 98 işletim sisteminin programları çalıştırırken ana belleği ve sanal belleği nasıl kullanıp yönettiğini bilmek bilgisayar programcıları ve kullanıcıları için en önemli problemlerden biridir. Çünkü bu problemin giderilmesi sistem performansını doğrudan etkiler. Özellikle programcıların geliştirdikleri programların çok fazla fiziksel belleğe ihtiyaç duymadan çalışabilmesi için daha da önemlidir (form alanlarını fazla büyük tutmamak, veri tabanındaki bilgileri ihtiyaç olunca belleğe yüklemek, sanal belleği kullanacak şekilde programları geliştirmek). Öyleki şu an grafik tabanlı bazı programlara baktığımızda örneğin, en az 32 MB bellek veya daha üstü bellekte çalışır sınırlamasını görürüz. Bunun anlamı 32 MB'dan daha küçük bir belleği olan bir bilgisayara sahip kullanıcı için ek maliyet demektir.

Şu an popüler hale gelen görsel programlama dilleri ile geliştirilecek programlar grafik tabanlı işletim sistemi kullanan sistemlerde yapılmaktadır. Programcıları, grafik ağırlıklı bu programları sistemde etkin çalıştırmak için var olan ana belleği en iyi şekilde kullanmaları gerekmektedir. Bu nedenle belleğin nasıl kullanıldığını ve nasıl yönetildiğini bilmeleri geliştirecekleri programların daha sağlıklı ve daha hızlı çalışmasına imkan sağlayacaktır.

Windows 98 işletim sistemi üzerinde çalıştırılan programların çökmesini, problem çıkarmasını önlemek için sanal makine yöneticisini iyi bilinmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Bülbül, H.İ. (1996) **Bilgisayar Bakım ve Onarımı**, Basılmamış Ders Notları, Ankara.
- Demirci, F. (1995). **İşletim Sistemleri**, Mas Matbaası, Ankara
- Gülkaya, S. (1996). **Windows İpuçları**, Ekonomist yayınevi, Ankara
- Honeycutt, J. (1997). **Windows 95 Registry**, [Windows 95 Kayıt], Sistem yayıncılık, Ankara.
- Küçükali, M. (1999) Windows 98 İşletim Sisteminde Bellek Kullanımı ve Yönetimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kuşat, Ö. (1990). Windows ortamında belleğin en verimli kullanımı, **Bilgisayar Pazarı**, 140-146, Mayıs, Ankara
- Microsoft (1995). **Windows 95 Resource Kit**. Microsoft Corporation, Washington, U.S.A.
- Microsoft (1998). **Windows 98 Resource Kit Sampler Release Notes**. Microsoft Corporation, Washington, U.S.A.
- Saatçi, A. (1993). **Bilgisayar İşletim Sistemleri**, Meteksan Yayınları, Ankara
- Tanenbaum, A., S. (1992). **Modern Operating System**, Prentice Hall Inc. U.S.A.
- Tischer, M., Jennrich, B (1996). **Pc Intern The Encyclopedia Of System Programming**. Abacus 5370 52 nd Street SE Grand Rapids, MI, U.S.A.
- Wilkinson, B. (1996). **Computer Architecture Desing and Performance**, Prentice Hall Europe, U.S.A.