

BÖLÜM 4

INTEL AİLESİNİN 32 BİTLİK MİKROİŞLEMCİLERİ

4.1 80386 MİKROİŞLEMCİSİ

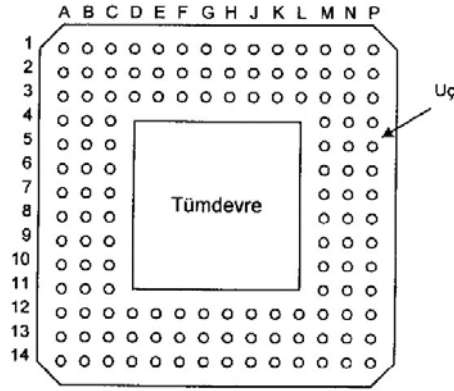
Intel'in ilk 32 bitlik mikroişlemcisi 80386'dır.bu işlemci diğer x86 işlemcileri gibi, 8086ve 80286 programlarını hiçbir değişiklik olamadan çalıştırabilmektedir.Bu işlemcinin daha önceki 80286 mikroişlemcisine göre birçok üstünlüğü bulunur. Bunlar:

- İşlemcinin saklayıcıları ve aritmetik birimleri 32-bit genişliğindedir.Ayrıca, komut kümesi 32-bit adresleri ve verileri desteklemek için genişletilmiştir.
- Mikroişlemciden ana hafızaya giden, adres ve veri yolu 32-bit'e genişletilmiştir.Bu sayede, komutlar, verileri iki kat hızında okuyabilmekte ve yazabilmektedir.
- 4G byte'a kadar fiziksel hafızayı adresleyebilmektedir(80286'da 16M byte)Diğer yandan, programlara 2^{46} byte'a(64 Tera byte)kadar görüntü hafıza sağlayabilmektedir.(80286'da 2^{30} byte, 1G byte).
- Daha hızlı yürütme hızına sahiptir.Birçok komutun yürütme zamanı azalmıştır.
- Tümdevre üzerindeki hafıza yönetim sistemi, sayfalı(paging)adreslemeyi destekler.

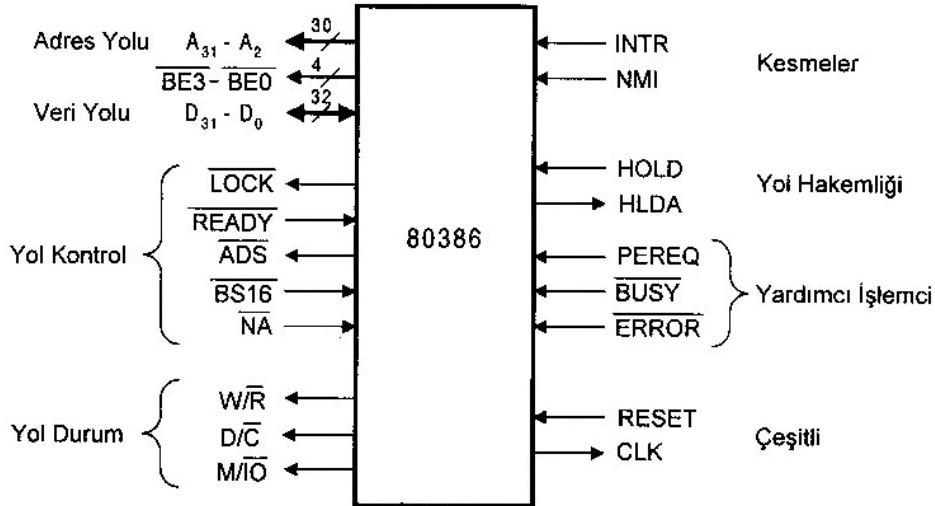
80386'da bulunan 32-bit adres yolu, 32-bit veri yolu ve çeşitli kontrol sinyalleri için, 80286'da kullanılan 68-uçlu tümdevre kılıfı çok küçüktü.Bu yüzden Intel daha büyük standarda gitti.Bu kılıf, Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, $14*14=196$ kare uçlu bir ızgara olup ortada bulunan $8*8$ 'lik alt ızgara boştu.dahili olarak, 80386, 80286 gibi, daha yüksek performans için, paralel çalışan bir çok fonksiyonel birime sahiptir.80286'daki gibi 4 yerine, 8 tane alt birim içermektedir.80386'daki daha fazla olan olan fonksiyonel bölünme, adres ve yürütme birimle, rinde yapılmıştır.

4.1.1 DIŞ MİMARİSİ

80386'nın tümdevre uçları, şekil 4.2'de görüldüğü gibi, 80286'ya bazı yönlerden benzemektedir.Hafıza erişimleri, 32-bit kelimeleri ile yapılip hafıza adresleri, 4-byte sınırlara göre ayarlanmaktadır.Böylece CPU, 0, 4, 8 gibi adreslerde bulunan kelimelere erişebilmekte, buna karşın, 1, 2 veya 3 gibi adreslerde olanlara erişememektedir.Bunun sonucu olarak bütün hafıza adresleri 0'dır ve A0 ve A1 bit'leri tümdevre üzerinde yoktur.



Şekil 4.1 80386 işlemcisinin kılıfı



Şekil 4.2 80386 işlemcisinin uçları

Bununla beraber , hafızada 8- bit ve 16-bit veriler üzerinde işlem yapan komutlar bulunduğundan, bu problemi çözmek gerekmektedir.8086 ve 80286 mikroişlemcilerinde BHE sinyali ile bu problem çözüldüğü gibi, 80386 da bu işlem için 4 sinyal BE3-BE0 (Byte Enable) sağlanmaktadır.Bu sinyallerden her biri, bir kelime içindeki 4 byte'tan hangisinin kullanılacağını belirtir.

Daha önceki işlemcilerde bulunan, LOCK ve READY kontrol sinyalleri değişmedi.bununla beraber, 80386 ya yeni 3 kontrol sinyali daha eklendi.bu sinyaller ADS (Address Status), BS16(Bus Size 16)ve NA (next adres)sinyalleridir.ADS sinyali, adres yolunda geçerli bir adres olduğunu belirtir.Hafıza, bu sinyali gördüğü zaman, adres ve kontrol yollarındaki sinyaller, in geçerli olduğunu anlar ve çalışmaya başlar.BS16 bir giriş sinyali olup 80386'ya sistemde 16-bit I/O tümdevrelerinin olduğunu belirtmede kullanılır.80386 bu sinyali gördüğü zaman, bir 32-bit veri aktarımını, peş peşe iki 16-bit aktarım şeklinde yapar.BS16 mikroişlemciyi

yavaşlatmada kullanılmasına karşın, NA sinyali hızlandırmada kullanılır. Hafıza tümdevresi, o anki yol çevrimi için READY sinyalini pasif yapmadan, mikroişlemcinin NA girişini aktif yaparak, bir sonraki hafıza adresini kabul etmek için hazır olduğunu 80386'ya bildirir. Bu özellik, CPU'nun o anki yol çevrimini bitirmeden, bir sonraki yol çevrimine hazır olmasını başlatarak, iş-hattının (pipeline) hızını daha da artırır.

Intel, geleneksel olarak her yeni bir mikroişlemci tümdevresinde yapmış olduğu, yol durum ve yol kontrol sinyallerini yeniden tamamlamayı, 80386 mikroişlemcisinde de devam ettirdi. Örneğin, daha önceki 80286 tasarımında 80386 tasarımı da 4 tane yol durum sinyali bulunmaktaydı. Bu sinyaller, 16 farklı durum göstermesine karşın, sadece 7 durum anlamlıydı ve kullanılmaktaydı. Sonunda Intel'den bir mühendis şu gerçeği gördü: $7 < 2^3$. Yani 3 durum sinyali gereken 7 sinyali belirlemek mümkündür! Bu büyük buluşun neticesi, 80386 için yeni durum sinyalleri, W, R (write/read), DC (data/code) ve M/IO (memory/IO) olarak belirlendi. Bu sinyallerin belirttikleri yol durumları: kod okuma, veri okuma, veri yazma, I/O okuma, I/O yazma, kabul (acknowledge) ve durmadır (halt).

80286 işlemcisinde de bulunan diğer sinyaller NTR, NMI, HOLD, HLDA, PEREQ, BUSY, ERROR ve RESET, 80386'da da aynı fonksiyonlara sahiptir, ss80386 yardımcı işlemciye doğrudan erişebildiği için, 80286'daki PEACK sinyali 80386'da bulunmaz.

4.1.2 PROGRAMLAMA MODELİ

Kullanıcı tarafından erişilebilen 80386 saklayıcıları şekil 4.3'te görülmektedir. Temel 16-bit x86 saklayıcılarına, yeni "extra" segment saklayıcılar, FS ve GS, ilave edilmiştir. Ayrıca temel 16-bit x86 saklayıcılarının uzunlukları, segment saklayıcıları dışında, 32-bit'e uzatılmıştır. Bu yeni 32-bit saklayıcılar, eski isimlerin önüne E (Extended) harfi getirilerek adlandırılmıştır.

	31	16 15	8 7	0	
EAX		AH	AL		AX
EBX		BH	BL		BX
ECX		CH	CL		CX
EDX		DH	DL		DX

ESP		SP
EBP		BP
ESI		SI
EDI		DI

EIP		IP
-----	--	----

CS
DS
SS

ES
FS
GS

	31	17	16	14	13.12	11	10	9	8	7	6	4	2	0
EF		VM	RF	NT	IOPL	OF	DF	IF	TF	SF	ZF	AF	PF	CF

Şekil 4.3 80386 mikroişlemcisinin temel saklayıcı kümesi

80286’da bulunan MSW saklayıcısı, şekil 4.4(a)’da görüldüğü gibi, 4 tane 32-bit **kontrol saklayıcısı(Control Register-CR)** ile değiştirilmiştir. CR0, 80286’daki MSW bit’leri ile beraber, sayfalamayı aktif yapan bir **sayfalama(paging-PG)** bit’i ve işlemciye 80287 veya 80387 ‘nin bağlı olup olmadığına geçe.n, bir **uzatma tipi (Extension Type-ET)** bit’i içerir.eğer işlemci, erişilmez bir sayfaya erişmeyi denerse, CR2, bu ihlal edenin doğrusal(linear)”adresi ile yüklenir.80286’ya benzeyen , şekil 4.4(b)’de görüldüğü gibi 80386, hafıza yönetimi ve görev değişimi (task switching)özelliklerini destekleyen, 4 tane saklayıcıya sahiptir.

80386, yukarıda şekillerde gösterilmeyen, 6 tane hata ayıklama (debug) saklayıcısına (DR0-DR3, DR6 ve DR7)sahiptir. Bu saklayıcılar, gelişmiş hata takip yapıları sağlar ve çok görevli programların hata takibinde, Turbo Debugger , Code View gibi programlar tarafından kullanılır.

31		11													
12		0													
PDBR														CR3	
Page Fault Linear Address														CR2	
														CR1	
PG						ET	TS	EM	MP	PE					CR0

36		15												
16		0												
Base		Limit												GDTR
Base		Limit												IDTR
		LDT Selector												LDTR
		TSS Selector												TR

Şekil 4.4 80386’nın sistem saklayıcıları

4.2 80486 MİKROİŞLEMCİSİ

Intel'in 80386'dan sonraki ikinci 32-bit mimarisi 80486 işlemcidir. Bu işlemcinin temel mimarisi 80386 ile aynıdır.

80386'da yaklaşık 300.000 olan transistör sayısı, 80486'da 1.2 milyona yükseltilmiştir. Bu artışın en önemli nedenleri, 80486'nın içine alınan FPU (Floating Point Unit) aritmetik yardımcı işlemcisi ile 8 Kbyte cache hafızadır.

Bu mikroişlemci, diğer x86 işlemcileri gibi, 8086/8088, 80286 ve 80386 programlarını hiçbir değişiklik olmadan çalıştırabilmektedir. Bu işlemcinin daha önceki 80386 mikroişlemcisine göre farklılıkları özetle şunlardır:

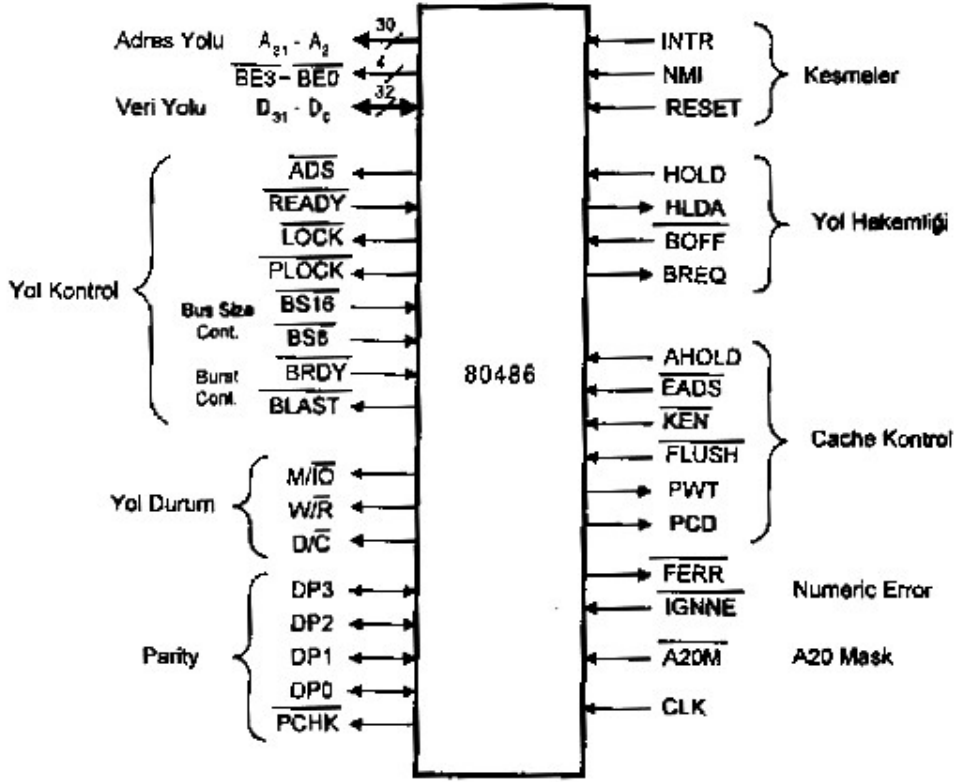
- Tümdevre üzerindeki FPU aritmetik yardımcı işlemcisi
- Tümdevre üzerindeki 8 Kbyte ön hafıza (cache)
- Hafıza okuma ve yazmalarında, eşlik (parity) hata kontrolü için kullanılabilen, tümdevre üzerinde bulunan eşlik sinyalleri
- *Burst* (patlama) olarak adlandırılan hızlı yol okuma/yazma çevrimleri
- Beş aşamalı *komut işhattı* (instruction pipeline)

4.2.1 DIŞ MİMARİSİ

80486 işlemcisinin blok diyagramı şekil 4.5'de görülmektedir. Adres yolu bu yola eşlik eden BHE3-BHE0 ve veri yolu daha önceki 80386 gibidir. Ayrıca ADS, READY, LOCK, INTR, NMI, RESET, M/IO, D/C, W/R, HOLD, HLDA ve BS16 sinyalleri de 80386'daki fonksiyonlara sahiptir.

80486 işlemcisine, eşlik (parity) işlemleri için, yeni bir sinyal grubu, DP3-DP0 ve PCHK, eklenmiştir. Bu sinyaller hafıza okuma ve yazmalarında, eşlik bilgisi üretmede ve kontrol etmede kullanılır.

Diğer bir yeni sinyal grubu, BRDY (Burst Ready) ve BLAST (Burst Last) sinyallerinden oluşur. Bu sinyaller, burst-mode olarak adlandırılan, yeni hızlı okuma ve yazma yol çevrimlerinde kullanılır. Diğer büyük bir sinyal grubu, tümdevre dışında bulunabilecek bir ikinci seviye cache hafıza içindir.



Şekil 4.5 80486 işlemcisinin uçları

4.2.2 80486'NIN GELİŞMİŞ ÖZELLİKLERİ

Aritmetik işlemci

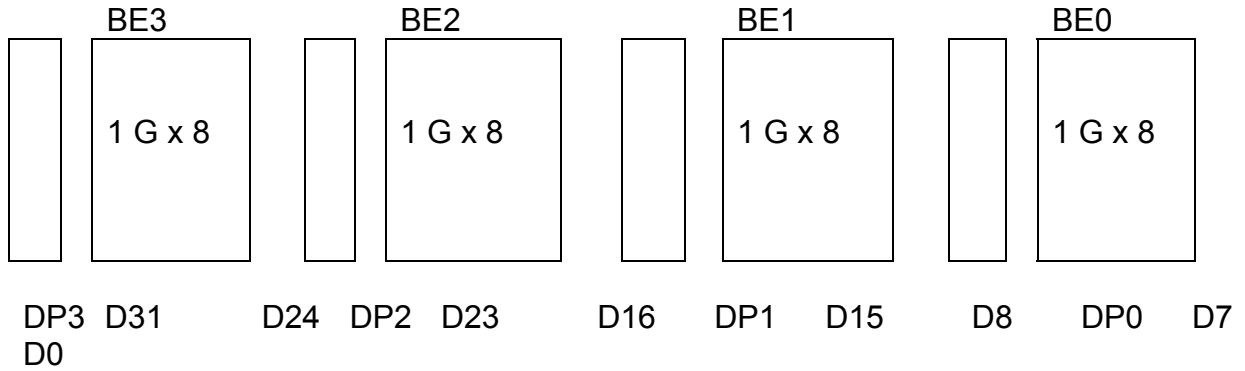
80486 tümdevresinde silikon alanının önemli bir kısmını aritmetik yardımcı işlemci kaplamıştır. bundan önceki bütün x86 mikroişlemcilerinde, aritmetik yardımcı işlemci ayrı bir tümdevre iken, 80486 aritmetik işlemcisi tümdevre üzerinde yer alır. Örneğin, 8086/8088 ile 8087, 80286 ile 80287 ve 80386 ile 80387 aritmetik işlemcileri beraber kullanılmıştır. 80486'nın aritmetik işlemcisi 80387'dir. Aritmetik işlemciye ihtiyacı olmayanlar için, Intel firması, 80486SX işlemcisini üretmiştir. Bu işlemcide aritmetik yardımcı işlemci bulunmamaktadır.

Ön hafıza

8 Kbyte ön hafıza (cache), 80486 çekirdeğine konularak, dışarıdaki bir ön hafıza ile CPU tümdevresi arasında gecikme ortadan kaldırılmıştır. Daha önceki 80386 sistemlerinde, ön hafıza tümdevrenin dışında yer almaktaydı. Birçok 80486 tabanlı bilgisayarda, iç ön hafızanın yanında tümdevre dışında, genellikle, 128Kbyte veya 256 Kbyte olan, ikinci bir ön hafıza bulunur. Genellikle, tümdevre içindeki ön hafıza birinci seviye, dışındaki ikinci seviye ön hafıza olarak belirtilir.

Veri eşlik (parity) bit'leri

80486'ya diğer önemli bir donanım ilavesi, sistem kartlarında eşlik (parity) hata kontrolünü gerçekleştirmede kullanılabilen, tümdevre veri eşlik (Data Parity-DP) bit'leridir. Burada "veri", hafızada program kodu (code) ve verisi (data) anlamındadır. Dört tane olan tümdevre veri eşlik ucu, DP0, DP1, DP2 ve DP3 iki yönlüdür ve herbiri D31-D0 veri yolundaki 1 Byte veri için, Şekil 4.6'da görüldüğü gibi kullanılır.



Şekil 4.6 DP3-DP0 veri eşlik bitleri ile 80486 hafıza yapısı

Mikroişlemci hafızaya yazarken, DP3-DP0 uçlarından, her Byte için bir çift-eşlik (even-parity) bit'i üretir. Okurken, yine DP3-DP0 uçlarından, okunan byte'lar için çift-eşlik bit'leri bekler. Tümdevre içinde karşılaştırma yaparak, yazılan ve okunan veriler arasında bir farklılık bulur ise hatayı belirtmek için PCHK sinyali üretir. Okunan ve yazılan veriler arasındaki bir uyumsuzluğun olması, işlemcinin çalınmasını etkilemez. Bilgisayar donanım tasarımcısı ve sistem yazılımcısı, PHKC sinyali ile bildirilen hata durumu için gereken devreleri ve programları sisteme koymadan sorumludur.

Hızlı yol çevrimi

Bir mikroişlemci ile hafıza ve I/O birimleri arasındaki hız, bilgisayarın genel sistem hızını ve performansını belirler. Daha önce bölüm 4'de gördüğümüz gibi, 8086/8088 mikroişlemcisinin hafıza çevrim zamanı 4 saattir (clock). Hafızaya erişmek için, bu hafıza çevrim zamanı, birçok hafıza tümdevresi için yeterlidir. Örneğin, 5 MHz frekansında çalışan en yavaş 8086/8088 işlemcisi 800 ns (4×200 ns, $T=1/5$ MHz=200ns) hafıza çevrimine sahiptir. 10 MHz hızında en hızlı 8086/8088'de bu süre 400 ns'dir. 400 ns'lik bir hafıza çevriminin anlamı; işlemci, hafızaya her 400 ns'de bir erişebilir demektir. Bu süreden daha hızlı erişemez. Bu yavaş ve pahalı olmayan birçok DRAM'lara ve hatta SRAM'lara erişebilmek için yeterli bir zamandır.

80286, 80386, 80486 ve pentium hafıza çevrimleri 2 saat olmuştur. Bu yüzden, bu işlemciler için hafıza tasarımı zorlaşmıştır. Tablo 4.2 değişik x86 işlemcilerindeki hafıza çevrim zamanlarını göstermektedir. Tablodan görüleceği gibi, CPU hızı arttıkça, hafızaya erişmek için gerekli zaman azalmaktadır. Bu durum, sistem tasarımcısını, ya hızlı ve pahalı hafıza kullanmaya veya hafıza çevrimine bekleme durumu eklemeye zorlamaktadır.

80486'daki diğer önemli bir yenilik, normal 2 çevrimden daha hızlı bir yol çevrimi olan ve burst (patlama) modu olarak adlandırılan çevrimdir.80486 iki farklı hafıza çevrimine sahiptir. Birincisi, 80386 gibi hafıza ve I/O işlemlerindeki 2 çevrimlik normal çalışmasıdır. Diğer ikinci burst modunda, 5 saat içinde 4 hafıza çevrimi yapabilir. Bu çalışma durumunda, ilk çevrim normal 2-saatli hafıza çevrimidir.daha sonraki 3 çevrimin her biri bir saat ile yapılır. Bu işlem sık olarak 2-1-1-1 olarak belirtilir.80386'da bu işlem, hafızada ayarlı (aligned) 4 çift-kelime için, 2-2-2-2 şeklinde olmaktadır. Burst çevrimi, eğer veri ve kodlar peşpeşe 4 tane çift-kelime (32 bit) şeklinde hafızada bulunursa en verimli olur. Diğer bir deyişle, eğer veriler hafızada çift-kelime sınırlarında bulunursa, CPU sadece 5 saat içinde, en fazla 16 byte veri okuyabilir. Burst çevrimi için özel iki uç bulunmaktadır. Bunlar, BRDY (Burst ready) giriş ve BLAST (Burst Last) çıkış ucudur.

Beş aşamalı işhattı

Daha önce Bölüm 4'de, 8086/8088 mikroişlemcisinde, komut okuma ve yürütmenin, paralel olarak, işlemcinin içinde, BIU (Bus Interface Unnit) ve EU (Execution Unit) olarak adlandırılan birimlerde yapıldığı, detaylı olarak sunuldu .8086/8088 işlemcisinde, BIU tarafından önden okunan komutların saklanması için bir iç komut kuyruğu bulunmaktadır.EU bu kuyruktan komutları çekip yürütmektedir. Aynı anda BIU hafıza veya I/O birimi üzerinden bir yol çevrimi yapılabilir. Bu satede veri işlem hızı artırılmaktadır.

Bu ilk işhattına (pipeline) sahip 16-bit mikroişlemcilerden sonra, intel tasarımcıları, işlemleri bu tür üst üste getiren paralel mimari yapıları, her yeni bir işlemcide, paralelliği artırarak kullanmaya devam etti. 80486'nın işhattı şekil 4.7'te görülmektedir.işhattı 5 aşamadan oluşmaktadır.

Komut1	PF	D1	D2	EX	WB				
Komut2		PF	D1	D2	EX	WB			
Komut3			PF	D1	D2	EX	WB		
Komut4				PF	D1	D2	EX	WB	
Komut5					PF	D1	D2	EX	WB

Şekil 4.7 80486 işhattı aşamaları

1. Komut ön okuma (PreFetch-PF)
2. Kod çözümü 1 (Decode-D1)
3. Kod çözümü 2 (Decode-D2)

4. Yürütme (Execute-EX)
5. Saklayıcıya geri yazma (Register Write- Back-WB)

Genel olarak x86 mikroişlemcisinin ve dolayısıyla 80486 işlemcisinin sahip olduğu, çok adresleme modlarından dolayı, operand adreslerinin hesaplanmasında ve hafıza koruma işlemleri için, iki-aşamalı kod çözümü (D1 ve D2) yapılmaktadır. En son olan, saklayıcıya geri yazma (WB) aşamasında, bir işlem sonucu bir saklayıcıya yazılır. Beş saat içinde işhattı dolduktan sonraki her bir saat içinde bir komut yürütülür.

TABLO 4.1 x86 mikroişlemcisindeki hafıza çevrimleri				
Hafıza çevrimi(clock)	CPU	Saat (MHz)	Saat çevrimi(ns)	Hafıza çevrimi(ns)
4	8088/86	5	200	800
		8	125	500
		10	100	400
2	80286	10	100	200
		16	62.5	125
		20	50	100
2	80386SX	20	50	100
		25	40	80
2	80386DX	20	50	100
		25	40	80
		33	30	60
2*	80486DX	33	30	60
		40	25	50
		50	20	40
2	80486SX	16	62.5	125
		33	30	60
2*	Pentium	66	15	30
		150(66MHz yol)	15	30
2*	Pentium Pro	200(66MHz yol)	15	30

*Harici DRAM veya cache hafıza çevrimleri