

BÖLÜM 5

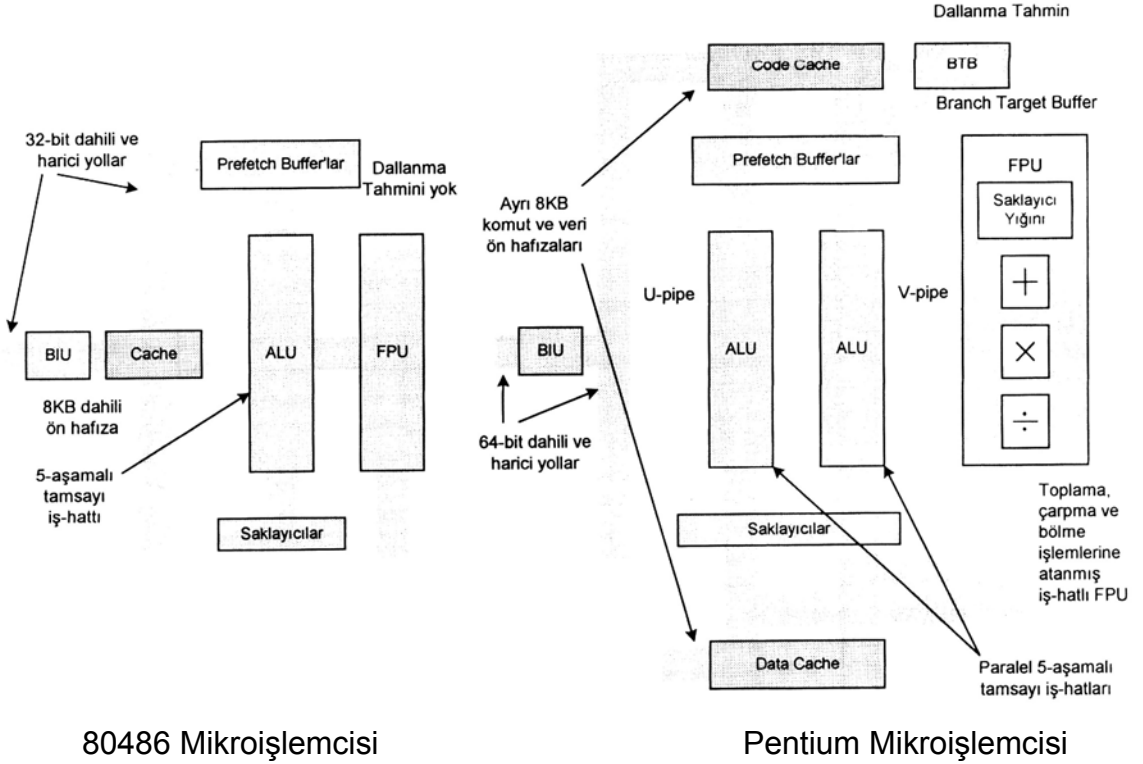
PENTIUM MİKROİŞLEMCİLERİ

5.1 PENTIUM

Pentium, Intel x86 Ailesinin beşinci nesil işlemcisi olarak 1993 yılında piyasaya sürüldü. Pentium'un, şekil 1'de görüldüğü gibi, 80486'ya göre birçok gelişmiş özelliği bulunur. Bunlardan bazıları : Daha geniş veri yolu (64-Bit), iki tane tamsayı yürütme birimi, daha hızlı yeni tasarlanmış bir aritmetik işlemci birimi (FPU), gelişmiş ön hafıza (cache) yapısı ve dallanma tahmini lojik birimidir. Pentium FPU birimi tekrar tasarlanarak, bazı işlemlerde 80486'dakine göre 10 kat gibi hız sağlanmıştır.

Pentium'un temel özellikleri aşağıda özetlenmektedir :

- 32-bit CPU, 64-bit veri yolu, 32-bit adres yolu (4 GB adres alanı)
- Superscalar mimari : Aynı anda bir saatte, iki tane işhatlı tamsayı birimi iki komutu ve bir tane işhatlı FPU birimi de bir tane kayan nokta komutu yürütülebilmektedir.
- Ayrı 8-KB kod ve 8-KB veri ön hafızaları
- 4-MB sayfalama, TLB'de veri bulma oranını arttırmaktadır.
- Dallanma tahmini (branch prediction) donanım birimi
- Çok-işlemcili çalışma için komutlar ve ikinci seviye ön hafıza için destek
- Dahili hata bulma özellikleri
- Güç yönetim özellikleri :sistem yönetim modu ve saat kontrol
- Tümdevre üzerindeki APIC denetleyicisi : kesme yönetimi ve 8259 ile uyumluluk
- İlk Pentiumlar 0.8 mikron, 5-Volt BİCMOS teknolojisi ile 3.1 milyon transistör kullanılarak üretilmiştir. Daha sonraları, 0.65 mikron, 3.3 Volt teknolojisi ve daha çok transistör kullanılabilmiştir.
- İlk Pentiumlar 60/66 MHz hızına sahipti. Daha sonraları, 75, 90, 100, 120, 133, 150, 166 ve 200 MHz gibi çok değişik çekirdek hızlarında üretildi. Bu işlemcilerin sistem yolu hızları ise 50, 60 ve 66 MHz'tir.



Şekil 5.1 Pentium ve 486 işlemcilerinin karşılaştırması

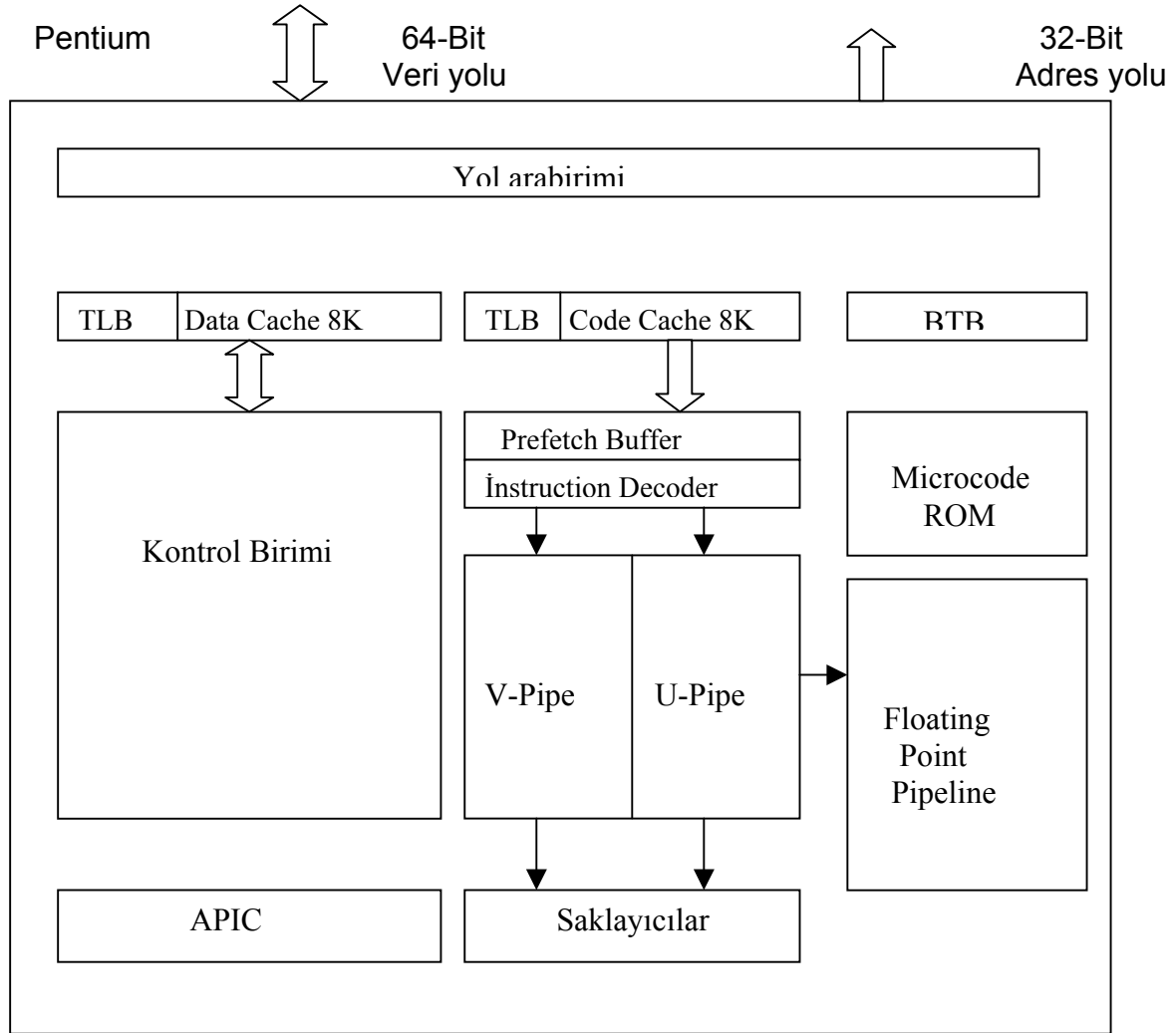
5.1.1 DIŞ VE İÇ MİMARİ

Pentium mikroişlemcisinin harici veri yolu 64-bit ve adres yolu 32-bit'tir. Daha önceki 32-bit veri yoluna sahip 80486ve 80386 işlemcilerinin iki katı hızında, kod ve veri, Pentium CPU'suna okunabilmektedir. Bununla beraber, 386 ve 486 mikroişlemcileri ile aynı 32-bit saklayıcılara sahiptir. Diğer bir deyişle, DEC firmasının Alpha tümdevresinde yaptığı gibi, Pentium saklayıcılarının uzunluğu 64-bit'e çıkarılmadı.

Pentium mikroişlemcisinin iç mimarisi şekil 5.2'de görülmektedir. Harici 64-bit uzunluğundaki veri yolundan, daha önceki işlemcilere göre iki kat verinin CPU'ya okunabilmesi için, pentium içine 3 yürütme birimi konmuştur. Bunlardan biri kayan nokta komutlarını yürütür ve diğer ikisi (U-pipe ve V-pipe) tamsayı komutlarını yürütür. Bu donanım yapısı, aynı anda 3 farklı komutun yürütülmesini mümkün kılar. Örneğin, bir yürütme sırasında, FADD ST, ST (2), MOV EAX, 10H ve MOV EBX, 25H komutları aynı anda çalışabilir. Çünkü, komutlar arasında bir bağımlılık yoktur. FADD ST, ST (2) komutu FPU işlemcisi tarafından yürütülürken, diğer MOV EAX, 10H komutu U-pipe tarafından ve MOV EBX, 25H V-pipe tarafından yürütülebilir.

Pentium'un önemli bir özelliği olan bu mimari yapı, *superscalar* olarak adlandırılır. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi, Pentium'da hafızadan komutlar okundukça bu üç

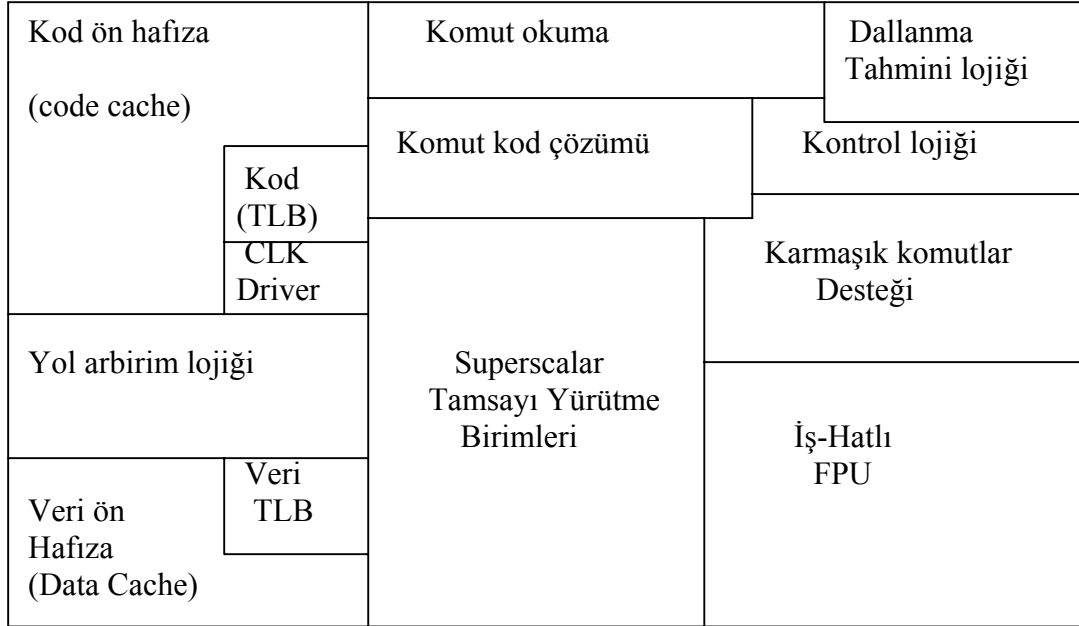
birime gönderilir. Komutların farklı yürütme birimlerinde doğru olarak çalışabilmesi için, komut bağımlılıkları donanım tarafından ele alınır.



Şekil 5.2. Pentium mimarisi

Pentium'un bu üç farklı yürütme biriminden yararlanabilmesi için, bu özelliği göz önüne alıp o şekilde kod üreten özel Pentium derleyicileri kullanılmaktadır. Bu derleyiciler, bir programdaki birbirine bağımlı ve bağımsız komutları bulabilmekte, gereken değişiklikleri yapmakta ve ona göre kod üretmektedir. Bu tür kod üretimi ile çalışma, programın yürütme hızında yüzde 40'lara varan iyileştirme yapar. Bunun için Pentium'un yeni superscalar özelliği avantajından yararlanan derleyici ve diğer uygulamalar kullanılmaktadır.

Üç ayrı yürütme birimini Pentium içine koyabilmek için çok sayıda transistör kullanıldı. Şekil 5.3'de Pentium birimlerinin tümdevre üzerinde kapladıkları silikon alanları görülmektedir.



Şekil 5.3. Pentium mimari birimlerinin tümdevrede kapladıkları silikon alanları

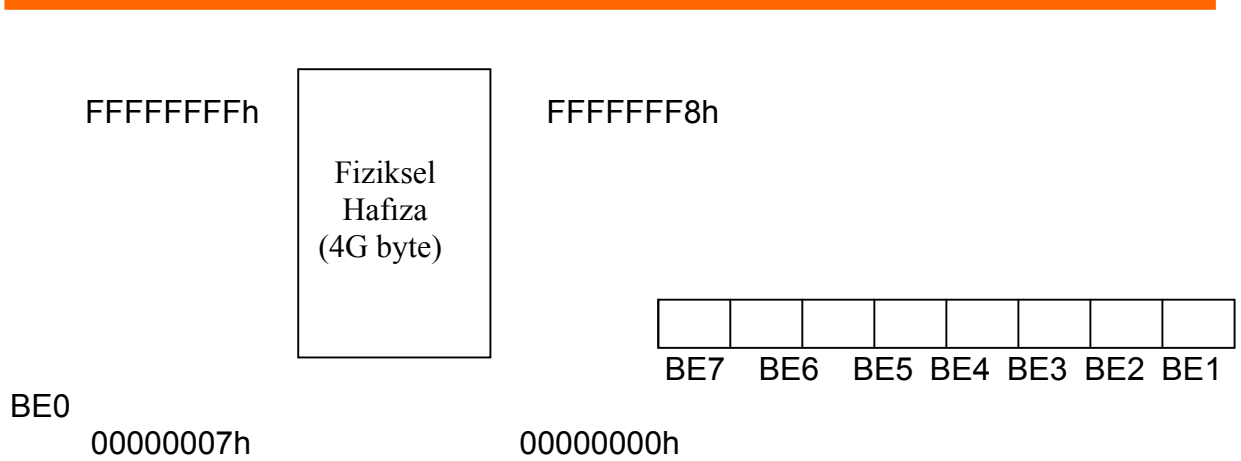
Pentium ilk çıktığında 60/66 MHz hızına sahipti. Daha sonraları, kısa bir sürüde, daha hızlı ürünler piyasaya sürüldü. Pentium'lar, 75, 90, 100, 133, 150, 166 ve 200 MHz gibi çok değişik hızlarda üretildi.

APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller) Pentium'un çok-işlemcili ortamlarda kullanılabilecek ileri bir donanım özelliğidir. BTB (Branch Target Buffer) dinamik dallanma tahmini lojiği tarafından kullanılır.

5.1.2 HAFIZA YAPISI

32-bit adres yolu ile 4GB fiziksel ve 64 TB görüntü hafıza alanlarına sahiptir. Pentium'un veri yolundaki D63-D0 uçları, 64-bit uzunluğunda hafıza modüllerine bağlanır. Pentium 8 tane BE (Byte Enable) sinyaline sahiptir (BE7-BE0). BE0, veri yolundaki D7-D0 için BE1, D15-D8 için ve bu şekilde diğerleri veri yolundaki diğer 8-bit'lik veriler için kullanılır. Şekil 5.4'te Pentium hafıza haritası ve bir hafıza kelimesi görülmektedir.

80486'da 4 tane olan DP (Data Parity) bit'leri Pentium işlemcilerinde 8 tane olmuştur. Her bir DP bit'i veri yolundaki 8-bit için kullanılır. Pentium'un adres yolu 32-bit olarak geçmesine rağmen, hafıza yapısından dolayı, adres yolunda ilk 3 bit bulunmaz. Yani adres hatları A31-A3 arasındadır. Pentium işlemcisinin veri yolu ve adres yolu ve gerekli BE sinyalleri şekil 5.5'te görülmektedir.

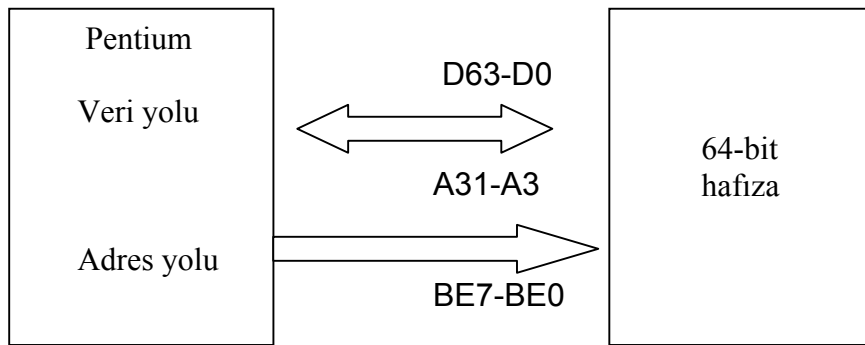


(a) Fiziksel hafıza alanı

(b) 64-bit hafıza kelimesi

Şekil 5.4. Pentium hafıza yapısı

Pentium hem hızlı (burst) okuma ve hem de hızlı yazma çevrimine sahiptir. Bu, Pentium'un 486'dan farklı diğer bir özelliğidir. 486'da sadece hızlı okuma çevrimi vardır. 486 yazmada normal iki yol çevrimi kullanır.



Şekil 5.5. Pentium adres veri yolları

Pentium tümdevresi üzerinde, toplam 16 Kbyte ön hafıza (cache) bulunur. Bu ön hafızanın 8 Kbyte'ı veri içindir. Daha önce gördüğümüz 80486'da hem kod hem de veri için bir tek 8 Kbyte ön hafıza bulunur.

386/486 mikroişlemcileri **TLB (Translation Lookaside Buffer)** için 32 girişe sahiptir. Bu sayede, bir anda 128 K kod ve verinin hafıza yer bilgisi CPU içinde bulunur.

Yürütme sırasında, eğer erişilmek istenen kod ve veri TLB’de bulunmaz ise, CPU, bir doğrusal adresi bir fiziksel adrese çevirmek için uzun işlemlerden geçmek zorundadır. Pentium, biri kod ve biri veri için olmak üzere toplam iki tane TLB içerir. Veri için olan TLB, 4 K sayfalara karşı gelen 64 girişe sahiptir. Bu CPU’nun bir anda hızlı olarak 256 K (64x4 K=256 K) veriye erişebilmesi demektir. Kod için olan TLB boyu ise, yine 4 K sayfalara karşı gelen 32 girişlidir. Bu sayede, CPU herhangi bir anda hızlı olarak 128 K koda erişebilir. Veri ve Kod TLB’lerinin birleştirilmesiyle, Pentium TLB’leri sayfa ıskalamasından dolayı yenileme işlemine başvurmadan, 384 K (256 K+128 K) veri ve koda, hızlı olarak erişilmektedir.

Daha önce 386/486 anlatılırken gördüğümüz gibi, bu işlemciler sayfalı görüntü hafızada, 4 K sayfa uzunluğu kullanmaktadır. Pentium, sayfa boyu olarak 4 K veya 4 M seçeneği sunar. 4 K sayfa seçeneği, Pentium’u 386/486 ile uyumlu yapar. Ayrıca diğer 4 M sayfa boyu seçeneği, büyük programlarda kullanılarak, programın küçük parçacıklara ayrılması (fregmantation) çalışmasını sağlar.

5.1.3 İŞ-HATTININ YAPISI

80486’nın iş-hattı (pipeline) 5 aşamadan (stage) oluşmaktadır :

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)

Pentium tamsayı birimi de (integer unit) 5-aşamalı iş-hattına sahip olmasına rağmen, fonksiyonel olarak tamsayı biriminde benzer iki yapı olmasından dolayı, iş-hattının çalışması, ideal durumda, şekil 5.6’da görüldüğü gibidir. Pentium’un kayan nokta birimi ise (FPU) 8-aşamalı iş-hattına sahiptir.

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		
Komut6			PF	D1	D2	EX	WB		
Komut7				PF	D1	D2	EX	WB	
Komut8				PF	D1	D2	EX	WB	
Komut9					PF	D1	D2	EX	WB
Komut10					PF	D1	D2	EX	WB

PF=Prefetch
D1=Decode 1
D2=Decode2
EX=Execute
WB=Write back

Şekil 5.6. Pentium iş-hattı yapısı

Pentium mikroişlemcisinde, iş-hattını çalışma performansını önemli bir şekilde etkileyen, bir **dallanma tahmini (branch prediction)** lojik birimi bulunmaktadır. Dallanma ve çağrılarda (JMP ve CALL komutları yürütülürken), iş-hattının boşaltılıp tekrar hedef komutlarla doldurulmasının getirdiği işlem yükü çok fazladır. Bu çok zaman alır. Pentium işlemcisi, dallanmayı tahmin edip bu komutu **önden okuma (prefetch)** lojiğine sahiptir. Bu donanım yapısı sayesinde, dallanma komutundan gelen hemen sonra gelen komutlar işlemcinin içine okunur. Pentium işlemcilerinde bulunan bu dallanma tahmini donanım yapısı, JMP ve CALL komutlarıyla yapılan dallanmalarda önemli zaman kazançları sağlayarak çalışma performansını artırır.

Başlangıcından beri **CISC (Complex Instruction Set Computer)** felsefesinde işlemciler üreten Intel firması, sonunda superscalar mimarideki çok işlem birimleri, dallanma tahmini gibi **RISC (Reduced Instruction Set Computer)** kavramlarını Pentium işlemcileri ile kullanmaya başladı. RISC özellikleri daha sonraki Pentium Pro ve diğer işlemcilerle artarak devam etti.

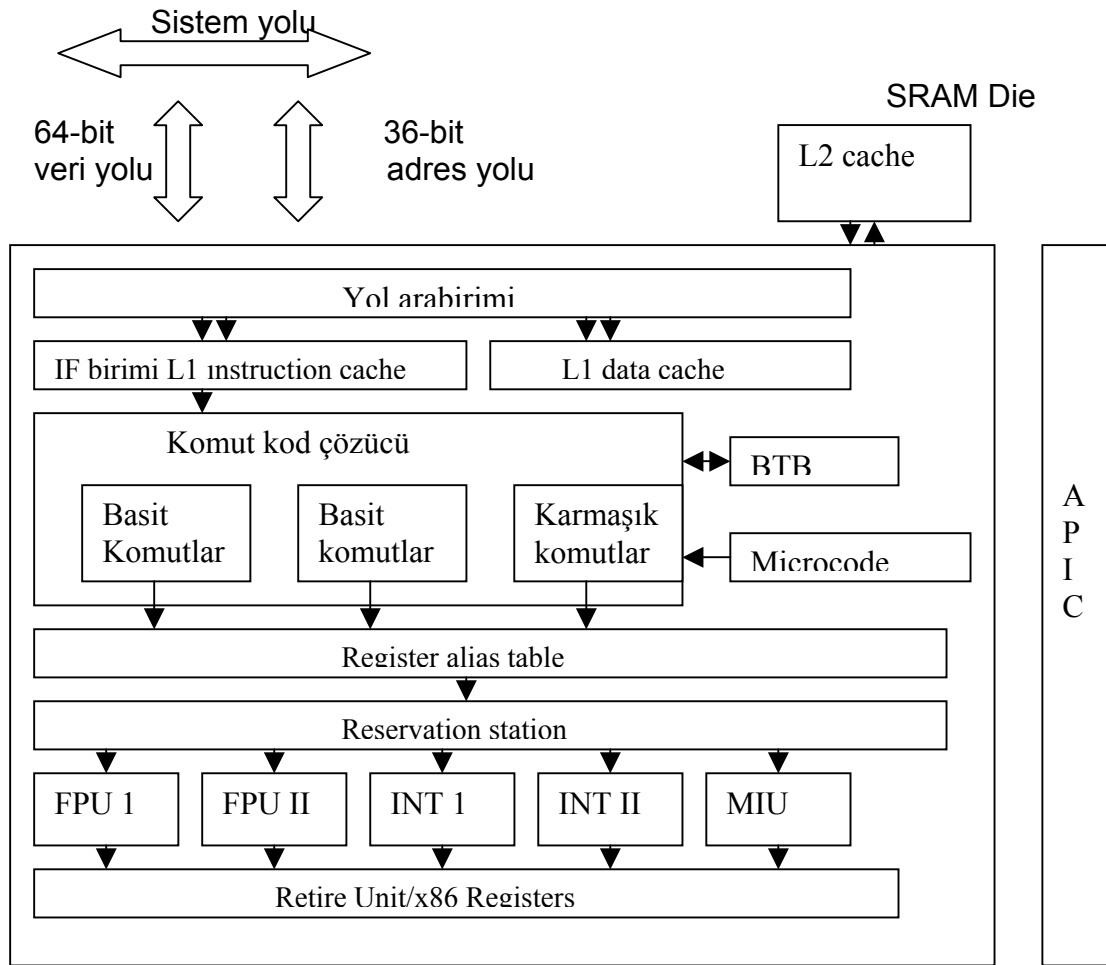
5.2 PENTIUM PRO

Pentium pro, 8086/8088, 286, 386, 486 ve Pentium işlemcilerinden sonra gelen altıncı nesil olduğu için, ilk çıkması sıralarında P6 kodu ile anılmıştır. İlk pentium pro 150 MHz hızında olup bu hızda 23 Watt güç tüketmekteydi. Daha sonraları pentium pro tümdevreleri daha yüksek hızlarda ve değişen güç tüketimlerinde üretildi. Pentium pro işlemcisinin iç mimarisi şekil 5.7'de görülmektedir.

Pentium temel özellikleri aşağıda özetlenmektedir :

- 32-bit CPU, 64-bit veri yolu, 36-bit adres yolu (64 GB adres alanı)
- Beş fonksiyonel birimli superscalar mimari : Aynı anda bir saatte, iki tane iş-hatlı tamsayı birimi iki komutu ve iki tane iş-hatlı FPU birimi iki tane kayan nokta komutu yürütülürken, diğer bir birimde hafıza okuma veya yazma işlemi yapabilir.
- Komutları sıra dışı yürütme
- Ayrı 8-KB kod ve 8-KB veri ön hafızaları (cache)
- Tümdevre üzerinde büyük (256 K,512 K ve 1 M) L2 ön hafıza
- 4-MB sayfalama, TLB'de veri bulma oranını artırmaktadır.
- Dallanma tahmini (branch prediction) donanım birimi
- Çok-işlemcili çalışma için komutlar ve ikinci seviye ön hafıza için destek

- Dahili hata bulma özellikleri
- Güç yönetim özellikleri : sistem yönetim modu ve saat kontrol
- Tümdevre üzerinde APIC denetleyicisi : kesme yönetimi ve 8259 ile uyumluluk
- Pentium Pro 5.5 milyon transistör kullanılarak üretilmiştir.
- Pentium Pro 150, 166, 180, 200 MHz gibi değişik çekirdek hızlarında üretildi.



Şekil 5.7. Pentium Pro Mimarisi

5.2.1 DIŞ VE İÇ MİMARİ

Temel olarak Pentium Pro daha önceki beş nesil ile uyum içindedir. Yani 8086/8088, 286, 386, 486 ve Pentium için olan yazılım, Pentium Pro'da çalışmaktadır. 386, 486 ve Pentium mikroişlemcileri ile aynı 32-bit saklayıcılara sahiptir. 5.5 milyon transistöre sahip Pentium Pro, daha önceki 3.3 milyon transistör ile üretilen Pentium'a göre birçok üstünlüğe sahiptir. Tablo 5.1'de Pentium ile Pentium Pro karşılaştırılmaktadır.

Başlangıcından beri CISC felsefesinde işlemciler üreten Intel firması, Pentium işlemcileriyle kullanmaya başladığı RISC kavramlarını, Pentium Pro ile devam ettirdi. Pentium Pro'da, CPU'ya getirilem bütün x86 komutları, yürütülmeden önce, daha küçük **mikroişlemciler (micro-operations)** olarak adlandırılan komutlara çevrilmektedir. Bu özellik önemli RISC kavramlarından biridir. Bununla beraber, bu yeni RISC özelliğinin yanında, Intel, CISC kavramlarından olan büyük ve karışık komut kümesini, eski x86 işlemcileriyle uyum için korumaktadır. Halbuki RISC makineleri küçük ve basit komut kümelerine sahiptir.

Pentium Pro'da derleyiciler tarafından üretilen x86 komutları, CPU içinde çalışması için mikro-işlemlere çevrilir. Bu çevrilen komutlarda 3 adresli format kullanılır. Yani komutlardaki ilk iki adres, iki kaynak için ve bir adres, hedef için kullanılır. Örneğin, ADD A, B, C gibi bir RISC komutunda, A ve B kaynak adreslerindeki ve ı toplanarak sonuç C'de saklanır. ADD AX, BX gibi bir x86 komutu düşünüldüğünde, ikinci kaynak bulunmaz.

TABLO 5.1. Pentium ile Pentium Pro karşılaştırılması		
özellik	Pentium	Pentium Pro
Sunulduğu yıl	1993	1995
Transistör sayısı	3.3 milyon	5.5 milyon
Uç sayısı	273	387
Harici veri yolu	64-bit	64-bit
Adres yolu	32-bit	36-bit
Fiziksel hafıza	4 G Byte	64 G Byte
Görüntü hafıza	64 T Byte	64 T Byte
Veri tipleri (saklayıcılar)	8, 16, 32 bit	8, 16, 32 bit
Cache (L1)	16 K(veri 8K, kod 8K)	16 K(ver 8K, kod8K)
Cache (L2)	Harici	256K/512K/1M
Superscalar	2-Way	3-Way
Yürütme birim sayısı	3	5
Dallanma tahmini	Evet	Evet
Sıra dışı yürütme	Hayır	Evet

Pentium Pro mimarisinde kullanılan 3 adresli komutlar, işlemcinin içinde kullanıcı tarafından erişilemeyen ve görülmeyen saklayıcıların var olduğu anlamına gelir. Diğer bir deyişle, programcı veya bir derleyici düşünüldüğünde, klasik EAX, EBX, ECX gibi saklayıcılar vardır ve Pentium Pro programcılarında görülebilir. Bu yapı, daha önceki x86 nesilleriyle uyumu sağlamaktadır.

Şekil 5.7'de görüldüğü gibi, Pentium Pro'ya eklenen ikinci L2 ön hafıza aynı silikon tümdevresi üzerinde değildir. Çünkü, 256K byte kadar bir SRAM için yaklaşık 2 milyon transistörün ve 512K byte kadar olan bir SRAM için 4 milyon transistörün tek bir silikon tümdevresi üzerine yerleştirilmesi mümkün değildi. Bunun için CPU ve SRAM için iki ayrı silikon alanı (die) kullanıldı. CPU özel bir ön hafıza yolu ile SRAM'a bağlandı.

Bu ön hafıza yolu CPU hızındadır. Bu mimari, üretim maliyetini artırmamasına karşın sistem performansını büyük ölçüde iyileştirmektedir.

Komut yürütmede Pentium Pro'da birbirinden bağımsız çalışabilen 5 fonksiyonel birim bulunur. İki birim (FPU I ve II) kayan-nokta komutları için, iki birim (INT I ve II) tamsayı komutları için bir birimde (MIU= Memory Interface Unit) hafıza arabirim komutları içindir.

5.2.2 HAFIZA YAPISI

Pentium Pro'ya 4 yeni adres hattı daha eklenerek adres yolu 36-bit yapıldı. Bu sayede doğrudan adreslenebilir adres alanı 4G byte'dan 64G byte'a artırılmış oldu. Ayrıca Pentium Pro 64TB görüntü hafıza alanına sahiptir.

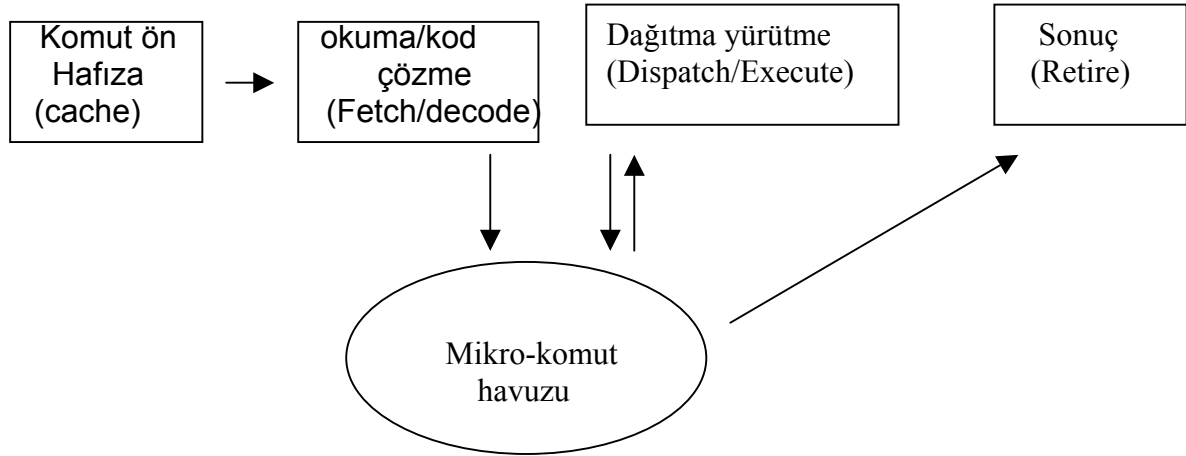
Intel firması ilk kez L2 (Level 2) ön hafızayı Pentium Pro işlemcisinin üzerine yerleştirdi. 256K, 512K veya 1M byte olabilen ön hafızanın tümdevre üzerinde olması, daha önce tümdevre dışında olan L2 ön hafızası ile CPU arasındaki haberleşme gecikmesini azaltarak çalışma performansını artırdı. Pentium gibi Pentium Pro'da, 8K byte'ı kod ve 8K byte'ı veri için toplam 16 K byte ön hafızaya sahiptir.

5.2.3 İŞ-HATTININ YAPISI

Intel, Pentium Pro için 12-aşamalı (stage) bir iş-hattı kullandı. Daha önceki Pentium'da 5 aşama bulunmaktaydı. Bu 12-aşamalı iş-hattının her bir aşamasında, önceki Pentium'a göre daha az iş bulunur. Bununla beraber, bir anda daha çok komut işlenir ve bitirilir. Bu şekilde 12-aşamalı iş-hattına sahip Pentium Pro işlemcisi **superpipelined** olarak belirtilir. Aynı zamanda, Pentium Pro sahip olmuş olduğu çok yürütme biriminden dolayı **superscalar** özellik gösterir. Bu yüzden, Pentium Pro hem superpipelined hemde superscalar yapıya sahip bir işlemcidir.

Pentium mimarisinde, iş-hattı aşamalarından biri durduğu zaman, daha önceki komut okuma (fetch) ve kod çözümü aşamaları da durmaktadır. Diğer bir deyişle, eğer yürütme biriminde bir aşama durmuş ise, komut okuma aşaması da komut okumayı durdurur. Bu aslında iş-hatlı bir yürütme mimarisinin genel bir problemi. CPU performansını arttırmak için, komut okuma ve yürütme bağımlılığına bir çözüm bulunması gerekmektedir. Pentium Pro'da bu problem için, komut okuma ve yürütme fazlarını birleştiren bir yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde, komutların hafızadaki yerleşim sırası dışında yürütülmesi mümkün olmaktadır.

Pentium Pro işlemcisinde, komutlar hafızadan CPU'ya getirildikçe, her bir komut RISC-tipinde bir dizi mikro-komutlara çevrilir ve Şekil 5.8'de görülen **komut havuzu** (instruction pool) olarak adlandırılan bir havuza yerleştirilir.



Şekil 5.8. Pentium Pro komut yürütmesi

Hafızadan CPU'ya gelen makro-komutların okunması ve mikro-komutlara çevrilmesindeki kod çözümü, programcının yazdığı sırada yapılır. Bununla beraber, mikro-komutlar komut havuzuna konulduktan sonra, bu havuzdaki komutlar, gereken verileri olduğu sürece, herhangi bir sırada yürütülebilir. Diğer bir deyişle, eğer komutlar arasında bağımlılık yok ise, programcının kodladığı sıradan farklı olarak, komutlar sıradışı yürütülür (out-of-order execution). Pentium Pro'nun Dispatch/execute birimi, gereken kaynakların durumlarına göre, komut havuzundaki mikro-komutların yürütülmelerini sıraya koyar ve sonuçları geçici olarak saklar. Bu çeşit yürütme, bir programda 20-30 komut kadar bir derinliğe gidebilir.

Sonuçları, programcının (görülebilir) saklayıcılarına (EAX,EBX gibi) komutların kodlandığı sırada sağlamak *Retire* biriminin görevidir.

Özet olarak, Pentium Pro işlemcisinde, komutlar hafızadan CPU'ya kodlandıkları sırada okunmakta, eğer komutlar arasında bir bağımlılık yok ise sıra dışı yürütülmekte ve son olarak kodlandıkları sırada saklayıcılara aktarılmaktadır. Bu şekilde komutları sıra dışı yürütme performansı önemli derecede artırmaktadır.

5.3 PENTIUM MMX

Sesli (audio) , görüntülü (video) ve grafik özellikler içeren yüksek kaliteli multi-medya uygulamaları çalıştırmak, çok hızlı ve karmaşık aritmetik işlemler gerektirir. Bu çeşit karmaşık işlemler normal olarak oldukça özel **DSP (Digital Signal Processing)** tümdevreleri ile gerçekleştirilir. Bu özel işlemciler, 2D ve 3D grafikler, görüntü ve ss sıkıştırma, faks/modem, canlı-resimli PC-tabanlı telefon ve görüntü (image) işleme gibi görevleri gerçekleştirmede kullanılır.

Bir PC'ye DSP özelliği eklemenin 3 yaklaşımı vardır:

1. Bilgisayarın anakartında, CPU ile beraber bir DSP işlemcisinin ortak kullanılması. Bu en iyi ve ideal bir yaklaşımdır. Çünkü şu an piyasada çok güçlü DSP tümdevreleri bulunmaktadır. Bunda ana problem, PC tasarımcısı tarafından takip edilecek, endüstri tarafından kabul edilmiş bir standardın olmayışıdır. Böyle bir standardın olmayışı, hem donanım hem de yazılımda uyumsuzluklara neden olur.
2. DSP fonksiyonlarını taklit etmek için, x86 işlemcisinin ve x87'nin beraber kullanılması. Bu yöntem yavaştır ve performansı genellikle kabul edilemez ölçülerdedir.
3. Bazı DSP fonksiyonlarının x86 mikroişlemcisine konulması. Bu yöntem uyumluluk ve tek bir yaklaşım getirmesine rağmen, piyasayı Intel'in tekeline bırakmaktadır. Bu yaklaşımın performansı, birinci yaklaşım kadar olmamasına rağmen, ikincisinden çok daha iyidir.

Intel firması bir PC'ye DSP özelliği kazandırmak için **MMX (MultiMedia Extention)** olarak adlandırılan bir teknolojiyi, Pentium işlemcilerine 1997 yılından itibaren koymaya başladı. Bu yılda üretilen bazı Pentium ve Pentium Pro işlemcileri, MMX teknolojisi ile sınırlı DSP özelliği sunmaya başladı. MMX, örneğin, Texas Instrument'ın 320x ailesinin işlemcileri gibi DSP işlemcilerinde bulunan zengin komutlara sahip olmamasına rağmen, birçok DSP fonksiyonunu oldukça iyi yerine getirmektedir.

Pentium MMX'in temel özellikleri aşağıda özetlenmektedir.

- MMX teknolojisi için destek:Multi-medya işlemleri için 57 tane yeni komuttur.
- 32-bit CPU, 64-bit veri yolu, 32-bit adres yolu (4GB adres alanı).
- Superscalar mimari: İki tane iş-hatlı tamsayı birimi, bit tane iş-hatlı FPU birimi,iş-hatlı MMX birimi.
- Ayrı 16-KB kod ve 16-KB veri ön hafızaları (cache)
- 4-MB sayfalama, TLB'de veri bulma oranını artırmaktadır.
- Dallanma tahmini donanım biriminin yapısını iyileştirmiştir.
- EFLAGS saklayıcısında bulunan ID bit'i ile belirlenen ve CPUID komutu kullanılarak CPU tanıma özelliği
- Güç yönetim özellikleri: sistem yönetim modu ve saat kontrol
- Tümdevre üzerinde APIC denetleyicisi: kesme yönetimi ve 8259 ile uyumluluk
- Pentium MMX 4.5 milyon transistör içerir ve Intel'in gelişmiş 0.35 mikron CMOS teknolojisi ile üretilmiştir. Bu teknoloji düşük gerilim ve yüksek yoğunluk sağlar.
- Pentium MMX 166, 200 ve 233 MHz gibi değişik çekirdek hızlarında üretildi. Bu işlemcilerin sistem yolu hızları ise 66 MHz'dir.

5.3.1 DIŞ VE İÇ MİMARİ

Pentium MMX işlemcisi, Pentium işlemci ailesinde önemli bir gelişme olmuştur. İlk çıkan ürünler, 166, 200 ve 233 MHz frekanslarında çalışmış ve Intel'in MMX teknolojisini destekleyen ilk mikroişlemcileri olmuştur. Pentium MMX daha önceki Pentium işlemci ailesiyle, hem yazılım hem de tümdevre uç uyumludur.

MMX teknolojisi **SIMD (Single Instruction Multiple Data)** tekniği tabanlıdır. MMX komutları olarak 57 tane yeni komut x86 komut kümesine eklendi. MMX teknolojisi günümüzdeki birçok Pentium işlemcisinde olmasına rağmen, bunları destekleyen yazılımlar ve derleyiciler azdır.

İlk Pentium işlemcilerinde de bulunan, dinamik dallanma tahmini donanım yapısı, doğruluğu artıracak şekilde, Pentium MMX işlemcilerinde daha iyileştirilmiştir. Ayrıca Pentium MMX, 4 taneye kadar kod sıralarını tutabilen, 4 tane ön okuma Buffer'ı içerir. Pentium MMX'te iyileştirilen diğer donanım yapısı iş-hattıdır.

5.3.2 HAFIZA YAPISI

32-bit adres yolu ile 4GB fiziksel ve 64TB görüntü hafıza alanına sahiptir. Tümdevre üzerindeki L1 ver ve kod ön hafızalarının, her birinin boyu 16K byte olarak, iki katına çıkmıştır.ön hafızalarının yapısı 4-way set associative özelliğe sahiptir.

5.4 PENTIUM II

Intel Pentium II işlemcisi, Pentium Pro ve MMX teknolojilerinin birleşimi ile üretildi. Pentium II daha önceki işlemcilerle uyumludur. İlk Pentium II'ler 233 ve 266 MHz frekanslarında çalıştı. Daha sonraları 300, 333, 350, 400 ve 450 MHz hızlarında Pentium II'ler üretildi. Pentium II'nin temel özellikleri aşağıda özetlenmektedir.

- 32-bit CPU, 64-bit veri yolu, 36-bit adres yolu (64GB adres alanı)
- Yüksek hızda CPU frekansları ve düşük güç tüketimleri için Intel's 0.25 mikron teknolojisi ile üretilmiştir. 7.5 milyondan fazla transistör kullanılmıştır.
- MMX teknolojisi içerir.
- DIB (Dual Independent Bus) mimarisi, tek-yollu işlemcilere göre, bant genişliğini ve performansını artırmaktadır.
- 233 MHz'den 450 MHz'ye kadar değişik hızlarda bulunmaktadır.
- 450, 400 ve 350 MHz frekansta çalışan ürünler, sistem yol hızını 66 MHz'den 100 MHz'ye artırarak, sistem bant genişliğini ve performansını daha iyileştirmektedir.
- SEC (Single Edge Contact) olarak adlandırılan yeni kılıf teknolojisi, yüksek performans veri işleme ve yol teknolojisi sağlar.
- 32K (16K/16K) L1 cache yoğun olarak kullanılan veriye hızlı erişim sağlar.
- 512KB, 1MB L2 cache

-
- 450, 400 ve 350 MHz frekasta çalışan ürünler, adreslenebilir hafıza alanından 4GB'a kadarını saklayabilme (cacheability) desteğine sahiptir.
 - Ölçeklenir sistemlerin 2 işlemciye ve 64GB fiziksel hafızaya genişleyebilmesini sağlar.
 - Sistem ve L2 cache yolları için, ECC (Error Correction Code) hata analiz, düzeltme (Recovery) ve fonksiyonel fazlalık (Redundancy) kontrolü veri bütünlüğü (İntegrity) ve güvenilirliği (Reliability) özelliklerini içerir.

5.4.1 DIŞ VE İÇ MİMARİ

Pentium II dış ve iç mimarisi Pentium Pro ile MMX işlemcilerinin bir birleşimidir. Bununla beraber, bu işlemcinin mimarisinde eskilerine göre bazı yeniliklerde bulunur. Örneğin, Pentium II **SEC (Single Edge Contact)** olarak adlandırılan yeni bir kılıfa sahiptir. Bu yeni kılıf **slot-1** olarak belirtilen sistem yuvasına takılır.

Pentium II, Pentium Pro ile başlayan, **dinamik yürütme (Dynamic Execution)** teknolojisi olarak adlandırılan ve aşağıda özetlenen P6 mikro-mimari donanım yapısına sahiptir.

Çoklu dallanma tahmini (Multiple Branch Prediction): Dallanmalardaki program yürütme akışını tahmin ederek işlemcinin çalışmasını hızlandırır.

Veri akışı analizi (Data Flow Analysis) : Komutlar arasındaki veri bağımlılıklarını analiz ederek komutların optimize olmuş yeniden sıralanmış görev sırasını üretir.

Tahmini yürütme (Speculative Execution) : Bu optimize görev sırasına göre, tahmini komutları yürütür ve işlemcinin yürütme birimlerinin sürekli meşgul kalmasını sağlayarak genel performansı artırır.

Intel MMX teknolojisine sahip Pentium II yeni komutlar ve veri tipleri içerir. MMX teknolojisi, birçok multi-medya ve haberleşme uygulamalarına kolay bir şekilde uygulanabilecek temel, genel-amaçlı tamsayı komutlar sunar. Bu teknolojinin bazı temel özellikleri şunlardır:

- SIMD (Single Instruction, Multiple Data) tekniği
- 57 yeni komut
- 8 tane 64-bit genişliğinde MMX teknoloji saklayıcısı
- 3 tane yeni veri tipi

5.4.2 HAFIZA YAPISI

36-bit adres yolu ile 64GB fiziksel ve 64TB görüntü hafıza alanlarına sahiptir. Intel Pentium II işlemcisinde, L1 ön hafıza boyu 16'dan 32K'ya artırıldı. İlk çıkan Pentium II 512K byte L2 ön hafızasına sahip olmasına rağmen, daha sonraları farklı boylarda L2 ön hafızalı işlemciler üretildi.

5.5 CELERON VE XEON MİKROİŞLEMCİLERİ

Intel piyasaya ucuz ve pahalı Pentium II tabanlı iki mikroişlemci, Celeron ve Xeon, sürdürdü. Bu işlemciler temel olarak Pentium II mimarisine sahip olmalarına rağmen bazı farklılıkları bulunur. Örneğin, Celeron'da ikinci seviye ön hafıza bulunmaz. Bu işlemcinin performansını düşürmektedir.

Pentium II'deki ön hafıza işlemci hızının yarı hızında çalışmaktadır. Xeon'un Pentium II'den üstünlüğü, ikinci seviye ön hafızanın (L2 cache) işlemci hızında çalışmasıdır. Pentium II slot-1 olarak adlandırılan bir anakart bağlantısına sahiptir. Buna karşın Xeon Pentium ile slot uyumlu değildir. Xeon slot-2 olarak adlandırılan yeni bir anakart bağlantısına sahiptir. Xeon yüksek performanslı sunucu (server) bilgisayarları için uygundur.

5.6 PENTIUM III

Pentium III mikroişlemcisi 1999 yılının başında Intel tarafından piyasaya sunulmuştur. Pentium ile gelen önemli bir yenilik, "Internet Streaming SIMD Extensions" olarak adlandırılan bir yapıdır. Bu mimari yapı ile ileri görüntü işleme, 3D ses ve video ve ses tanıma gibi uygulamalarda kullanılacak 70 tane yeni komut eklenmiştir. Pentium III ayrıca, P6 mikromimarisini (dinamik yürütme, çoklu dallanma tahmini, veri akışı analizi ve tahmini yürütme çok-ışlemlerli sistem yolu ve MMX teknolojisini içerir. Pentium III'ün temel özellikleri aşağıda özetlenmektedir.

- İlk ürünler 450 ve 500 MHz hızlarındadır. Bu işlemcilerin sistem yolu hızları ise 100 MHz'dir.
- Yüksek hız CPU frekansları ve düşük güç tüketimleri için Intel's 0.25 mikron teknolojisi ile üretilmiştir. 9.5 milyondan daha fazla transistör kullanılmıştır.
- Internet Streaming SIMD Extensions olarak adlandırılan bir yapı, 70 tane yeni komut ve MMX teknolojisi ile beraber ileri görüntü işleme, 3D ses ve video ve ses tanıma gibi önemli destek sağlar.
- DIB (Dual Independent Bus) mimarisi (sistem yolu ve cache yolu), tek yönlü işlemcilere göre, bant genişliğini ve performansı artırmaktadır. Ayrıca gelecek, sistem teknolojileri için yüksek bant genişliği, performans ve ölçeklenebilirlik sağlar.
- Pentium III işlemcisi Intel 440BX AGP setini kullanır.
- PC güvenliği için planlanan yapı bloklarından ilki olan işlemci seri numarası içerir.
- Intel tarafından geliştirilen S.E.C.C.2. kılıf teknolojisi, yüksek performans veri işleme yol teknolojisi ve iyileştirilmiş koruma gelecek yüksek performans işlemciler için önemli bir yapı sağlar.
- 32K (16K/16K) L1 cache yoğun olarak kullanılan veriye hızlı erişim sağlar.
- 512K L2 cache

-
- Pentium III'ün hem 450 hem de 500 MHz ürünleri, adreslenebilir hafıza alanından 4GB'a kadarını saklayabilme (cacheability) desteğine sahiptir.
 - Ölçeklenir sistemlerin 2 işlemciye ve 64GB fiziksel hafızaya kadar genişleyebilmesini sağlar.
 - Sistem ve L2 cache yolları için, ECC (Error Correction Code) hata analiz, düzeltme (Recovery) ve fonksiyonel fazlalık (Redundancy) kontrolü veri bütünlüğü (integrity) ve güvenilirliği (reliability) özellikleri içerir.

5.6.1 DIŞ VE İÇ MİMARİ

Pentium III ile ilk defa sunulan Internet Streaming SIMD ekleri, 70 yeni komuttan oluşur. Ve tek komut, çok veri (SIMD) kayan nokta (floating point) ve SIMD-tamsayı ve yedekleme (cacheability) kontrol komutlarına sahiptir. Internet Streaming SIMD eklerinden faydalanacak teknolojilerden bazıları ileri görüntü işleme, 3D ses ve video ve ses tanıma gibi uygulamalardır. Özellikle :

- Önceden mümkün olmayan daha yüksek çözünürlüklü ve yüksek kalitede resimler Pc'lerde görüntülenebilecek ve işlenebilecektir.
- Yüksek kalite ses, MPEG2 video ve aynı anda MPEG2 işlemleri (encoding/decoding)
- Ses tanıma için, daha yüksek doğruluk ve hızlı cevap zamanlarının yanında azaltılmış CPU kullanımı

Pentium III'de önemli diğer yeni bir özellik, hafıza yönetimi için sunulan komutlardır. Bu komutlar ile bir programcı istenilen verilerin L1, L2 ön hafızalarında veya ana hafızada olacağını belirleyebiliyor. Örneğin, büyüklüğü nedeniyle L1 ön hafızasına sığmayan bir 3D nesnesi L2 üzerinde saklanıp üzerinde işlem yapılabilir.

Pentium III ayrıca, birçok multimedya ve haberleşme uygulamalarında kullanılacak, 57 tane temel, genel amaçlı tamsayı komut ve 4 yeni veri tipi içeren Intel MMX teknolojisini içerir. Bu teknoloji SIMD tekniğini kullanır ve 8 tane 64-bit genişliğinde saklayıcı içerir. Pentium III, daha önce Pentium Pro ile sunulan ve P6 mikromimari dinamik yürütme teknolojisi olarak belirtilen ve çoklu dallanma tahmini, veri akışı analizi ve tahmini yürütme olarak temel 3 fonksiyonlu mimari yapıyı içermektedir.

Intel'in planladığı PC güvenliği yapı taşlarının ilki olan işlemci seri numarası, işlemci için bir elektronik seri numarası olup, sistem veya kullanıcının bilgisayar ağları veya uygulamaları tarafından tanınmasını mümkün kılar. İşlemci seri numarası sistem ve kullanıcı tanınmasının daha güçlü şekillerde gerektiği aşağıdaki alanlarda kullanılabilir.

- Güvenlik gerektiren uygulamalar : Yeni Internet verilerine ve hizmetlerine güvenli erişim ve doküman aktarımı.

-
- Yönetim uygulamaları : Sistem koruması, sistem yükleme ve ayar değişimi için uzak erişim.
 - Bilgi yönetim uygulamaları : Her türlü güvenli bilgi yönetim sistemleri ve ağları.

Pentium III, sistem yolu bant genişliğini çok yüksek tutacak şekilde aynı anda birçok işlemi destekler. İki işlemciye kadar şeffaf yani hiçbir ek bağlantı ve yük getirmeyen bir destek sağlar. Bu düşük fiyatlı, iki-yollu simetrik çoklu-işlemi mümkün kılar ve çok görevli işletim sistemleri ve uygulamaları için önemli bir performans artırımını sağlar.

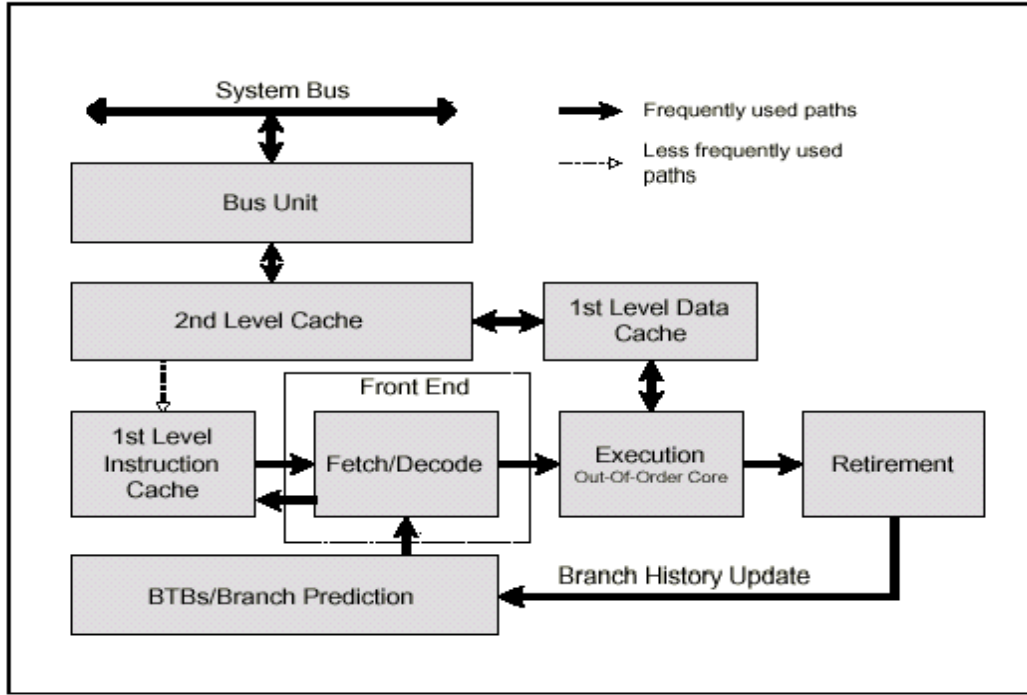
5.6.2 HAFIZA YAPISI

36-bit adres yolu ile 64GB fiziksel ve 64TB görüntü hafıza alanlarına sahiptir. Pentium III'de bulunan 512K ikinci seviye ön hafıza (cache), yoğun olarak kullanılan komutlara ve verilere hızlı erişim sağlayarak ortalama hafıza erişimini azaltarak performansı artırır. Performans özel 64-bit cache yolu ile daha da iyileşir.L2 ön hafızanın hızı, işlemci çekirdek frekansı ile paralellik gösterir.

Pentium III işlemcisi aynı zamanda birinci seviye L1 ön hafızalara da sahiptir.daha önceki Pentium II gibi, 16K komutlar ve 16K veriler için olmak üzere iki tane birinci seviye ön hafıza içerir.

5.7 PENTIUM IV

Pentium 4, 20 Kasım 2000 tarihinde piyasaya çıktı. Çıkması ile birlikte dünyanın büyük bilgisayar şirketleri Compaq, IBM, Dell, HP ve Gateway dahil işlemciyi kullanan ürünlerini pazara sundular. Aynı anda donanım konusunda inceleme yapan siteler de test sonuçlarını yayınladılar.

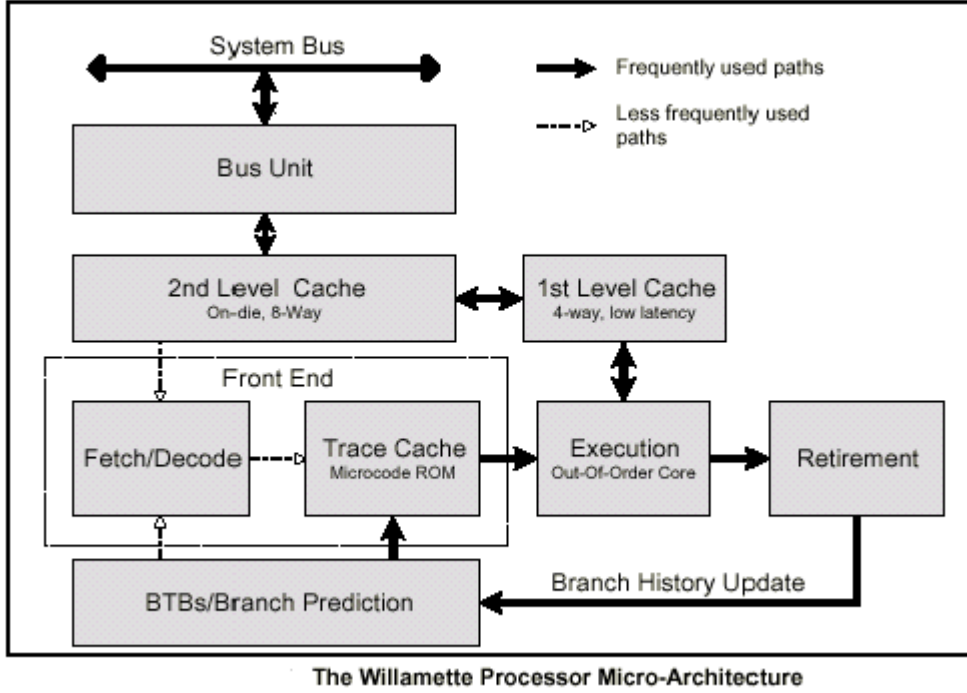


**The P6 Processor Micro-Architecture
with Advanced Transfer Cache enhancement**

P4 Intel'in 5 yıldan sonra gerçekten tasarladığı ilk mikroişlemcidir. 1995 yılında Pentium PRO işlemcisi ile Intel önceki mimarisi Pentium'un tasarımını tamamen yenilemiş, işlemci özellikle sunucu pazarında satılmak üzere pazara çıkmıştı. P6 CPU çekirdeği Intel'e uzun yıllar yetecek bir taban hazırladı. P6 üzerinde MMX ve SSE komut kümeleri, cache ve cache kontrol mekanizmaları eklendi, üretim teknolojisi 0.33 mikrondan geçen yıllarla 0.18 mikron'a indirildi ve beş yıl içerisinde Intel aynı işlemciyi Pentium Pro, Pentium II, Celeron, Celeron A, Pentium III, Xeon, Pentium III Coppermine ve Celeron II şeklinde pazara soktu.

Beş yaşındaki ihtiyar çekirdeğe sahip PIII, 1Ghz sınırına dayandı ve daha yukarı çıkamadı (PIII 1.13 Ghz pazardan geri toplandı). Fırsattan istifade eden AMD işlemcileri Athlon ve Duron ile PIII ve Celeron işlemcilerini fiyat, performans ve sırası ile 1200Mhz ve 800Mhz ile saat hızı açısından geride bıraktı.

5.7.1 PENTIUM4 (WILLAMETTE) İŞLEMCİSİYLE GELEN YENİLİKLER VE GENEL ÖZELLİKLERİ



NetBurst

P4 işlemcisi aslında Intel'in bir anda ortaya çıkardığı bir işlemci değil. Şirket uzun yıllardır üzerinde çalışıyordu. Kod adı Willamette olan P4, her açıdan PIII'ten farklı, tamamen yeni bir mimari. Bu mimariye ise Intel adını hatırlatırcasına "NetBurst" adı verilmiş. NetBurst ile Intel işlemci mimarisinde yeni kavramları da ortaya attı. Bunlar :

- *Hyper Pipelined Technology,*
- *Rapid Execution Engine,*
- *Execution Trace Cache, 400MHz sistem yolu hızı,*
- *Advanced Dynamic Execution,*
- *Advanced Transfer Cache,*
- *Enhanced Floating Point & Multimedia Unit*
- *Streaming SIMD Extensions 2.*

5.7.2 HYPER PIPELINED TECHNOLOGY

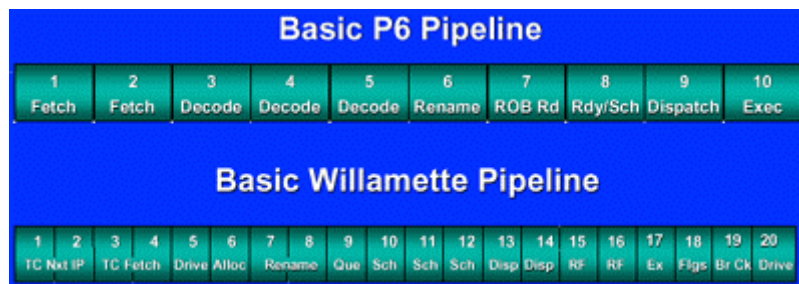
İş hatları (*pipeline*) günümüz mikroişlemcilerinin temel yapıtaşlarıdır. Intel P4'te iş hattı boyunu PIII'e göre ondan yirmiye çıkararak abartılı bir biçimde büyütmüş adını da *Hyper Pipelined Technology* koymuş. Hyper kelimesi ise PIII ve diğer gelişmiş mikroişlemcilerde bu işhattı yapısına *Super Pipelined* adı verildiği için kullanılmış herhalde. P4'ün bu derece yüksek hızlarda sürülebilmesindeki temel sebep bu. Hemen aklımıza neden Intel bunu daha önce yapmamış, neden iş hattı kademe sayısını 50 yapıp 10Ghz'de ürünler ortaya çıkıyor diye sorabiliriz.

Bunun nedeni basit. Uzun iş hatlarının birkaç dezavantajı vardır. Bunlardan birisi yazılımın sınırlı sayıda register kullanması sonucunda ortaya çıkan bazı bağımlılık problemleri diğeri ve daha önemlisi ise iş hatlarının kabusu olan "*Conditional Branch*" yani koşullu dallanma komutları.

Örneğin, temel bir dilde yazacak olursak
Hafızaten değer oku,
A'ya yaz
Eğer A=2 ise 500.satıra zıpla.
Değil ise devam et.

gibi bir yazılım bu uzun iş hattına girerse bu kabus gerçekleşebilir. Yani hafızaten bir değer okunup kontrol edildiği sırada bu komutlar çoktan iş hattının sonuna gelmişlerdir. Eğer dallanma gerçekleşirse o ana kadar işlenen bütün komutlar çöpe atılır ve zıplamanın yapıldığı 500. satırdan itibarenki komutlar ele alınır. P4'te bu tip bir durum oluşması durumunda işlemci hiç yoksa 10-19 arası CPU saat çevrimini kaybediyor. bu ise onca hız avantajının bir anda kül olması anlamına gelebiliyor.

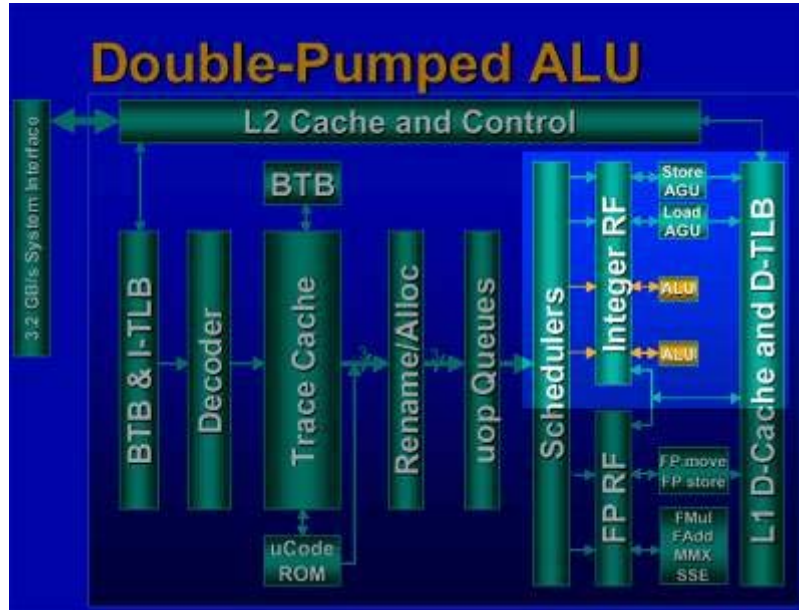
Bunu engellemenin iki yolu var, birincisi gene bütün modern işlemcilerde kullanılan dallanma tahminidir (*branch prediction*). *Branch prediction* algoritmaları ile bu durum ortaya çıkmadan önce yazılımın gidişatına bakarak işlemci dallanmanın meydana gelip gelmeyeceğini tahmin eder ve gerektiğinde dallanma olacakmış gibi zıplanacak yerden itibarenki kodu iş hattına yerleştirir. Eğer tahminleri tutarsa hiç saat işareti kaybetmemiş olur, tutmazsa gene aynı saat kaybı yaşanır. Günümüzdeki dallanma tahmin algoritmaları genellikle tahminlerini %90'ın üzerinde tutturabilmektedirler.



Intel P4'ü tasarlarken yeni bir dallanma tahmin algoritması kullandıklarını ve bunun bu kötü durumu ortadan kaldıracığını iddia etmişti. Ancak birazdan bahsedeceğimiz testler Intel ile pek aynı fikirde görünmüyor ve ne kadar iyi bir tahmin algoritması yaparsanız yapın risk daima vardır.

5.7.3 RAPID EXECUTION ENGINE

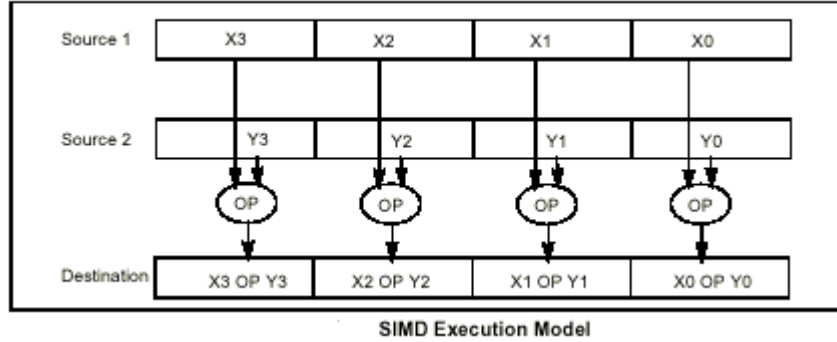
Intel çok uzun iş hattının zaafalarını kapatabilmek için işlemci tarihinde bir ilki daha gerçekleştirdi. Pentium 4'ün aritmetik-lojik işlem üniteleri saat hızının iki katında çalışıyor. 1.5GHz saat hızındaki bir P4 3 Ghz hız ile aritmetik işlemleri yerine getirebilir. Bu şekilde çalışan bir P4 tam sayı ünitesinin performansı daha düşük hızdaki bir PIII ile başa baş görünüyor. Bunun temel nedeni dallanma tahminidir. Dallanma tahmini tamsayı-kayan nokta karmaşık kodlarda oldukça iyi sonuç verse de sadece tamsayı işlemlerin gerçekleştiği durumlarda bir felakete neden oluyor. Bu nedenle çift hızlı bir ALU bile P4'ü tamsayı işlemlerin kullanıldığı ofis, internet, şifreleme, yazılım derleme konularında son derece güç bir duruma sokuyor. P4'ü tamsayı uygulamalarda daha sefil duruma sokmaktan alıkoyan tek şey son derece iyi hafıza erişim performansı.



5.7.4 CACHE

Cache hafızalar günümüz işlemcilerinin performansını belirlemede en büyük rolü oynayan etkidir. L1 cache miktarları işlemcilerde komut + veri cebi şeklindedir ve miktar ikiye katlanır. P4'te son derece düşük miktarda L1 cache kullanılmış. sadece 8KB. L1 cache'i küçültmek Intel'e L1 cache'inden verileri alma hızı avantajını getirirken istenilen bilginin cache'te olmama olasılığı büyük ölçüde artıyor. L1 cache'inde bir veri bulunmadığı zaman ise L2 cache'ine başvuruluyor. P4'te L2 cache PIII ve Athlon ile aynı büyüklükte yani 256Kb.

Intel işlemcilerinin AMD'ye karşı en büyük avantajlarından birisi L2 cache'in bant genişliği. Buna göre hepsi 1.5Ghz'de çalışmak kaydıyla PIII 2,4GB/s, P4 4,8GB/s Athlon ise sadece 0,6GB/s bant genişliğine sahip. Bu farkın en büyük nedeni ise L2 cache erişim yapılan yolun genişliğinin PIII ve P4'te 256bit, Athlon'da ise 64 bit olması.



5.7.5 sse2

Streaming SIMD Extensions olarak adlandırılan bu komut kümesi Intel'in Pentium III'ü çıkarması ile gündeme geldi. SSE, genellikle üç boyutlu işlemler, matrisler ya da çoklu ortam uygulamalarında kullanılan matematiksel hesapların daha hızlı işlenmesini sağlıyor. SIMD, Single Instruction Multiple Data , yani tek komut çok veri anlamına geliyor.

Diğer komutlardan farkını şöyle izah edebiliriz.

Örneğin $A=(B+C+D)*E$ şeklinde ifade edilebilecek bir matematiksel işlem SIMD olmayan komutlarla

$A= B; A= A+C; A= A+D; A= A*E$

şeklinde 4 hamlede yapılırken bu işleme özel sadece 1 SIMD komutu ile bir saat darbesinde bütün işlem gerçekleştirilebilir.

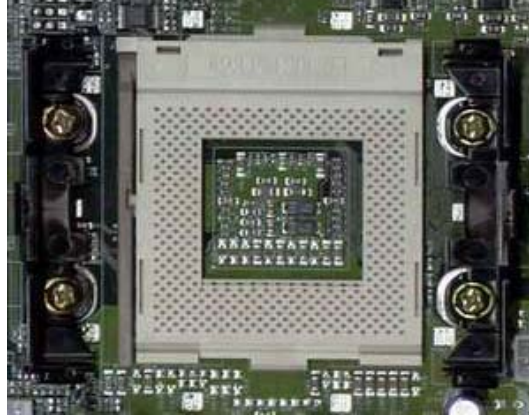
SSE'nin bir benzerini ama biraz daha basit yapısını AMD 3DNow! ile kendi işlemcilerinde gerçekleştirdi. Basit yapılı olması SSE'ye karşı bazı performans zayıflıklarının oluşmasına neden olsa da uygulama kolaylığı sayesinde beklenenden iyi bir destek buldu. SSE'nin takipçisi ise P4'te SSE2 oldu. SSE2, fazladan 144 tane komut içermesi ve 64 bitlik kayan noktalı işlemler yapması ile P4'ün performans testlerinde bazı durumlarda çok iyi sonuç vermesine neden oldu. Ama SSE'nin en büyük eksikliği tamamen yazılım desteğine bağlı olması. Günümüzde SSE destekli yazılımlar var olsa da genel anlamda kabul görmüş yazılımlar bütün pazarda kabul görmeyen ve uygulaması hayli zor olan bu kod kümesini kullanma konusunda hızlı davranmadılar. O yüzden Intel'in SSE'yi öne çıkardığı yazılımlar genelde kimsenin adını duymadığı ya da kullanmadığı uygulamalar.

SSE2 ile bu durum değişebilir. Bunun üç nedeni var, birincisi Microsoft Intel'e bu konuda gelecek işletim sisteminde destek verecek. İkincisi Intel'in gerçekten vaadettiği performansı sağlaması için SSE'li ciddi yazılımların artmasına her zamankinden daha fazla ihtiyacı var, üçüncüsü ise Intel için acı ama AMD'nin gelecek nesil işlemcisi Hammer serisinde SSE2'ye destek verecek SSE2'nin standart hale gelmesi gerçekten iyi olabilir ama SSE2'ye destek veren oyun ve uygulamaların 2001 sonuna kadar yaygınlaşacağını pek sanmıyoruz. Intel aynı sancıyı PIII ile de yaşamış bir türlü istediği uygulama desteğini bulamamıştı.

SSE türü komut setlerinin oyunlarda sağladığı bir performans etkisi geçtiğimiz senelerde var olsa da gelişen grafik çipi pazarında ortaya çıkan ürünlerle bu etki özellikle yüksek çözünürlük ve efektler kullanıldığı durumlarda son derece azaldı. Testlerde Geforce 2 grafik kartına sahip bir Duron ya da P4 yüksek çözünürlükte aynı performansı veriyor.

5.7.6 INTERFACE (ARABİRİM)

P4 Socket-423 adı verilen bir sokete uygun tasarlanmış. Daha sonra ise Socket-478 adı verilen tipi de çıktı. Yani gelecek P4'lerin şu andaki anakartlar ile çalışması mümkün olmayacak. Şu an kullanılan Soket-A yapısı

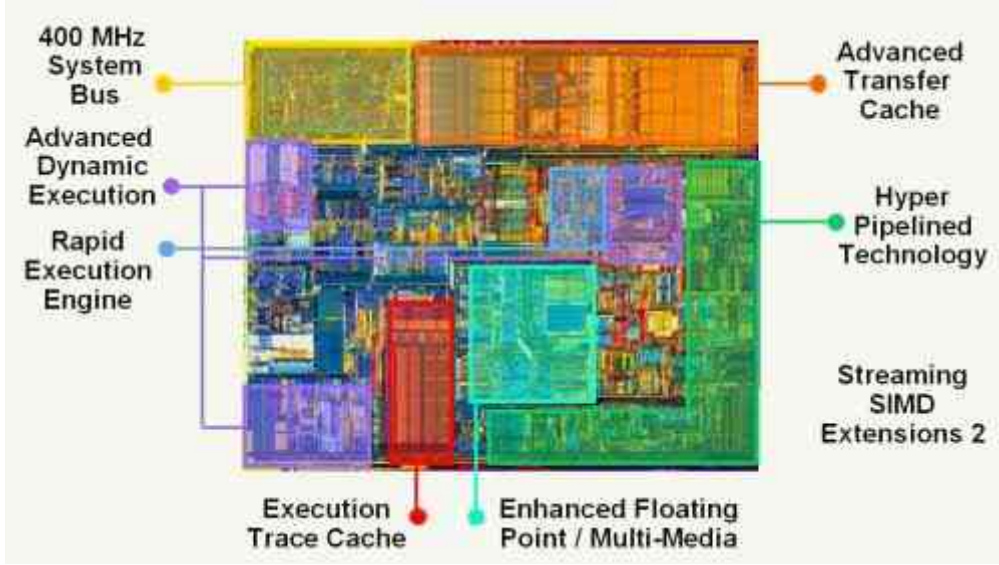


kullanılmaya devam edecek. Ama işlemcilerin tam performansından yararlanmak için yani *DDR SDRAM* destekli ve 266Mhz *FSB*'li kullanmak için anakartın da değiştirilmesi gerekecek.

5.7.7 ÜRETİM

P4 bugün AMD işlemcileri ve PIII'te kullanılan 0.18 mikron teknolojisi ve alüminyum bağlantılarla üretiliyor. 2001'in ortalarında bakır bağlantılara geçiş yapılacak. Ancak P4'ün eksilerinden birisi çipin boyu. İşlemci çekirdeğinin kapladığı yüzey 217mm². Yani tam bir dev. 42 milyon transistör olan P4 kendisine yakın sayıda 37 milyon transistör içeren 120mm²'lik Athlon'un neredeyse iki katı yüzey kaplıyor. Bunun anlamı ise Intel'in muhtemelen pazarı besleyebilecek miktarda üretim yapamayacak olması. Ancak Intel bu konuda kendisinden emin görüyor. Intel 2001 sonuna doğru

gerek PIII gerekse P4'ü bir adım öteye taşıyarak 0.13 mikron ile üretmeye başladı. Bu daha küçük, daha ucuz, daha hızlı ve daha soğuk işlemciler anlamına geliyor.



5.7.8 GÜÇ TÜKETİMİ VE SOĞUTMA

İşlemci bu denli yüksek yüzey alanına sahip olmasına rağmen saat hızına göre oldukça "iyi" sayılabilecek 52W güç harcıyor. 1.5 Ghz saat hızında sürülmüş bir Thunderbird Athlon'un ise 70W civarında güç tüketmesi bekleniyor. P4'ün burada karşımıza çıkardığı sorun da kullanmakta olduğunuz güç kaynağı zayıf ise değiştirme mecburiyetiniz. Aslında aynı durum AMD için de geçerli. Intel soğutma alanında da yeni bir politika izleyip işlemci ile oldukça dev bir yapıya sahip ve takma stili ile meydana gelebilecek kazaları engelleyen bir soğutucuyu işlemci ile birlikte üreticilere sunuyor. Soğutucu konusunda AMD işlemcileri Intel'e göre biraz daha hassas. İyi ellerde takılmayan bir soğutucu işlemcinin yanmasına neden olabiliyor. Soğutucu işlemciye yerleştirilirken anakart ve kasa üzerindeki dört vida'dan destek alınıyor. Bu şu anda kullanmakta olduğunuz kasayı büyük ihtimalle P4 ile kullanamayacağınız anlamına geliyor. Bazı anakart ve kasa üreticileri ise muhtemelen bir metal plaka ile P4'ün var olan kasalara takılabilmesini sağlayacaklar.



5.7.9 ÇİPSET, YOL

Intel P4 yeni bir yol ve çipset'e sahip. Çipset i850 olarak adlandırılıyor. i850 yapı olarak çift işlemci desteği veren i840 çipsetini andırıyor. *AGP 4x*, *ATA 100* desteği veriyor ama çift işlemci desteği yok. İşlemci ile çipset arasındaki yol ise *AGTL+* yolu olarak adlandırılıyor ve 100MHz saat hızı, 400MHz efektif erişim hızına sahip (Quad pumped). Bu *Athlon*'ları andırıyor ama *Athlon* e *Duron*'da Efektif hız 200Mhz, yeni sürümlerinde ise 266Mhz. 3.2GB/s bant genişliğine sahip bu yol, ilerde geliştirilecek çift işlemci desteği verecek.



P4 şimdilik sadece *Rambus RDRAM* ile çalışıyor. Bu terfi düşünenler için başka bir engel. *RDRAM* her ne kadar oldukça hızlı olsa da performansa etkisi bazı uygulamalar hariç çok belirgin olmuyor ve *SDRAM*'a göre yerine göre 2-3 kat pahalı bulunabiliyor. *RDRAM*'ın baş rakibi *DDR SDRAM* desteği de henüz yok, ama Intel ve Via'nın *DDR SDRAM* destekli çipset ve işlemcileri çıkarması bekleniyor. *RDRAM*'ın avantajlarından birisi anakartlarda *DDR SDRAM*'li sistemlerin aksine 2-3 tane yerine 4 RIMM slotunun bulunabilmesi. Intel'in kuzey köprüsü (North Bridge) adını bırakıp *MCH* (Memory Controller Hub) adını verdiği i850 çipsetinin hafıza ile işlemci arasındaki köprü vazifesini gören kısmı yapı olarak oldukça büyük ve çalışırken soğutucu takmak gerekiyor. Pentium 4 anakartları da boyca epey büyük bir yapıya sahip. Çipsetin en büyük dezavantajlarından birisi de sadece kendi başlarına AMD'nin *DDR* çipsetinin yaklaşık iki katı bir fiyata sahip olması.

5.7.10 ANAKART

Anakart üreticileri ilk defa Intel ürünleri için çok hevesli davranmadılar. Bunun nedenlerinden birisi aylar boyunca işlemcinin fazla talep görmeyecek olması ve sadece *RDRAM* ile çalışması. Buna rağmen ASUS P4T, Gigabyte GA-8TX, Intel D850GB ve MSI MS-6339 2000 yılının sonunda pazarda boy gösterecek. İşin ilginç yanlarından birisi Intel'e daima arka çıkan Abit'in bu defa i820 fiyaskosundan sonra P4 için uzun süre anakart çıkarmayacağını duyurması oldu.

