

Intel i9 ve AMD Ryzen Mikroişlemci Komut Yapıları

ALİ HADİ ALTUNGÖK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

BİLGİSAAR MÜHENDİSLİĞİ

BİLGİSAYAR MİMARİSİ

Prof.Dr. M.ALİ AKÇAYOL

ARALIK 2020

ÖZET

Mikroişlemcilerde, gerçekleştirilen bir çok işlemin belirlenmesi ve yönetilmesi için mikroişlemci türlerine aileleri ve nesillerine göre işlemcilerde komut kümeleri (instruction set) bulunmaktadır. Bu komut kümeleri yaptıkları işlemin türüne göre sınıflandırılabilir. Geliştirilmiş olan bu komutlar donanımsal olarak gerçekleştirilen işlemlerin assembly dilinde ifade edilmesi olup bu dil donanım ile yazılım arasında bir arayüz olarak ifade edilebilmektedir. Bu araştırma ödevinde komut yapıları ve kümeleri araştırılacaktır. Intel i9 ve AMD Ryzen mikro işlemcilerinin komut yapıları anlatılacak kaynaklar gösterilerek komut yapıları açıklanıp, her iki işlemci için de kaynaklardan elde edilen bazı komutlar gösterilecektir. Yapılan araştırmalar sonucu bu iki işlemcilerin avantaj ve dezavantajları detaylı olarak karşılaştırılıp açıklanarak kullanılan komutların farklılıkları gösterilip araştırma ödevi gerçekleştirilecektir.

Intel i9 ve AMD Ryzen Mikroişlemci Komut (Instruction) Yapıları

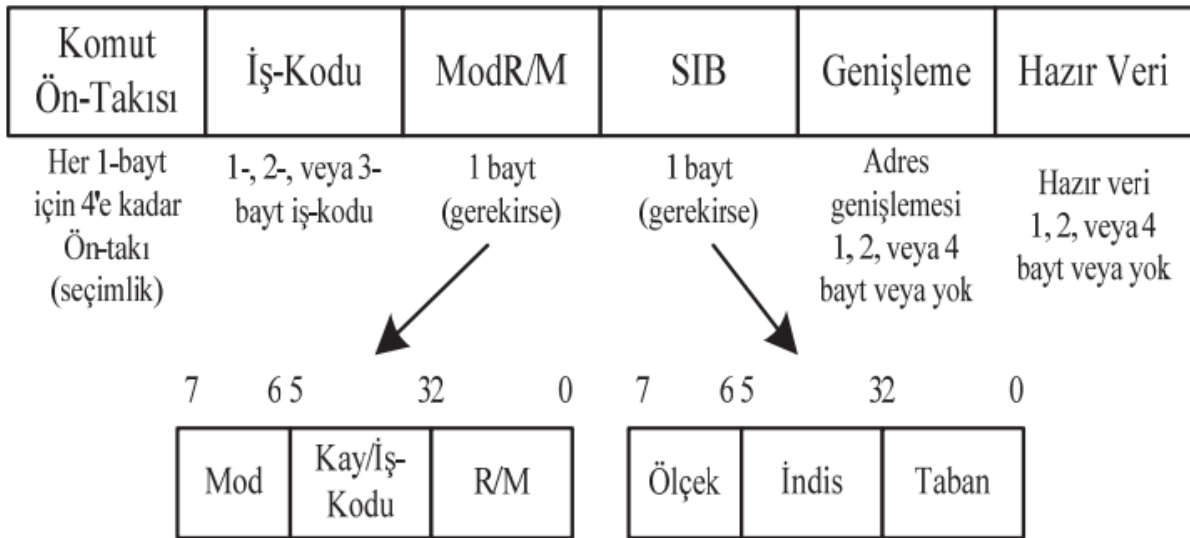
İşlemciler kedi içlerinde gerçekleştireceği adımları belirli komutlarla gerçekleştirmektedir. Aritmetik işlemleri hafıza birimlerine datayı yazma ve hafızadan data okuma işlemlerini, mantık işlemlerini ve diğer işlemleri bu komutlarla gerçekleştirmektedir. İşlemci mimarileri ve yapıları değişikçe işlemcilerin yeni sürümleri üretildikçe bu sürümlerde de farklı komutların kullanıldığını görmekteyiz. Bu araştırma ödevinde de Intel i9 ile AMD Ryzen işlemcilerinde kullanılan komut yapılarını ve setlerini inceleyip karşılaştırmaya çalışacağız.

Komut setlerinden bahsedecek olursak farklı türde işlemleri yapacak olan farklı komut grupları olduğunu söyleyebiliriz. İşlemci aritmetik işlem, mantık işlemi yanı sıra kontrol işlemi iletim işlemi hafıza yönetim işlemleri gibi farklı işlemleri yapmaktadır. Dolayısı ile bu işlemler için farklı komutlar bulunmaktadır ve her işlem grubu için komutlar gruplandırılabilir. Aynı zamanda komut setli mimarisi registerleri, desteklenen veri türlerini, main memory'i yönetmek yöneten sistemdir de diyebiliriz.

Girdi çıktı instructionalardan bahsedecek olursak girdi çıktı kapıları kontrol edilmekte mevcut komutlar ile gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda aritmetik işlemlerde toplama işleminde, çokarma işleminde, çarpma ve bölme işlemlerinde de bu işlemler gerekli komutlar ile belirtilmektedir. Her bir data mimariye göre 64 bir 32 bit olabilmektedir. Bu değerler işlem yapılacak olan datanın kaç bitten oluştuğunu göstermektedir. Mantık işlemleride bu komutlar ile mantık kapıları ile sağlanmaktadır. Aynı zamanda kontrol komutları da mevcuttur. Geçerli verinin hafızaya yazılması hafızadan okunması adresinin okunup belirlenmesi gibi işlemler kontrol komutları ile gerçekleştirilir.

Mikro işlemci mimarisine göre her bir datanın bit boyutu değişebilmesiyle birlikte aynı işlemi yapan komutlar her işlemcide de bulunabilmekte fakat bu komutların bitlik karşılığı, değeri işlemciler arasında bir birine göre değişebilmektedir.

Assembly dilinde tüm program bahsettiğimiz komutlar ile ifade edilmektedir. İlk olarak intel işlemci mimarileri bu şekilde gerçekleştirilmiş AMD mimarili işlemcilerde intel işlemcilerini baz alarak üretildiği için o mimarilerde de bu şekilde gerçekleştirilmektedir. Aşağıdaki şekilde 32 ve 64 bitlik intel komut kodlarının genel formatı görülmektedir.

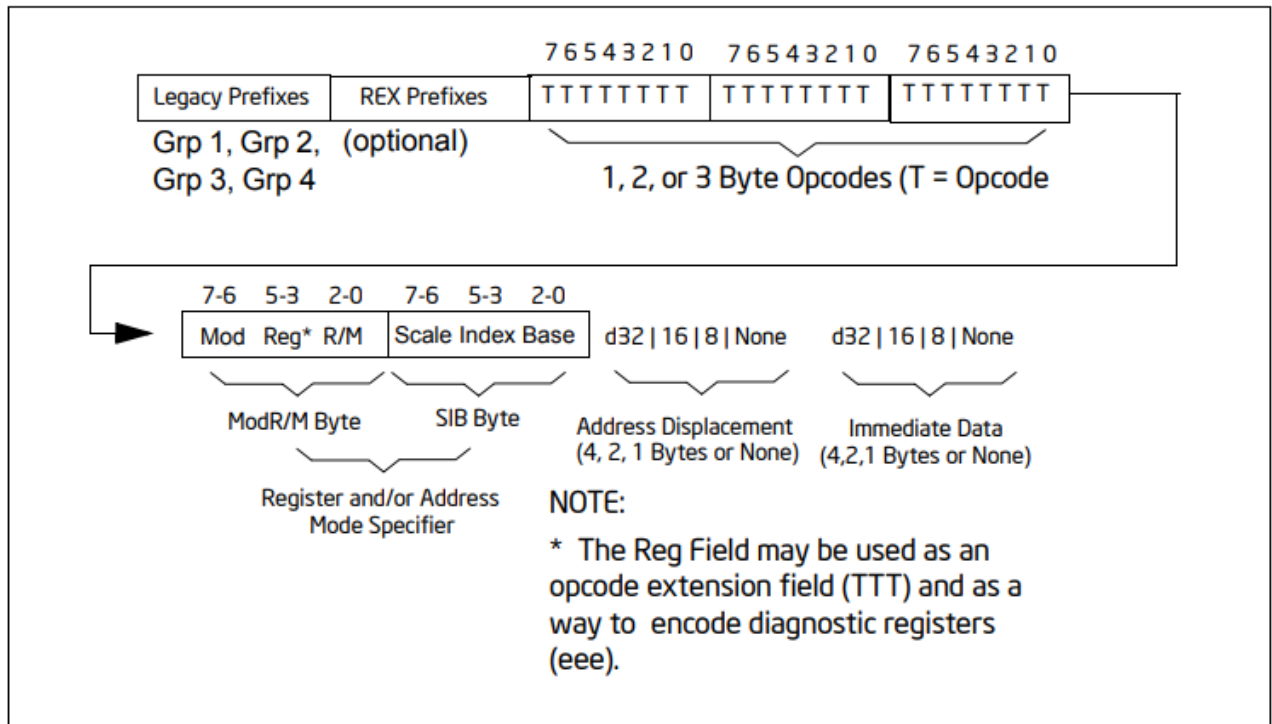


Şekil 1[1]

Bilgisayarda soyut bir model olan ISA (Instruction set Architectures- komut set mimarisi), komutlarla hangi işlemler yapacağını belirlediğinden ve assembly dili ile oluşturulduğundan yazılım ile donanım arasında kurulan ilk ara yüz de denilebilir. Bir ISA için yazılmış yazılım aynı ISA'nın farklı uygulamaları üzerinde çalışabilir. Bu ikili uyumluluk uygulanabilirliği arttırmakla birlikte bilgisayar maliyetlerini düşürmüştür.

Makine komut bileşenlerinden bahsedecek olursak operation kod, source operand, result operand ve next instruction bileşenlerinden bahsedilmektedir. Operation kod (opkod) gerçekleştirilecek işlemi belirleyen kod bileşenidir. Source operand bileşeni gerçekleştirilecek işlem için girişleri belirler. Result operand işlemin sonucunun gösterir. Next instruction ise şimdiki instructiondan sonra hangi instructiona geçileceğini belirler. Source ve Result operandlar işlem girişi ve işlem sonucu gösterdiklerinden hafızadan bir referans gösterebilir, işlemcideki registerlerden birini gösterebilir ve ya bir I/O cihazını referans gösterebilmektedir.

Kaynak olarak gösterdiğimiz Intelin dokümanlarına göre tüm Intel mimarisi yönergeleri, aşağıdaki şekilde gösterilen genel makine yönergesi biçiminin alt kümeleri kullanılarak kodlanmıştır.



Şekil 2[2]

Intel işlemcisi opcode larından bahsedecek olursak bir primary opcode uzunluğu 1, 2 yada 3 bit olabilmektedir. Bu durum işlem sınıfına göre değişebilmektedir. Nedereyse bütün komutlar bir registre hada hafıza bytına başvurmaktadır.

Şimdi de kaynağımıza göre mevcut olan Intel işlemci komutlarından bazılarını göstereceğiz:

ADD - Ekleme

AND - Mantık kapısı

ARPL - Seçicinin RPL Alanını Ayarlama

BOUND - Sınırlara Karşı Diziyi Kontrol Et

BSF - İleri Bit Taraması

BSR - Geri Bit taraması

BT - Bit Testi

BTC - Bit Testi ve Tamamlayıcı

BTR - Bit Testi ve Sıfırlama

BTS - Bit Testi ve Ayarı

CALL - Çağrı Prosedürü (aynı segmentte)
 CBW - Byte'ı Word'e Dönüştür
 DAA - Eklemeden sonra AL'yi Ondalık Ayarla
 DIV - İmzasız Bölme işlemi
 IDIV - İmzalı Bölme işlemi
 IMUL - İmzalı Çarpma işlemi
 IN - Bağlantı Noktasından Giriş
 INVD - Önbelleği Geçersiz Kıl
 JMP - Koşulsuz Atlama (diğer bölüme)
 LAR - Yük Erişim Hakları Baytı
 LEA - Etkili Adres Yükle
 LGDT - Global Tanımlayıcı Tablo Kaydını Yükle
 LMSW - Makine Durum Sözcüğünü Yükle
 MOV - Kayıtlara / Kayıtlardan Taşı
 NOP - İşlem Yok
 OUT - Bağlantı Noktasına Çıkış
 PUSH - İşleneni Yığın üzerine itin
 RCR - Sağa Taşımayla Döndür
 SAL - Sola Kaydırma Aritmetiği
 SAR - Aritmetiğe Kaydırma Sağa

AMD Ryzen işlemcilerinden bahsedecek olursak mimarisi, uzun modu desteklemek için ek talimatlarla birlikte 86 bitlik komut setini desteklemektedir .Uygulama programlama talimatları aşağıdaki gibi dört alt grup halinde düzenlenmiştir[3]:

General-Purpose Instructions(Genel Amaçlı Talimatlar) : Bu talimatlar neredeyse tüm 86x integer talimatlarıdır. Bu talimatların çoğu genel olarak mevcut verilerin yüklenmesi depolanıp çalıştırılması register(GPR) yada hafızaya yerleştirilmesi işlemleri gerçekleştirilir. Bu grubun bazı talimatları program akışını dallandırarak diğer programlar ile sıralı olarak değiştirir.

Streaming SIMD Extensions Instructions (SSE) : Bu talimatlar verileri yükleyip depolama ve üzerinde çalışma işlemini YMM/XMM registerlarında gerçekleştirir. 128 bitlik media komutları, YMM yazmaçlarının üzerinde çalışmaktadır. SSE ler integer ve floating-point paketleri üzerlerinde işlem yapmaktadır. Aynı anda birden fazla veri kümesi üzerinde tek bir işlem gerçekleştirilebilmektedir. Bunlara tek komut çoklu data üzerinde işlem anlamına gelen SIMD (single instruction, multiple-data) denmektedir. Yüksek performanslı media uygulamaları ve bilimsel uygulamalar üzerinde kullanılırlar.

Multimedia Extension Instructions (Multimedya Uzantı Talimatları) : Bu komut kümesi MMX teknolojisi ve AMD 3DNow teknolojisi talimatlarını içermektedir. Bu talimatlar, öncelikle 80 bit x87 kayan noktalı kayıtlara eşlenen 64 bit MMX kayıtlarında (yazmaçlarında) bulunan verileri yükleme, depolama ve üzerinde çalışma işlemlerini gerçekleştirmektedir. SSE komutları gibi, vektör (paketlenmiş) ve skaler veri türleri üzerinde integer ve floating point verileri üzerinde işlemleri gerçekleştirirler. Bu talimatlar, yüksek hassasiyet gerektirmeyen medya uygulamalarında kullanılırlar. Multimedya Uzantı Talimatları, işlem istisnaları oluşturmayan doyurucu matematiksel işlemler kullanır.

x87 Floating-Point Instructions : Bunlar x87'de kullanılan floating point (kayan noktalı) uygulamaları için kullanılan talimatlardır. 80 bitlik x87 kayıtlarında bulunan verileri yükleme, depolama veya üzerinde çalışma işlemlerini gerçekleştirir.

Bu talimat gruplarından bazıları, birden fazla alt kümelerin birleşimi sonucu oluşturulmuştur.

AMD Ryzen için ModRM ve SIB baytlarından bahsedecek olursak ModRM baytı opsiyonel olarak talimata bağlıdır. Mevcut durumda opcode 2 yazmaç tabanlı işlem yada bir yazmaç bir memory(hafıza) birde adresleme modu ile işlem yapılmaktadır. Bazı talimatların kodlanmasında, ModRM baytı içindeki alanlar, talimatın işlevini tanımlamak için kullanılan ek işlem kodu bitlerini sağlamak için yeniden tasarlanmıştır. ModRM baytı üç alana bölünmüştür: mod, reg ve r / m. Normalde reg alanı bir yazmaç tabanlı işlenen ve birlikte kullanılan mod ve r / m alanları, kayıt tabanlı veya bellek tabanlı ikinci bir işleneni belirtir. Adresleme modu, işlenen bellek tabanlı olduğunda da belirtilir.

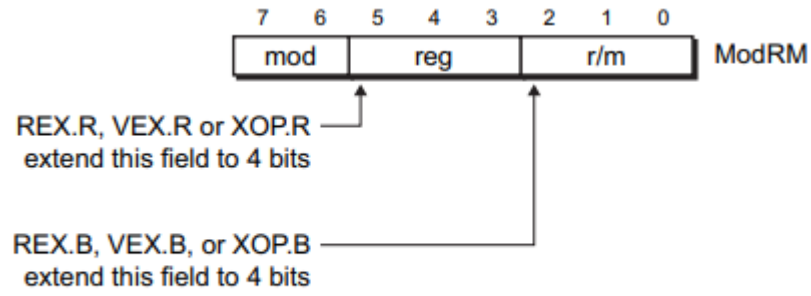


Figure 1-4. ModRM-Byte Format

SIB baytı yapısı ise SIB baytı ModRM baytıdan sonra görünebilir. Adresleme moduna bağlı olarak dizin kaydını tanımlayan üç alana sahiptir: ölçek, dizin ve taban 32-bit ve 64-bit indeksli yazmaç dolaylı adresleme için sayı ve taban-kayıt numarası modlardır.

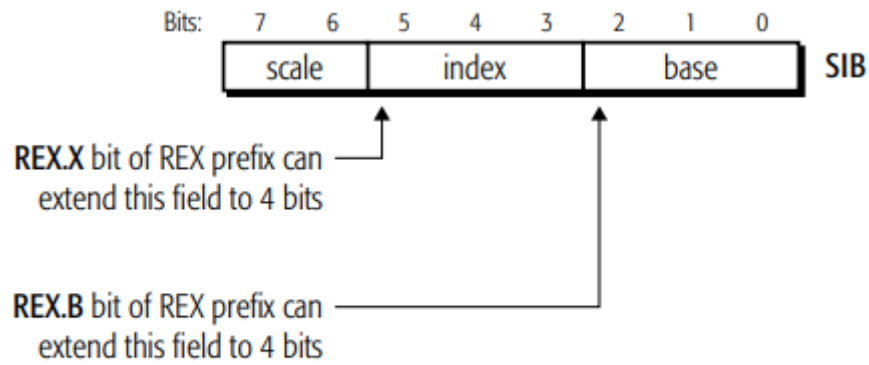


Figure 1-5. SIB Byte Format

Şimdi de kaynağımıza göre mevcut olan AMD işlemci komutlarından bazılarını göstereceğiz:

ADC - Taşıyarak Ekle

ADD - İmzalı veya İmzasız Ekleme

AND — Mantıksal AND

ARPL - İstek Sahibi Ayrıcalık Düzeyini Ayarlayın

BOUND - Sınırlara Karşı Diziyi Kontrol Et

BSF — Bit Tarama İleri

BSR — Ters Bit Taraması

BSWAP — Bayt Değiştirme

BT — Bit Testi

BTC — Bit Testi ve Tamamlama

BTR — Bit Testi ve Sıfırlama

BTS — Bit Testi ve Ayarı

CALL - Yordam Çağrısı Yakın

CLC — Clear Carry Flag

CLD - Yön İşaretini Temizle

CLFLUSH — Önbellek Satırı Geçersiz Kıl

CLGI — Global Kesmeyi Temizle

CLI — Kesinti İşaretini Temizle

CMP - Karşılaştırın

CMPXCHG - Karşılaştırın ve Takas Edin

CMPXCHG8B — Karşılaştırın ve Sekiz Bayt Değişimi

CPUID - İşlemci Kimliği

DAA - Eklemeden Sonra AL'yi Ondalık Ayarla

DAS - Ondalık Ayarı AL Çıkarma

ENTER - Prosedür Yığını Oluşturun Çerçeve

IDIV - İmzalı Bölme

IMUL - İmzalı Çarpma

IN - Bağlantı Noktasından Giriş

INT n — Vektörle Kes

INTO - Taşma Vektörünü Kes

JMP - Yakına Atla

LDS - DS Uzak Pointer'ı yükle

LEA - Etkili Adres Yükle

LOOP – Döngü

LTR - Görev Kaydını Yükle

MONITOR - İzleme Adresini Ayarlayın

MOV — Taşı

OUT — Bağlantı Noktasına Çıkış

PAUSE—Duraklat

POP - Pop Stack

PUSH — üzerine (segment kaydını) itin Yığın

SAR - Aritmetiğe Kaydırma Sağa

SBB - Ödünç Alarak Çıkar

AMD Ryzen ve Intel İ9 işlemcilerini karşılaştıracak olursak ikisindedede 32bitlik işletim sistemleri için 4 GB lık RAM desteklemektedir 64 bitlik işletim sistemleri için dahafazlasını desteklemektedir. AMD Ryzen de yarı iletken boyutu 7nm iken Intelde 14nm dir. Intel 10 çekirdekli iken AMD 12 çekirdeklidir.Dolayısı ile Threading teknolojisi ile Intel 20 AMD 24 threadli olmaktadır. Intelim max ısı dayanımı 94°C iken AMD nin 95°C dir. Kaynağımızdaki verilerer göre AMD Ryzen 9 3950X ‘ ın Intel Core i9-9900 a göre termal tasarım gücü haricinde daha iyi özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Kaynağımıza göre komut seti uzantılarından AES, AVX, AVX2, BMI1, BMI2, F16C, FMA, MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSE4.1, SSE4.2 ve SSSE3 her iki işlemcide de ortaktır. Fakat MMX, SSE4A, Güvenli Karma Algoritma uzantıları (SHA) AMD Ryzen 9 3950X işlemciside var fakat Intel Core i9-9900 işlemcisinde mevcut değildir. Bellek Koruma Uzantıları (MPX), TSX (HLE arayüzü), TSX (RTM arayüzü) ise Intel Core i9-9900 da var fakat AMD Ryzen 9 3950X da mevcut değildir.[4]

Kaynakça :

- [1] <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/76545>
- [2] <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/manuals/64-ia-32-architectures-software-developer-instruction-set-reference-manual-325383.pdf>
- [3] <https://www.amd.com/system/files/TechDocs/24592.pdf>
- [4] https://www.cpu-world.com/Compare/69/AMD_Ryzen_9_3950X_vs_Intel_Core_i9_i9-9900.html
- <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/manuals/64-ia-32-architectures-software-developer-instruction-set-reference-manual-325383.pdf>
- <https://www.pcmag.com/comparisons/amd-ryzen-9-3900x-vs-intel-core-i9-9900K-which-high-end-cpu-to-buy>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_instruction_set_architectures
- <https://www.amd.com/system/files/TechDocs/24594.pdf>
- <https://www.amd.com/system/files/TechDocs/24592.pdf>
- <https://nanoreview.net/en/cpu-compare/intel-core-i9-10900x-vs-amd-ryzen-9-3900x>