

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ



ÜMMÜ NUR GÜLMEZ

191180762

Araştırma Ödevi

PROF. DR. M. ALİ AKÇAYOL

Bilgisayar Mimarisi BM 311

Intel i9 ve AMD Ryzen Mikroişlemcilerinin Komut Yapıları ve Komut Kümeleri

İÇİNDEKİLER

1.ÖZET	3
2. INTEL I9 - AMD RYZEN	3
3.KOMUT KÜMESİ NEDİR?.....	7
4.KOMUT KÜMELERİ	11
4.KARŞILAŞTIRMA	13
4.SONUÇ	15

1.ÖZET

Core i9 işlemciler 2017'de ve Ryzen işlemciler 2016'da tanıtılmıştır. Komut seti, birçok CPU işlemini tanıyan, makine dilinde yazılmış bir dizi talimat anlamına gelmektedir. Intel komut seti MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, AVX, AVX2, AVX-512, FMA3, AES içerirken AMD Ryzen komut seti MMX (+), SSE1, SSE2'yi içermektedir. Komut setlerinin çoğu, her iki işlemci mimarisinde de kullanılır, ancak kullanım modelleri ve performansları farklıdır. Bazı komutlar Intel'e özel olarak hazırlanmış ve daha sonra AMD'ye uygun hale getirilmiştir. Komut setleri için kullanım ve performans AMD'de Intel'e göre farklıdır.

2. INTEL CORE i9 – AMD RYZEN

- **INTEL CORE i9**

İşlemciler, birtakım komut setleri aracılığıyla yaptığımız işlemlerin elektriksel olarak karşılığını düzenleyen ve sistemin çalışmasını sağlayan en temel donanımdır. Intel Core i9 işlemci, en güçlü Intel işlemcilerden biridir. Genişletilmiş hyper-threading kapasitesi ve daha da iyileştirilmiş güç verimliliği sayesinde mevcut CPU'lardan daha hızlı ve daha akıllıdır. Bilgi işlem gücünün çok gerektiği ya da daha iyi bir oyun bilgisayarına sahip olunmak istendiğinde ana kart için en uygun işlemcidir. Fotoğraf düzenleme, dijital video düzenleme, müzik prodüksiyonu veya dijital animasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi için daha iyidir. i9'un beş adet modeli bulunmaktadır: 8. Nesil, 9. Nesil, 10. Nesil, 11. Nesil, 12. Nesil ve son olarak 13. Nesil. Bir işlemcinin ana amacı, threads olarak bilinen talimatları okumak ve istenilen eylemleri gerçekleştirmektir. i9 işlemci, Intel Hyper-Threading teknolojisine sahiptir. Hyper-Threading teknolojisi her çekirdeğin daha hızlı bir performans için aynı anda iki iş parçasığını işlemesini sağlamaktadır. 9. Nesil i9 sekiz çekirdeğe sahiptir ve her çekirdeğe iki iş parçasığı verildiğinde bu işlemcinin aynı anda 16 iş parçasığını işleyebildiği görülmektedir. Ayrıca Intel Turbo Boost Teknolojisi, i9'daki hızla ilgili olarak başka bir geliştirmedir. Çekirdeğin ısı durumuna göre işlemcinin saat frekansını 200 MHz artırır. Bu teknolojiyle birlikte geçici bir hız artışı elde edebilecek olmanın yanı sıra işlemcinin aşırı ısınması konusunda endişelenmeye gerek kalmaz çünkü çekirdek belirli bir sıcaklığa ulaştığında turbo özelliği sona erer. i9'un bir başka özelliği kilitli bir CPU ile gelmemesidir. Bu, işlemcinin overclocked yapabileceği anlamına gelir; böylece bilgi tasarlandığından daha hızlı işlenebilir. Bilgisayarınızı daha özelleştirilebilir olur, aynı zamanda yoğun uygulamaların üstesinden gelinmesi için ek işlem gücü verir. Intel Core i9 işlemci de ayrıca Intel Optane bellek bulunmaktadır. Intel Optane bellek, en sık kullanılan belgeleri, uygulamaları ve videoları hatırlayarak bilgisayarın yanıt verme hızını artırır. Tüm bilgisayarlar, en son etkinlikleri kaydeden RAM'i kullanır, bu bellek bilgileri yalnızca bilgisayar kapanana kadar saklamaktadır. Intel Optane bellek ise bilgisayar kapandıktan sonra bile aktiviteleri hatırlar. Kayıt altına alınan veriler fiziksel olarak işlemciye daha yakın bir

alandan depolanır, böylece ortalamadan iki kat daha hızlı işlenmek üzere çekirdeğe aktarılırlar. Böylece entegre Intel Optane bellek, işlemciye daha fazla hız sağlamış olur. Intel Core i9, Intel Ultra Yüksek Çözünürlüklü (UHD) Grafiklere sahiptir. Bu grafik kartı, 4K video oynatabilir, profesyonel video ve fotoğraf düzenleme uygulamalarını kaldırarak kadar güçlüdür. i9'un grafik kartı, Intel'in ürettiği en güçlü grafik kartı değildir ancak Intel Core i9'daki tüm entegre hız artışlarıyla desteklendiğinde istenilen-beklenen deneyimi kullanıcıya sunmaktadır. [1]

- **AMD RYZEN**

Ryzen Zen mikro mimarisine dayalı masaüstü, mobil, sunucu ve gömülü platformlar için AMD tarafından tasarlanan x86-64 mikro işlemcilerdir. AMD, 2016'da "Ryzen" adlı yeni bir işlemci serisini duyurdu ve 2017'de 8 çekirdeğe ve 16 iş parçacığına sahip Ryzen 1000 serisi işlemcileri tanıttı. İkinci nesil Ryzen işlemciler, Ryzen 2000 serisi, Zen+ mikro mimarisini içermektedir. Üçüncü nesil Ryzen işlemciler AMD'nin Zen 2 mimarisine dayanmaktadır. 2020'de ise AMD, Ryzen 5000 serisi işlemcileri için merakla beklenen Zen 3 mimarisini duyurdu. Zen 3'ün Ryzen 5000 serisiyle piyasaya sürülmesinden sonra AMD, Intel'in oyun performansı konusunda önüne geçmiştir. [5][6]

Ryzen İşlemci Türleri aşağıda yer almaktadır:

1-Masaüstü işlemciler

1.1 Zen tabanlı (1. nesil)

1.1.1 Summit Ridge ve Whitehaven (1000 serisi CPU'lar)

1.1.2 Raven Ridge (2000 serisi APU'lar)

1.2 Zen+ tabanlı (2. nesil)

1.2.1 Pinnacle Ridge ve Colfax (2000 serisi CPU'lar)

1.2.2 Picasso (3000 serisi APU'lar)

1.3 Zen 2 tabanlı (3. nesil)

1.3.1 Matisse ve Castle Peak (3000 serisi CPU'lar)

1.3.2 Renoir (4000 serisi CPU'lar)

1.3.3 Renoir (4000 serisi APU'lar)

1.4 Zen 3 tabanlı (4. nesil)

1.4.1 Vermeer ve Chagall (5000 serisi CPU'lar)

1.4.2 Cezanne (5000 serisi APU'lar)

1.5 Zen 4 tabanlı (5. nesil)

1.5.1 Raphael (7000 serisi CPU'lar)

2-Mobil işlemciler

2.1 Zen tabanlı

2.1.1 Raven Ridge (2000 serisi)

2.1.2 Dali (3000 serisi)

2.2 Zen+ tabanlı

2.2.1 Picasso (3000 serisi)

2.3 Zen 2 tabanlı

2.3.1 Renoir (4000 serisi)

2.3.2 Lucienne (5000 serisi)

2.3.3 Mendocino (7020 serisi)

2.4 Zen 3 tabanlı

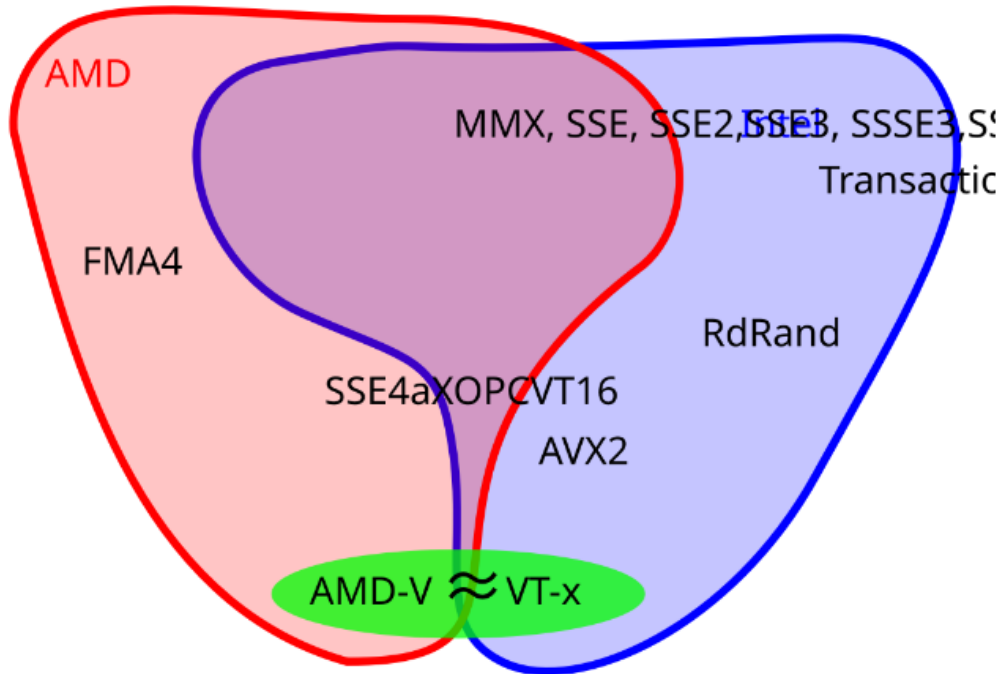
2.4.1 Cezanne ve Barceló (5000 serisi)

2.5 Zen 3+ tabanlı

2.5.1 Rembrandt (6000 serisi) [7]

3. KOMUT KÜMESİ NEDİR?

Komut seti, makine dilinde CPU için bir grup komuttur. Tüm CPU'larda, CPU'yu ilgili transistörleri değiştirmesi için yönlendiren komutları etkinleştiren komut setleri bulunmaktadır. Bazı komutlar, verileri farklı donanımlara yönlendiren basit okuma, yazma ve taşıma komutlarıdır. CISC (Karmaşık Komut Seti Bilgisayarı) mimarisine sahip işlemcilerde, güncellenebilen hızlı bellekte saklanan programlanabilir talimatları içeren bir mikro kod katmanı bulunmaktadır. RISC (Azaltılmış Komut Setli Bilgisayar) mimarisi ise kablolu kontrole sahiptir; mikro kod gerektirmez ancak daha büyük bir temel komut setine sahiptir. Geliştirme talimat setleri, belirli türde CPU'nun pazarlanmasında sıklıkla kullanıldıkları için kullanıcılara daha aşinadır. Bunun örnekleri, Intel CPU multimedya performansını artırmak için pazarlanan MMX teknolojilerine sahip Pentium 166Mhz'ye kadar uzanmaktadır. MMX, MultiMedia eXtensions anlamına gelir ve genişletilmiş talimat setini ifade eder. Diğer örnekler arasında MMX, 3DNow!, 3DNow! , SSE, SSE2, SSSE3, SSE4.1, SSE4A, AVX, AVX2 ve XOP bulunmaktadır.[8]



ŞEKİL 1.1

AMD ve Intel işlemcilerin kesiştiği komut seti uzantıları

Intel Core i9 Komut Yapıları ve Komut Kümeleri

Intel Core i9 serisinin tüm modelleri MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, AVX, AVX2, AVX-512, FMA3, AES komut kümelerine destek sağlamaktadır.[9]

1-MMX: MMX, Intel tarafından tasarlanan ve 8 Aralık 1997'de kemik 2 Pentium P5 mikro çerçeveleme tabanlı mikroişlemci serisiyle tanıtılan, MMX Teknolojili Pentium adlı bir tek komut, multipleks özellik SIMD komut seti mimarisidir. MMX, 1997 itibarıyla Intel ve diğer satıcılar tarafından IA 32 işlemcilerde şampiyon bir alma tamamlayıcı özelliğidir. 3 D özelliklerin sağlanmasında bu ustalık sıkça kullanılmaktadır. MMX daha tatlılar Intel tarafından 3DNow!, SSE ve AVX olarak genişletildi. MMX, MM0 nedeniyle MM7 arasında adlandırılan sekiz alma kaydını ve yakın kadar çalışan işlemleri tanımlar. Herhangi kayıt 64 bit genişliğindedir. [11]

2- SSE: Streaming SIMD Extensions (SSE) Intel tarafından tasarlanan ve 1999' da Pentium III serisi Merkezi işlem birimlerinde (CPU'lar) ortaya çıktıktan kısa bir süre sonra tanıtılan x86 mimarisine yönelik tek bir komut, çoklu veri (SIMD) komut seti uzantısıdır. SSE daha sonra Intel tarafından SSE2, SSE3 ve SSE4 olarak genişletildi.[12]

3- SSE2: SSE2 (Streaming SIMD Extensions 2), Intel tarafından ilk kez 2000 yılında Pentium 4'ün ilk sürümüyle birlikte sunulan, Intel SIMD (Single Instruction Multiple Data) işlemcileri için ek komut setlerinden biridir. SSE2, SSE için 70'i ifade olan 144 yeni talimat içerir. MMX girişleri yerine, daha büyük olan ve belirli uygulamalarda önemli performans iyileştirmelerine izin veren XMM girişlerini kullanırlar. Diğer SSE2 uzantıları, sonsuz bilgi akışını işlerken önbellek kirliliğini en aza indirmeyi amaçlayan bir dizi önbellek kontrol yönergesi içerir. Intel, 2004'te SSE2'yi SSE3'e yükseltti.[12]

4- SSE3: Intel Codename Prescott New Instructions (PNI) olarak da bilinen SSE3, Akışlı SIMD Uzantıları 3, IA-32 (x86) mimarisi için SSE komut setinin üçüncü tekrarıdır. SSE3, SSE2'ye göre 13 yeni komut içerir. En dikkate değer değişiklik, önceki tüm SSE komutlarının aşağı yukarı kesinlikle dikey olarak yürütülmesinin aksine, bir kayıt defterinde yatay olarak yürütme yeteneğidir.[13]

5- SSSE3: SSSE3, 16 yeni ayrı ifade içerir. Her talimat, 64 bit MMX veya 128 bit XMM kayıtlarında yürütülebilir. [10]

6- SSE4: SSE4 (Streaming SIMD Extensions 4), Intel Core ve AMD K10 (K8L) mikro mimarisinde kullanılan bir CPU SIMD komut setidir. 27 Eylül 2006'da, Intel Geliştirici Forumu Sonbahar 2006'da bir teknisyen, şu anda incelenmekte olan belirsiz ayrıntıları duyurdu. SSE4, önceki nesil Intel 64 ve IA-32 mimarisi mikroişlemciler için yazılmış yazılımlarla tamamen uyumludur. SSE'nin önceki tüm yinelemelerinden farklı olarak SSE4, medya uygulamalarına özgü olmayan işlemlerin gerçekleştirilmesi için talimatlar içerir.

7- AVX: AVX, birden fazla veri üzerinde tek bir talimatı yürütmek için on altı YMM kaydı kullanır. Her YMM kaydı, eşzamanlı (matematiksel) işlemleri tutabilir ve yürütebilir.

8- AVX2: Intel Haswell It mikromimarisinde tanıtılan Advanced Vector Extensions 2 (AVX2), AVX komut setinin bir uzantısıdır. AVX2 şunları barındırır: Çoğu SSE vektör tamsayısının ve AVX yönergesinin 256 bit'e genişletilmesi. Bitişik olmayan bellek konumlarından vektör öğelerinin yüklenmesi için destek ekler. DWORD ve QWORD ayrımı düzeyi, vektör değişikliklerine izin verir.[12]

9- FMA3: FMA3, Piledriver mimarisi ile başlayan AMD işlemciler ve 2014'ten beri Haswell işlemciler ve Broadwell işlemciler ile başlayan Intel ile uyumludur. FMA3 talimatlarının 3 işleneni vardır.[13]

10- AES: Gelişmiş Şifreleme Standardı talimat seti artık birçok işlemcide yerleşiktir. Komut setinin amacı, Gelişmiş Şifreleme Standardını kullanarak şifreleme ve şifre çözme gerçekleştiren uygulamaların hızını ve güvenliğini artırmaktır. Intel ve AMD mikroişlemciler için AES-NI, Intel tarafından Mart 2008 itibarıyla önerilmektedir. Bu, x86 komut seti mimarisinin bir uzantısıdır.

AMD Ryzen Komut Yapıları ve Komut Kümeleri

AMD Ryzen komut seti şunları içerir: MMX(+), SSE1, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4a, SSE4.1, SSE4.2, AVX, AVX2, FMA3, CVT16/F16C, ABM, BMI1, BMI2, AES, CLMUL, RDRAND, SHA, KOBİ.[16]

1- CVT26/F16C: Komut seti, x86 komut seti mimarisinin bir uzantısıdır ve yarı kesinlik ile standart IEEE tek duyarlılıklı kayan nokta biçimleri arasında dönüştürme desteği sağlar. AMD, 1 Mayıs 2009'da CVT16 komut setinin x86 ve AMD64 komut setlerindeki 128-bit SSE çekirdek komutlarının bir uzantısı olduğunu duyurdu [14].

2- BMI: Intel ve AMD mikroişlemciler için x86 Komut Seti Mimarisinin uzantıları. Bu komut setlerinin amacı bit işleme hızını arttırmaktır. Bu kümelerdeki komutların hiçbirisi SIMD değildir ve yalnızca genel amaçlı kayıtlarla çalışır. [14]

3- CLMUL: Taşınmaz çarpma (CLMUL), Intel tarafından Mart 2008'de önerilen ve 2010'un başlarında duyurulan Intel Westmere işlemci için kullanılabilen, Intel ve AMD mikroişlemciler tarafından kullanılan x86 komut setinin bir uzantısıdır. [15]

4- RDRAND: RDRAND, çip üzerindeki bir entropi kaynağı tarafından ekilmiş Intel'in çip üzerindeki donanım rasgele sayı üreticiden rastgele bir sayı döndüren bir komuttur. RDRAND, Ivy Bridge işlemcilerinde bulunur ve Intel 64 ve IA-32 komut seti mimarilerinin bir parçasıdır.

4.KOMUT KÜMELERİ

❖ Single Instruction Multiple Data (SIMD)

CPU'lar bir talimat akışını okur ve verileri işleyebilmek için talimatları takip eder. Veriler, mimariye bağlı olarak registerlarda veya bellekte saklanmaktadır. Her talimat için, CPU'nun talimatı fetch etmesi, kodu çözmesi, programlaması, tehlikeleri önlemesi, çalıştırması ve sonuçları geri yazması gerekmektedir. Bir word'lük veriyi işlemek için çok fazla process bulunmaktadır, ancak herhangi bir zamanda herhangi bir talimatı yürütecek kadar esnek bir CPU isteniyorsa bundan kaçınmak mümkün değildir. Ancak çoğu zaman aynı işlem birçok veriye yapılmak istenmektedir. Yapılmak istenen aynı işlem her veri için ayrı olarak kodlanırsa CPU'nun tüm işlemler için çok zaman harcaması gerekmektedir. Michael J. Flynn tarafından 1966'da geliştirilmiş olan Flynn taksonomisinde yer alan SIMD CPU'nun tüm işlemler için çok zaman harcamasının önüne geçmek istemektedir. SIMD'e göre birim zamanda tek bir işlem yapılmaktadır. Birden çok data akışı kullanılmaktadır ve senkronizedir. Bir SIMD komutu, "bu bellek adresinden başlayan on sayıya bu bellek adresinden başlamış olan on numarayı topla" gibi bir şey olabilir. Bu şekilde, yapılması gereken aritmetik miktarı aynı kalmaktayken ek yükün çoğundan tasarruf edilmiş olur ve bunun için tasarlanmış CPU'lar işlemleri daha hızlı yapabilir. SIMD komutları, cebir veya görüntü/video işleme/kodlama/kod çözme gibi şeylerde çok iyi hızlanmalar sağlanmaktadır çünkü tüm bu görevler aynı şeyi birçok veriye yapmayı gerektirmektedir. [2][3][4]

❖ AVX

AVX, verilerin 256 bit vektörler biçiminde işlenmesini destekleyen x86 komut seti mimarisinin bir uzantısıdır. AVX komut seti ilk olarak 2011 yılında Intel Sandy Bridge işlemcisinin piyasaya sürülmesiyle tanıtıldı. AMD işlemcileri, 2011'de piyasaya sürülen Bulldozer mikro mimarisinden başlayarak AVX'i desteklemektedir. AVX, CPU kaynaklarını daha iyi kullanır ve belirli uygulama türlerinin performansını artırabilir. AVX, CPU kaynaklarını daha verimli kullanarak belirli uygulama türlerinin performansını artırabilir. AVX ayrıca, günlük dosyası boyutunu artırarak ve yeni talimatlar ekleyerek belirli iş yükleri için daha

yüksek verim sağlar. Ayrıca AVX, CPU'yu daha verimli kullanarak güç tüketimini azaltmaya yardımcı olabilir.[10]

❖ MMX

Matematiksel olarak, sayılar çeşitli şekillerde toplanabilir. Bu özel gruplamaya vektör denir. Daha spesifik olarak, yatay veya dikey değerleri bir liste olarak düşünebilirsiniz. MMX teknolojisinin işlemciler dünyasında vektör matematiğinin yolunu açtığı yer burasıdır. Bu teknoloji, yalnızca tamsayı veri türleri için uygun olduğu için başlangıçta çok sınırlıydı. Sistem aslında bunu yapmak için FPU'ya ayrılmış kayıtları kullandı. Bu nedenle, vektör aritmetiğini kullanmak için programcıların bazı MMX komutlarını yürütürken kayan nokta hesaplamalarının aynı anda yapılamayacağını bilmeleri gerekiyordu. Pentium'un FPU'su, her biri MMX işlemleri için iki 32-bit, dört 16-bit veya sekiz 8-bit tamsayı depolayabilen 64-bit kayıtlara sahipti. Gerçek vektörler bu sayı gruplarıdır ve üzerlerinde çalışan her komut, gruptaki her değere etki eder. Masaüstü işlemcilerde kullanılan bu tür veri sistemine SIMD (tek komut, çoklu veri/tek komut, çoklu veri) denir. SIMD, masaüstü işlemciler için en büyük adımlardan biri olarak kabul edilir.

❖ SSE2, SSE3, SSE4

Intel, uzun vadede SSE teknolojisinden yararlanmayı planladığı için bu teknolojiye çok önem vermiştir. 2001 yılında, Pentium 4 işlemci ile yeni nesil SSE, SSE2 komut seti ortaya çıkmıştır. SSE2, çeşitli veri türlerini işlemek için desteği önemli ölçüde geliştirdi. 4 32 bit veya 2 64 bit float ve 16 8 bit, 8 16 bit, 4 32 bit veya 2 64 bit değer içeren tamsayı verileri desteklendi. MMX kayıtları hala işlemciyeydi, ancak tüm SSE ve MMX işlemleri, ayrı olarak sağlanan 128 bit SSE kayıtları ile değiştirilebilir oldu. SSE3 ise 2003 yılında Pentium 4 işlemcinin Prescott adlı revize edilmiş bir versiyonu ile piyasaya sürüldü. SSE3, aynı kayıttaki değerler arasında bazı matematik işlemlerini gerçekleştirme yeteneği ekleyen 13 yeni talimat içermektedir. 2006'da Intel, Core işlemcisini duyurdu. Bu işlemciler yalnızca Pentium'un yerini almakla kalmadı, aynı zamanda SIMD teknolojisinin en son sürümü olan SSE4'te (SSSE3 -Supplemental SSE) ortaya çıkmış oldu. AMD tarafından 2007'de piyasaya sürülen Barcelona mimarisinin kendi SSE4 komut seti vardı. SSE sürümüne bir başka küçük güncelleme, 2008 yılında Nehalem mimarisi çekirdek işlemcilerle

yayınlandı ve Intel tarafından SSE4.2 olarak adlandırıldı. (Bu nedenle, orijinal sürüm aslında SSE4.1 olarak adlandırılmaktadır.) SSE4.2'de herhangi bir kayıt değişikliği olmamıştır, ancak gelecekteki mantıksal ve matematiksel işlemlere izin vermek için daha fazla talimat eklenmiştir.

5.KARŞILAŞTIRMA

AMD ve Intel'in %100 aynı komut setini kullanmadığına dikkat etmek önemlidir. Hepsi aynı talimat setini paylaşırlar da farklı şekilde uygulanırlar, dolayısıyla Intel'in tescilli talimatlarını kullanmak için optimize edilmiş bir uygulama, AMD işlemcilerde ve AMD uygulamalarında daha yavaş çalışacaktır. Intel yönergeleri için özel olarak oluşturulduğundan Intel'de daha yavaş çalışır. Bir örnek, AVX2 talimatlarıdır. AMD Ryzen işlemciler bir AVX2 talimatını tamamlamak için iki saat döngüsü alırken, modern Intel işlemciler yalnızca bir saat döngüsü sürer. AMD ve Intel'in ortak olmayan bazı özel yönergeleri vardır. Bu programlar, gerektiğinde bunları nasıl tanıyacağını ve kullanacağını bilmektedir. Ancak komut setlerinin çoğu aynıdır. Intel ve AMD, iki satıcının x86_64 ISA'yı (komut seti adı) paylaşmasına ve uyumluluğu sürdürmesine izin veren bir çapraz lisans anlaşmasına sahiptir. Ayrıca, CPU'nun dahili olarak bu talimatları satıcıdan satıcıya değişen mikro dönüşümler olarak bilinen işlemlere çevirdiğini de bilinmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle, her işlemci aslında kendi iç komut seti ile farklı davranır, ancak dış dünya ile uyumludur.[16][17]

6.SONUÇ

Intel Core i9 işlemciler MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, AVX, AVX2, AVX-512, FMA3, AES komut setlerini kullanmaktayken AMD Ryzen MMX (+), SSE1, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4a, SSE4.1, SSE4.2, AVX, AVX2, FMA3, CVT16/F16C, ABM, BMI1, BMI2, AES, CLMUL, RDRAND, SHA, SME komut kümelerini kullanır. Komut setleri ses ve görüntü işleme, video kodlama/kod çözme, dosya sıkıştırma gibi birçok alanda performans artışı sağlamaktadır. Intel ve AMD komut setlerinde aynı tür komut setleri bulunmasına rağmen uygulanış açısından farklıdırlar. Yani bir komut Intel’de ve AMD’de farklı hızlarla çalışabilmektedir çünkü farklı işlemciler farklı komutları farklı yorumlamaktadırlar.

7.KAYNAKÇA

1. <https://www.hp.com/us-en/shop/tech-takes/what-you-should-know-about-intel-core-i9-processor>
2. <https://www.quora.com/What-is-SIMD>
3. R. Allen and K. Kennedy. Optimizing Compilers for Modern Architectures - A Dependence-based Approach. Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
4. K. Asanovic and D. Johnson. Torrent Architecture Manual. Technical report tr-96-056, International Computer Science Institute (ICSI), 1996.
5. <https://www.amd.com/en/processors/ryzen>
6. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ryzen>
7. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_AMD_Ryzen_processors
8. Page, Daniel (2009). "11. Compilers". A Practical Introduction to Computer Architecture. Springer. p. 464.
9. "Intel's new chip puts a teraflop in your desktop. Here's what that means". PopSci. June 1, 2017. Retrieved June 2, 2017.
10. <https://www.pinecone.io/learn/roughly-explained/what-is-avx/>
11. Mittal, Millind; Peleg, Alex; Weiser, Uri (1997). "MMX Technology Architecture Overview" (PDF). Intel Technology Journal.
12. Girkar, Milind (October 1, 2013). "Intel® Advanced Vector Extensions (Intel® AVX)
13. <https://en.wikipedia.org/wiki/SSE3>
14. New "Bulldozer" and "Piledriver" Instructions (PDF), AMD, October 2012
15. Shay Gueron (2011-04-13). "Intel Carry-Less Multiplication Instruction and its Usage for Computing the GCM Mode – Rev 2". Intel.
16. <https://www.quora.com/If-AMD-and-Intel-share-the-same-instruction-set-why-is-an-Intel-CPU's-performance-in-1080p-gaming-still-better-than-Ryzen>
17. <https://www.quora.com/Do-Intel-and-AMD-processors-have-the-same-instruction-set>