

BİLGİSAYAR PERFORMANS DEĞERLENDİRME TESTLERİ

Gülden GÜLER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NİSAN 2007
ANKARA**

Gülden GÜLER tarafından hazırlanan BİLGİSAYAR PERFORMANS DEĞERLENDİRME TESTLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Nursal ARICI
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliğı ile Elektronik Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ömer Faruk BAY

Üye : Doç. Dr. M.Ali AKÇAYOL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nursal ARICI

Tarih : 19 / 04 / 2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gülden GÜLER

BİLGİSAYAR PERFORMANS DEĞERLENDİRME TESTLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Güliden GÜLER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Nisan 2007

ÖZET

Bilgisayar performans değerlendirmesi, bilgisayar performansını ölçmek için kullanılan test programlarını ve bu testlerin sonuçlarını değerlendirmek için kullanılan istatistiksel analiz tekniklerini içerir. Bu çalışma ile klasik performans değerlendirme testlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, bu testlerin sonuçlarının istatistiksel analizlerinin değerlendirilmesi ve çeşitli bilgisayarlardaki ölçümlerine göre farklı CPU ailelerinin birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çeşitli performans değerlendirme testleri aynı bilgisayarda birden fazla, farklı bilgisayarlarda ise birer kez çalıştırılarak ölçümler alınmıştır. Elde edilen bu ölçümlerin belirtici istatistikleri (ortalama, varyans, standart sapma) çıkartılmıştır. Bu performans testlerinin aynı bilgisayardan alınan ölçümlerinin belirtici istatistikleri incelenerek tekrarlanabilirlik açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Aynı ve farklı bilgisayarlardan alınan ölçümler ile Korelasyon ve Regresyon Analizleri yapılarak değişkenler arasındaki ilinti ve neden sonuç ilişkileri hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

Farklı bilgisayarlardan alınan ölçümler için farklı performans testleri arasında genelde bir ilintinin bulunduğu ve aynı CPU ailesine ait bilgisayarlarda bu ilintinin daha da arttığı gösterilmiştir. Regresyon analizi sonucu elde edilen

regresyon katsayılarıyla oluşturulan modellerden tüm durumlar için test yapmaya gerek kalmadan test sonuçlarının tahminine olanak sağlanmıştır.

Bilim Kodu : 704.3.006
Anahtar Kelimeler : Bilgisayar Performans Testi, Korelasyon, Regresyon
Sayfa Adedi : 91
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Nursal ARICI

COMPUTER PERFORMANCE ANALYSIS TEST
(M.Sc. Thesis)

Gülden GÜLER

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
April 20007

ABSTRACT

Computer performance evaluation contains the test programs used for the computer performance measurement and statistical analysis techniques used for the evaluation of these test results. The purpose of this study is the comparison of synthetic performance evaluation tests and statistical analysis of their test results.

Measurements are obtained by performing various performance tests for the same computer and for different computers. Descriptive statistics from the obtained measurements are calculated for each of these performance tests. For each performance evaluation test, descriptive statistics of the measurements obtained from the same computer are examined for repeatability comparison. By conducting Correlation and Regression Analysis with the measurements obtained from the same and the different computers; correlations and cause-effect relations between the variables are calculated and evaluated.

The existence of a correlation between the performance tests for the measurements obtained from the different computers is investigated and then it is shown that the correlation is better among the computers with the same CPU family. The models constituted with the regression coefficients obtained by

using the regression analysis will be used for the estimation of the test result for each case without performing tests.

Science Code : 704.3.006

Key Words : Computer benchmarking, correlation, regression

Page Number : 91

Adviser : Ass. Prof. Nursal ARICI

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinden sonuçlanmasına kadar çalışmamın her safhasında yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nursal ARICI'ya teşekkürlerimi sunarım. Araştırmalarım ile ilgili bilgi ve tecrübesi ile daima rehberim olmuş, iş hayatımdaki yoğunluk nedeniyle çalışmaların aksamasında büyük sabır ve anlayış göstermiştir.

Tez yazımı sırasında umudumu her kaybedişimde bana moralmen büyük destek sağlayan çalışma arkadaşlarım Pınar DEMİR MENEKŞE, Adem ÇAĞLAR ve Aydın AKKAYA'ya teşekkür ederim.

Ayrıca sevgili eşim Saadettin GÜLER başta olmak üzere tüm aileme bana sağladıkları moral ve destek için teşekkür ederim.

Son olarak da tezimin her aşamasında beni bir dakika olsun yalnız bırakmayan iki ay önce dünyaya gelen sevgili oğlumuz Mustafa Ege GÜLER'e bana verdiği güç için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Bilgisayar Performans Değerlendirme Testlerinin Tarihçesi.....	5
2.2. Klasik Bilgisayar Performans Değerlendirme Testleri	6
2.2.1 Sieve.....	6
2.2.2 Whetstone.....	8
2.2.3 Dhrystone	10
2.2.4 Linpack.....	12
2.2.5 Lawrence Livermore döngüleri.....	13
2.2.6 SPEC	14
2.3. Temel Olasılık ve İstatistik Bilgileri	15
2.3.1 Temel istatistik kavramları.....	15
2.3.2 Merkezi eğilim ölçüleri	16
2.3.3 Değişim ölçüleri	24
2.4. Performans Değerlendirme Testlerinde Kullanılan Analizler.....	27

Sayfa

2.4.1	Regresyon analizi	27
2.4.2	Regresyon parametreleri için güven aralığı	31
2.4.3	Korelasyon analizi.....	32
3.	MATERYAL VE METOT.....	35
3.1.	Materyal	35
3.1.1	Procb	35
3.1.2	Benchnt	35
3.1.3	SSE3DNow	36
3.1.4	CPU-Xmark 2005	37
3.1.5	Super_pi	38
3.1.6	SPSS.....	39
3.2.	Metot	39
3.2.1	Procb Testi Çıktıları	41
3.2.2	Benchnt	41
3.2.3	SSE3DNow	42
3.2.4	CPU-Xmark 2005	43
3.2.5	Super_pi	43
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	44
4.1.	Bir Bilgisayardan Alınan Ölçümlerin Değerlendirilmesi	44
4.2.	Farklı Bilgisayarlardan Alınan Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	54
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
	KAYNAKLAR.....	69
	EKLER.....	71
	EK-1 Yığın dosyası (gulbench.bat).....	72
	EK-2 Procb testi çıktısı.....	73

Sayfa

EK-2 (Devam) Procb testi çıktısı.....	74
EK-3 Benchnt Testleri Çıktısı.....	75
EK-4 SSE3DNow Testi Çıktısı.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	91

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Her bir protokol katmanındaki performans artışı.....	21
Çizelge 2.2. CPU meşguliyeti çizelgesi.	23
Çizelge 2.3. Sebep sonuç ilişkileri	27
Çizelge 2.4. Pi sayısı hesaplama süresi.	28
Çizelge 3.1. Benchnt içinde yer alan test çalışabilirleri	36
Çizelge 4.1. Procb testi 1, 2, 3 ve 4 kaydedicili 16 bit tamsayı toplama işlemleri performans ölçümü (aynı bilgisayarda 14 test ve belirtici istatistikler).	45
Çizelge 4.2. Procb modül test süreleri belirtici istatistikleri (aynı bilgisayarda 14 test)	46
Çizelge 4.3. Procb modüllerinin birbirleri ile olan korelasyonu (aynı bilgisayarda 14 test)	47
Çizelge 4.4. SSE3DNow komut setleri için test süreleri belirtici istatistikleri (aynı bilgisayarda 14 test)	47
Çizelge 4.5. Değişik döngü sayıları için Dhrystones süreleri (aynı bilgisayarda 14 test).	48
Çizelge 4.6. Dhrystones döngülerinin sayısı ile ölçüm süresi korelasyonu	49
Çizelge 4.7. Doğrusal regresyon katsayıları (SPSS çıktı tablosu)	49
Çizelge 4.8. Benchnt performans ölçme testlerinin ölçüm sonuçları ve belirtici istatistiksel değerleri (ilk kısım).	51
Çizelge 4.9. Benchnt performans ölçme testlerinin ölçüm sonuçları ve belirtici istatistiksel değerleri (ikinci kısım).	51
Çizelge 4.10. Süper_pi sayısını hassasiyete göre hesaplama süresi.....	52
Çizelge 4.11. Super_pi testinde işlem ile zaman arasındaki korelasyon.....	53
Çizelge 4.12. Super_pi regresyon analizi için kübik regresyon katsayıları	53

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.13. Super_pi regresyon analizi için karesel regresyon katsayıları	54
Çizelge 4.14. Performans testlerinde kullanılan farklı bilgisayarların özellikleri	55
Çizelge 4.15. Procb performans testinin modüllerinin ölçüm süresi. (farklı makine).....	56
Çizelge 4.16. Procb için korelasyon analizi sonuçları (9 farklı bilgisayar)	58
Çizelge 4.17. Procb için korelasyon analizi sonuçları (4 adet Pentium 4 bilgisayar).....	59
Çizelge 4.18. Super_pi sayısının çeşitli hassasiyetlerde hesaplanması (9 farklı bilgisayar).....	60
Çizelge 4.19. Super_pi testinde farklı hassaslıklarda pi sayısı hesaplama sürelerinin ilintileri (farklı 9 makina).....	61
Çizelge 4.20. Benchnt ölçümleri ve belirtici istatistiksel değerleri (kısım1)	62
Çizelge 4.21. Benchnt ölçümleri ve belirtici istatistiksel değerleri (kısım2)	63
Çizelge 4.22. Benchnt testleri kısmi korelasyon matrisi (optimize edilmemiş kod - 9 farklı bilgisayar).....	63
Çizelge 4.23. Benchnt testleri kısmi korelasyon matrisi (optimize edilmemiş kod - 9 farklı bilgisayar).....	64
Çizelge 4.24. Benchnt testleri kısmi korelasyon matrisi (optimize edilmemiş kod - 4 adet Pentium 4 bilgisayar).....	65

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Aritmetik ortalama, ortanca değer ve tepe değer grafikleri.	18
Şekil 2.2. Aritmetik ortalama, tepe değer ve ortanca değer kullanımı.	20
Şekil 2.3. Pi sayısı hassasiyetine göre ölçüm süresi.....	29
Şekil 2.4. İki değişken arasındaki ilişkiyi gösteren serpmeye diyagramı	33
Şekil 3.1. SSE3Dnow grafiksel arayüz görüntüsü.	37
Şekil 3.2. CPU-Xmark 2005 grafiksel arayüz görüntüsü.....	38
Şekil 3.3. Super_pi grafiksel arayüz görüntüsü.....	38
Şekil 4.1. Procb testi 1, 2, 3 ve 4 kaydedicili 16 bit tamsayı toplama işlemleri performans grafiği(aynı bilgisayarda 14 test).	45
Şekil 4.2. Dhrystones döngülerinin sayısından süre hesaplanması için doğrusal regresyon eğrisi ve %99 ortalama tahmin aralıklarıdır.	50
Şekil 4.3. Farklı bilgisayarlarda çeşitli hassasiyete pi sayılarının hesaplanması grafiği	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
BLAS	Basic Linear Algebra Subprograms
CD	Kompakt Disk
CPU	Merkezi İşlemci Birimi
DIPS	Saniyedeki Dhrystone İşlemi
EEMBC	Gömülü Mikroişlemci Performans Ölçme Konsorsiyumu
FPU	Kayan Nokta İşlemcisi
HKT	Hata Karelerin Toplamı
I/O	Girdi Çıktı
KWIPS	Saniyedeki Kilo Whetstone İşlemi
MFLOPS	Saniyedeki Milyon Kayan Nokta Operasyonu
MIPS	Saniyedeki Milyon İşlemi
MMX	MultiMedya Ekleri
RAM	Rastgele Bellek Erişimi (Belllek)
SIMD	Tek İşlemde Çok Veri
SPEC	Standard Performance Evaluation Corporation
SPSS	Statistical Packages for Social Sciences
SSE	Akıcı SIMD İşlemleri Eki
TPC	Transaction Processing Performance Council

1. GİRİŞ

Bilgisayar performans değerlendirme testleri, bilgisayar sistemlerinin davranış ve performansını araştırmak için kullanılan standart programlardır. Performans değerlendirmesi bilgisayar sisteminin “hız” ve “büyüklüğünü” ölçme, değerlendirme ve yorumlama ile bunların iletişimini (sunumunu) sağlar [1]. Performans değerlendirme testleri sadece tüm sistemin performansının ölçülmesinde değil bilgisayar sisteminin belirli bir kısmının performansının ölçülmesinde de kullanılır. (Örneğin diske yazma/okuma performansı veya ağ iletişim performansı). Bilgisayar sistemlerinin parçaları birbirleri ile çok fazla içiçe ve ilintilidir. Bu nedenle performansı ölçülecek kısmın nasıl ölçüleceği iyi düşünülmeli ve planlanmalıdır.

Performans değerlendirme testleri performansı ölçülecek sistemin işleyişini çok fazla bozmamalı (işleyiş bozulursa yanlış ölçümler alınır) ve sonuç çıktıları tekrar edilebilir olmalıdır. Performans ölçümleri yapıldıktan sonra bu sonuçların uygun istatistiksel tekniklerle yorumlanması gerekir. Son olarak da bu istatistiksel yorumlar anlaşılır ve tutarlı bir şekilde yapılmalıdır.

Bu tez ile bilgisayar sistemlerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi değil sadece işlem gücünün değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle sadece CPU gücünü ölçen klasik bilgisayar performans değerlendirme testleri kullanılmıştır. Bu klasik bilgisayar performans testleri günümüzde kullanılan performans değerlendirme programlarında da kullanılmakta (örneğin “Sisoft Sandra” Dhrystone ve Whetstone kullanmaktadır) veya onların temelini oluşturmaktadır.

Bu tez kapsamında performans değerlendirme testleri ile iki grup ölçüm toplanmıştır. İlk grup ölçümler aynı bilgisayardan alınmış ve sonuçların istatistiksel eğilimleri hesaplanmıştır. Bu sayede değişik performans değerlendirme testlerinin tutarlılıkları birbirlerine göre incelenmiştir. İkinci grup ölçümler ise performans değerlendirme testlerinin farklı bilgisayarlarda çalıştırılması ile toplanmıştır. Bu grup verilerde veri sonuçları ve korelasyon analizleri ile klasik performans değerlendirme testlerinin

hangi bilgisayar ailelerinde nasıl davrandığı incelenmiştir. Bu analizlere ek olarak neden sonuç ilişkisine sahip değişkenleri içeren ölçümler için regresyon analizleri de yapılmıştır.

Bu çalışmanın Kuramsal Temeller ve Kaynak Araştırması konu başlığı altında bilgisayar performans değerlendirme testleri ile nelerin test edebileceği ve performans değerlendirme testlerinin tarihçesi anlatılmıştır.

Materyal ve Metot konu başlığı altında bu tez çalışmasında kullanılan bilgisayar performans değerlendirme testi programları ile bu programların çıktılarının nasıl inceleneceği belirtilmiştir. İstatistiksel değerlendirme yazılımlarından SPSS de bu konu başlığı altında kısaca tanıtılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma konu başlığı altında ise tek bilgisayar performans testleri ile çoklu bilgisayar performans değerlendirme testlerinin çıktıları ve tabloları verilmiştir. Uygulanabilirlik durumlarına göre korelasyon ve regresyon analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Sonuç bölümünde bu tezde yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bilgisayar performansını kıyaslamak için kullanılan bilimsel ölçümlene deneylerinin sonuçlarını karşılaştırmaya bilgisayar performans değerlendirme testi denir. Bilgisayar performans değerlendirme testleri; bilgisayar programının, programlar setinin veya diğer işlemlerin çalıştırılması ile yapılır. Nesnelerin görelî performanslarının değerlendirilmesi için birçok standart testler ve denemeler yapılır. Bilgisayar performans değerlendirme testleri çeşitli alt sistemlerin performanslarının farklı sistem mimarileri üzerinden karşılaştırılması için metodlar sağlar.

Bilgisayar performans değerlendirme testleri genellikle kayan nokta (floating point) işlemi gibi bilgisayar donanımının karakteristiğinin performans değerlendirilmesi ile ilişkilidir. Fakat yazılıma uygunabilir olduğu durumlar da vardır. Derleyici ve veritabanı yönetim sistemlerine karşı yapılan testler yazılımın performans değerlendirme testlerine örnek olarak verilebilir.

Popüler bilgisayar performans değerlendirme testleri dünün programlarını yansıttıklarından, gelecekte çıkabilecek problemleri karşılayabilmek için kendisini geliştirmek zorundadırlar. Bilgisayar performansları aşağıdakiler ile test edilebilir [2]:

- *Gerçek Programlar:* En iyi bilgisayar performans değerlendirme testi, gerçek program uygulamalarının kullanılmasıyla yapılır. Çünkü son kullanıcı ihtiyaçlarını en iyi onlar yansıtır. Gerçek programlara örnek olarak kelime işlemci yazılımları, kullanıcı uygulamaları yazılımları ile veritabanları ve erişim istemcileri verilebilir.
- *Çekirdekler (kernels):* Gerçek uygulamaların küçük parçalarıdır. Gerçek uygulama olmadıklarından herhangi bir gerçek uygulayıcı tarafından çalıştırılmazlar. Anahtar kodları içerirler. Genellikle güncel programlardan özetlenerek oluşturulurlar. Sonuçlar MFLOPS cinsinden gösterilir. En popüler olan Livermore Loops ve Linpack bunlara iyi bir örnektir.

- *Oyuncak Performans Testleri:* Kullanıcı bilgisayarlarının basit parçalarını test etmek için kullanılır. Bellek kapasitesi, hafıza gecikme süresi ve kaydedici (register) gibi bilgisayar parametrelerini otomatik olarak algılamak için kullanılır. Örnek olarak Quicksort ve 8queens (8 vezir) verilebilir.
- *Sentetik Performans Testler:* Kernele benzerler. Fakat bunlar yapmacık yani simüle edilerek yaratılmış uydurma programların testinde kullanılır. Aynı şekilde herhangi bir kullanıcı bu programları çalıştıramaz. Whetstone ve Dhrystones iyi birer örnektirler. Sonuçlar KWIPS (saniyedeki bin whetstone işlemi - kilo whetstone instructions per second) cinsinden gösterilir. Sentetik bilgisayar performans değerlendirme testi için prosedür oluştururlar. Birçok uygulama programlarından oluşan her tip işlemlerin istatistiğini alırlar.
- *Parallel Bilgisayar Performans Değerlendirme Testleri:* Çoklu makinaları içeren çoklu işlemciler veya sistemlerden oluşan makinalar üzerinde kullanılırlar.

Bilgisayar mimarisi geliştikçe, çeşitli bilgisayar sistemlerinin performanslarının sadece özelliklerine bakılarak karşılaştırılmalarının yapılması çok daha zor olmuştur [2]. Bu nedenle farklı sistemler üzerinde gerçekleştirilebilecek testler geliştirilmiştir. Bu testlerin sonuçları ile de farklı mimariler için karşılaştırılmalar yapılmıştır. Örneğin Intel Pentium 4 işlemcileri, AMD Athlon XP ye göre genellikle daha hızlı saat frekansında işlem yaparlar. Fakat bu daha sayısal hesaba dayalı bir gücü olduğu anlamına gelmez. Başka bir deyişle saat frekansına dayalı daha yavaş AMD işlemcisi de daha yüksek frekansda işlem yapan Intel işlemci gibi iyi bir bilgisayar performansı gerçekleştirebilirler.

Bilgisayar performans değerlendirme testleri, sistemin bir parçası veya kendisi üzerindeki belirli bir tip iş yükünü taklit etmek için tasarlanmıştır. Sentetik bilgisayar performans değerlendirme testleri olarak adlandırılan bu testler bunu özel tasarlanmış programlarla sistemin bir parçası üzerine işyükü uygularlar. Uygulamaya dayalı bilgisayar performans değerlendirme testleri de buna karşılık olarak sistem üzerinde

gerçek programlar çalıştırarak performans testi yaparlar. Gerçek uygulama bilgisayar performans değerlendirme testleri genellikle test edilen sistem üzerinde daha gerçeğe yakın bir performans ölçümü verirken, sentetik bilgisayar performans değerlendirme testleri de halen disk veya ağ cihazı gibi kendi bireysel sistem parçalarını test etmek için kullanılmaktadır.

2.1. Bilgisayar Performans Değerlendirme Testlerinin Tarihçesi

Bilgisayar performans değerlendirme testlerinin tarihçesi 1960'ların başlarına kadar dayanmaktadır. O yıllarda; tek bir komutun ortalama çalışma zamanına bakılırdı. Eski ilkel bilgisayarlarda komutların çoğunluğunun çalışma zamanları aynı olurdu. Dolayısıyla eski makinalarda performans ölçümünde herbir işlemin gerçekleştirilmesi için gereken zaman dikkate alınırdı [3].

1970'in başlarında; basit programlar yapıldı. Sentetik (whetstone) ve kernel (livermore loops) bilgisayar performans değerlendirme testleri bunlara en iyi örneklerdendir. 1970'in sonlarında; göreceli performans testleri (MFLOPS) yapıldı.

1980'lerde (günümüzde güncellenerek halen devam eden); SPEC (bilimsel işlem), TPC (transaction işleme), Winbench (masaüstü), Doom, Quake, MediaBench (grafik) gibi bilgisayar performans değerlendirme testleri geliştirildi.

2000 yılından önce her ne kadar SPEC'in Unix tabanlı bilgisayar performans değerlendirme testleri oldukça uzun ve hantal olsa da, bilgisayar ve mikroişlemci mimarları bunu yapmak için SPEC'i kullanıyorlardı. 1998 den beri Markus Levy ve 12 yarı iletken şirket temsilcileri tarafından kurulan gömülü bilgisayar performans değerlendirme testlerine odaklanmış EEMBC sayesinde mimarlar daha küçük ve algoritma tabanlı bilgisayar performans değerlendirme testlerini çalıştırmışlardır. EEMBC, EEMBC Teknoloji Merkez şirketler birliği tarafından bilgisayar performans değerlendirme test dereceleri ve raporlarının yayınlanmadan önce sertifikalandırıldığı tek kurumdur.

Bilgisayar firmalarının, performans değerlendirme testlerinin üzerinde yüksek performans sağlamak için sistemlerini kurmak üzere arkada uzun bir deneme süreçleri vardır. Örneğin 1980 lerde bazı derleyiciler çok bilinen bir kayan nokta bilgisayar performans değerlendirme testinde özel matematiksel işlemleri bularak, işlemin daha hızlı yapılmasına olanak sağlamıştır.

Bilgisayar performans değerlendirme testleri günümüzde derleyici firmaları tarafından düzenli olarak sadece kendi performans test sonuçlarının değerlerini geliştirmek için değil aynı zamanda gerçek uygulamaların performanslarını geliştirmek için de kullanılmaktadırlar.

Üreticiler genellikle kendi ürünlerini iyi gösteren bilgisayar performans değerlendirme testleri ile raporlama yaparlar. Buna performans pazarlama (bench marketing) da denir [4,5].

İdealde bilgisayar performans değerlendirme testleri gerçek uygulamaların yerine sadece gerçek uygulamaların olmadığı, belirli bir işlemci veya bilgisayar sistemine uyarılmanın çok zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılır. Eğer performans gerçekten çok kritikse, bilgisayar performans değerlendirme testinin kullanılmakta olan sistemin üzerindeki iş yüküne yapılması önemlidir. Eğer bu mümkün değilse mümkün olduğunca gerçek iş yüklerine benzeyen bilgisayar performans değerlendirme testlerinin kullanılmasına dikkat edilmelidir. İki sistemden birinde yoğun matematiksel işlemlerin gerçekleştirildiği bir durumda bu yük altındaki sistemin diğer sistemden daha iyi bir performans vermesi beklenemez.

2.2. Klasik Bilgisayar Performans Değerlendirme Testleri

2.2.1 Sieve

Sieve testi standart yani temel bir performans değerlendirme test yöntemi olup, tüm dil ve sistem tasarımcıları tarafından kullanılmıştır. Bu yöntemle farklı

bilgisayarların birbirlerine göre bağıl hızlarını belirleyebilir ya da aynı bilgisayarda yani tek bir bilgisayarla geliştirilen kodun farklı derleyicilerle derlenmesi ile verimliliğine bakılabilir. Yani mikroişlemcileri, kişisel bilgisayarları ve bilgisayar dillerini karşılaştırmak için kullanılır. Bu test yönteminde kullanılan algoritma eski yunanlılar tarafından geliştirilmiştir ve amacı minimum sayıda hesaplama yaparak küçük bir asal sayı kümesi oluşturmaktır.

Asal sayıları bulmak için kullanılan yöntemde 2 ile başlayan bir dizi oluşturulur ve tüm sayılar yanyana yazılır [6].

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

ilk olarak ikinin katları silinir,

2 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25

daha sonra üçün katları silinir,

2 3 5 7 11 13 17 19 23 25

ve daha sonra da beşin katları silinir,

2 3 5 7 11 13 17 19 23

bu işlem sıradaki sayının (7'nin) karesi dizideki en büyük sayıdan büyük olduğu ana kadar yapılır. 5 te biter çünkü 7'nin karesi 25'den büyüktür. Bu durumda kalan sayılar bize asal sayıları verecektir. 2 3 5 7 11 13 17 19 23

Sonuç olarak Sieve programının amacı, belirli bir aralıktaki asal sayıları en kısa zamanda bularak, sistemin bu işlemi yapmak için geçirdiği zamanı vermektir.

Programın çalışması kısa sürer ve bazı gelişmiş derleyiciler algoritmayı tanıyarak üzerinde özel optimizasyonlar uygulayabilirler. Sieve bu algoritması sayesinde öncelikle tamsayı işlemlerini ve indekslemeyi test eder.

2.2.2 Whetstone

Whetstone performans testi bilimsel programların davranışlarını ölçmek için geliştirilmiş en eski performans değerlendirme testlerinden biridir. Bilgisayar performansını artırmak için geliştirilmiş ve kayan nokta (floating point) sayısal uygulamaların simülasyonu için kullanılmak üzere ilk olarak 1970 yılında Amerika'da Ulusal Fizik Laboratuvarında Algol 60 ile yazılmıştır[7].

Whetstone KDF9 bilgisayarı üzerinde çalışan programların istatistiklerinden bu bilgisayarın Whetstone Algol 60 derleyicisinin değiştirilmiş sürümü kullanılarak elde edilmiştir [7]. Programın davranışı tipik KDF9 bilimsel programı gibi tekrarlanmış ve bu modelin doğruluğunu olumsuz etkileyebilecek derleyiciyi en uygun şekle sokmak için tasarlanmıştır.

Whetstone performans testi bilimsel programların işleyişindeki çalışma hızını ölçmek için yaratılmış sentetik bir performans test yöntemidir. Yani Sieve performans testindeki gibi bir amacı olmayıp sadece mevcut bir işlemin gerçekleştirilme hızını ölçer. Bilimsel uygulamalarda kullanılan işlemler için birçok modül içerir. C programlama dilinde kullanılan sin, cos, sqrt, exp ve log gibi matematiksel fonksiyonlar, sabit nokta (integer-fixed point) ve kayan nokta(floating point) fonksiyonları, dizi erişimleri ve prosedür çağırımları kullanılırlar. Bu test yönteminin esas amacı sabit sayı (integer), durumsal dallar (if) ve kayan nokta(floating point) fonksiyonlarının performansını ölçmektir. Yani sabit sayı (integer) ve kayan nokta(floating point) fonksiyonlarının hızını ve verimliliğini test etmektir. Test edilen sonuç da kilowhetstones/saniye (KWIPS) olarak gösterilir.

Bu test yönteminde performansı ölçülen işlemler aşağıdaki şekilde özetlenebilir [8];

- Basit değişkenleri içeren ifadelerin değerlendirilmesi
- Dizi elemanlarını içeren ifadelerin değerlendirilmesi,
- Dizinin parametre olarak verildiği prosedür çağırmaları,
- Karşılaştırma dalları,
- Sabit nokta (integer-fixed point) aritmetiği,
- ATAN, SIN ve COS trigonometrik fonksiyonların kullanımı,
- Basit değişkenlerin parametre olarak verildiği prosedür çağırmaları,
- Dizi referansları ve parametresiz prosedür çağırmaları,
- SQRT, EXP LOG gibi standart matematik fonksiyonlarının kullanılmasıdır.

Whetstone performans testinin diğer testlere göre ayırt edici özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Büyük bir oranı kayan nokta (floating point) verilerini ve işlemlerini içerir.
- Harcanan zamanın yaklaşık %50'si matematiksel fonksiyonlar için harcanır.
- Kullanılan değişkenlerin büyük çoğunluğu global değişkendir ve yerel değişkenleri kullanmanın kolaylaştırıldığı çok fazla işlemci kaydedicisi (register) bulunan işlemcilerin (RISC mimarilerinde olduğu gibi) avantajını gösterememektedir.

- İşlemler için birçok döngü içermesi ve her bir işlem için küçük işlem bellekleri kullanması performansı artırır.
- Orijinal program ilk olarak tek veya çift hassasiyetli hesaplamaları kullanarak fortranda yazılmıştır.

2.2.3 Dhrystone

Dhrystone bilgisayar performans değerlendirme testleri Reinhold Weicker tarafından 1984 yılında geliştirilmiş sentetik bir programdır [7]. Dhrystone, CPU89(günümüzde SPECint olarak bilinen Standart Performance Evaluation Corporation'ın eski CPU testi) bilgisayar performans değerlendirme testi tarafından kaldırılana kadar genel işlemci veya mikro işlemcilerin performanslarını ölçmek için kullanılmıştır.

Sieve ve Whetstone performans testinde olduğu gibi sayısal işlemlerle değil, derleyici ve kelime işlemcileri gibi sayısal olmayan programların performansını test etmek için geliştirilmiş bir performans değerlendirme test yöntemidir. Farklı bilgisayarların performanslarının ölçülmesi ve karşılaştırılmasında veya aynı bilgisayar için farklı derleyicilerle geliştirilmiş kodun verimliliğinin ölçülmesinde kullanılır. Sonuç Dhrystone instructions/second (DIPS) olarak verilir.

Dhrystone bilgisayar performans değerlendirme testi Whetstone gibi kayan nokta işlemlerini içermez. Bilgisayar performans değerlendirme testinin çıktısı saniyedeki Dhrystones sayısı ile belirlenir.

Dhrystone bilgisayar performans değerlendirme test yöntemi diğer performans test yöntemleri gibi standart bir koda sahiptir ve kod karakter fonksiyonlarından oluşur [9]. Dhrystone performans test yöntemi;

- Yazılım ve donanım tasarımlarından,

- Derleyici seçeneklerinden,
- Kod optimizasyonundan,
- Bellek kapasitesinden,
- Bekleme durumlarından
- Sabit nokta (integer-fixed point) veri tiplerinden oldukça etkilenir.

Dhrystone bilgisayar performans değerlendirme test yöntemi farklı mikroişlemcileri, farklı bilgisayarları ve deneysel tasarımları karşılaştırmak için kullanılır.

Weicher, Dhrystone ile FORTRAN, PL/1, SAL, ALGOL 68 ve Pascal programlarını içeren geniş yazılım sistemlerinden meta veriyi biraraya getirmiştir. Daha sonra bu programları genel bir tabanda (procedure calls, pointer indirections, assignments) birleştirmiştir.

Çeşitli modern derleyici teknikleri (ölü kod gidermesi gibi) sentetik bilgisayar performans değerlendirme testlerinin kullanımını ve tasarımını daha da zorlaştırdı. Bilgisayar performans değerlendirme testinin 2.0 sürümü olanı, derleyici tekniklerinin bir kısmına bir takım değişiklikler yapmaya niyetle Weicker ve Richardson tarafından Mart 1988’ de yayınlandı. Bilgisayar performans değerlendirme testinin temelini değiştirmemek için dikkatlice üretildi. Derleyicileri engellemek için gösterilen bu çaba kısmen başarılıydı.

Dhrystone 2.1, bazı önemsiz değişikliklerle Mayıs ayında yayınlandı ve Dhrystone 'nin mevcut tanımı korundu.

Dhrystone bilgisayar performans değerlendirme testi olarak, dikkat çekecek derecede esnek bir yapıya sahiptir. Onu kullanmak kolaydır, başka bir şeye ihtiyaç duymaz, kolay anlaşılır ve hemen hemen her sistemde çalışabilir. Özellikle gömülü bilgisayar

programlarında yaygın kullanımı vardır. Gerçi son zamanlarda geliştirilen EEMBC bilgisayar performans değerlendirme testi bu konuda Dhrystone'u muhtemelen geçecektir. Tıpkı SPEC'in CPU89'unun genel bilgisayar işlemlerinde ve sunucu pazarında yaptığı gibi. Dhrystone'nun 20 yıldır halen kullanılmakta olmasını Weicker'in özenli tasarımına ve ileri görüşlülüğüne borçludur.

Dhrystone sonuçları MIPS'den daha anlamlı bir şekilde göstermeyi dener. Çünkü MIPS kullanıcılardan aynı hesaplama gereksinimi için farklı komut grupları üzerinde kullanım istemez. Bu nedenle ana hedef saniyedeki Dhrystone döngüleridir. Dhrystone'un bir başka yaygın gösterimi de 1.7572'ye bölünerek elde edilen DMIPS'dir. (the number of Dhrystones per second obtained on the VAX 11/780, nominally a 1 MIPS machine).

2.2.4 Linpack

LINPACK dijital bilgisayarlar üzerinde doğrusal cebir yapabilmek için gerçekleştirilmiş bir yazılım kütüphanesidir. Jack Dongarra, Jim Bunch, Cleve Moler ve Pete Stewart tarafından 1970'lerde ve 1980'lerin başında Argonne National Laboratuvarında Fortran dilinde yazılmıştır. Modern mimarilerin üzerinde daha verimli çalışan LAPACK ile yer değiştirmiştir.

LINPACK temel vektör ve matris işlemleri için doğrusal cebir alt programı olan BLAS'ı kullanmıştır.

LINPACK bilgisayar performans değerlendirme testi sistemin kayan nokta işlem gücünün ölçümünü gösterir. Jack Dongarra tarafından tanıtılan bu yöntem ile $Ax=b$ doğrusal eşitliğini (A $n \times n$ matris, x ve b n boyutlu vektörler) bilgisayarın ne kadar hızla çözdüğünü ölçer [10]. Çözüm Gaus yöntemini kullandığı için $\frac{2}{3}n^3 + n^2$ kayan nokta işlemi gerektirir. Linpack performans değerlendirme testi kayan nokta (floating point) performansını test eder(toplamaları ve çarpmaları) ve sonucu MFLOPS(millions of floating point instructions per second) olarak verir. LINPACK

performans test yöntemi;

- Coğunlukla kayan nokta (floating point) işlemlerini içerir.
- Global değişkenleri yoktur.
- Operasyonlar altrutinlere parametre olarak lokal değişkenlerle veya dizelerle taşınır.
- Sonuçlar tek veya çift duyarlıklı işlemleri içindir.

Zamanın büyük bir kısmı fortran'da kodu yazılan Basic Linear Algebra Subprograms (BLAS) adındaki test boyunca tekrarlanan altprogram setlerinde harcanır.

2.2.5 Lawrence Livermore döngüleri

Geniş bilimsel hesaplamaların hakim olduğu birden fazla test içerir. 1970'li yıllarda ilk olarak fortran programlama dilinde yazılan 14 adet küçük sayısal uygulama parçalarını (gerçek bir uygulama olmadığından çalıştırılmazlar) içermiştir. Daha sonra 1980'li yıllarda küçük sayısal uygulama parçalarının sayısı 24'e çıkmıştır[7,11].

Lawrence Livermore National Laboratuvarında yapılan uygulamalardan ayrı tutulmuş ve süper bilgisayarlardan yani kompleks bilimsel uygulamaların yapılabildiği merkezi bir bilgisayardan kişisel bilgisayarlara olan sistemlere kadar geniş yelpazede çalıştırılmıştır.

Kısa, orta ve uzun vektör performans ölçümleri üretmek için 24 sayısal uygulama üç kez farklı DO döngülerinde çalıştırılır. Test sonuçları yorumlanmak için biraz karmaşıktır. Çünkü sonuçları tek bir sayıya doğru azaltmak gibi bir girişim olmamıştır.

Sonuçlar MFLOPS (Millions of Floating-Point Operations Per Second) olarak verilir. Minimum ve maximum için sonuçlar aritmetik, geometrik ve harmonik ortalama olarak rapor edilir. Geometrik ortalama, hesaplamanın karakteristik oranını verir. Fakat istatistik oranları geometrik, aritmetik ve harmonik ortalama açısından minimum ve maximum olarak tutmak daha gerçekçi olur.

2.2.6 SPEC

SPEC kullanıcılarına kaynak kod dosyalarını verip onların kendi sistemlerini test etmelerini ister. Bu dosyalar standart programlama dilinde yazılmış olup, daha sonra her bir işlemci mimarisi ve işletim sistemi için derleme yapılır [12]. Böylece ölçülen performans işlemcinin, RAM'in ve derleyicinin performansdır. I/O, ağ katmanı veya grafiksel görüntülerin performansı değildir.

SPEC 12 adet test değerlendirme deney ortamı sağlayan programlar için temel bir yürütme süresi tanımlar. SPECint 2000 için yürütme süresi aralığı 1000-3000 saniyedir. Ayarlanan test sistem üzerinde çalıştırılır ve test sisteminin zamanı referans zamanı ile karşılaştırılır ve oran hesaplanır. Oran 100 ile çarpılır ve yapılan test için SPECint değeri hesaplanmış olur.

Örnek olarak 2600 MHz de çalışan Sun Mikroişlemci Fire V20z ve AMD Opteron 252 işlemci ele alınsın. 1400 s referans zamanlı 164.gzip bilgisayar test değerlendirme deney ortamını kullanılsın. 164.gzip in V20z test sisteminde çalışmasının ne kadar sürdüğünü bulmak için zamanı ölçüp 90.4s sürdüğü kaydedilirse $1400/90.4 \times 100 = 1548$ olarak hesaplanabilir.

SPEC in “taban” ve “tepe” olmak üzere iki referans noktası vardır. Taban tepeye göre daha katı derleyici kurallarına sahiptir. Daha düşük optimizasyon yapılırken derleyici bayrakları (flag) her bilgisayar test değerlendirme deney ortamı için aynı olmalıdır ve aynı sırada sınırlı sayıda bayraklar olmak zorundadır. Taban kullanıcının standart bayraklardan oluşmuş bir programı derlemesi açısından daha yakındır. Tepe

ise her bir bilgisayar test değerlendirme deney ortamının farklı optimizasyon kapsamaları için maximum derleyici optimizasyonu sağlar. Bu da tam kapsamlı derleyici optimizasyonu ile sağlanmış maximum sistem performansını verir.

SPEC CPU; hafıza, derleyici ve CPU nun performanslarının karışımından oluşur. SPEC CPU'nun en son standartı CPU2006'dır. CPU2006, iki parçadan oluşur, biri tamsayılar için CINT2006, diğeri kayan nokta testi için CFP2006 dır.

2.3. Temel Olasılık ve İstatistik Bilgileri

Bilgisayar performans analizinde testleri gerçekleştirmek kadar test sonuçlarından anlam çıkartmak da önemlidir [1]. Anlam çıkartmak için istatistiksel yöntemler kullanılır. İstatistik, belirli bir olayın gözlemlenmesi sonucu, onun büyüklüğü, kıymeti, dağılımı, vb. özellikleri hakkında elde edilen rakamlardır. Bu rakamları elde etmek için veriler toplanır, işlenir, analiz edilir ve yorumlanır[13]. Sonucun sağlıklı olması, elde edilen bilgilerin nasıl toplanmış olduğunu gösterir. İyi bir istatistik çıkarmak için öncelikle çeşitli dallardan gerekli olan bilginin toplanması, sonra da bu bilgilerin sayılarla ifade edilmesi gerekir.

2.3.1 Temel istatistik kavramları

Gözlemden gözleme değişik değerler alabilen objelere, özelliklere ya da durumlara "Değişken" denir. Değişken grubundan belli bir olasılıkla bir değer alıyorsa, bu değişken rastgele değişken demektir [1].

Rastgele bir değişkenin toplamsal dağılım fonksiyonu, değişkenin a'dan daha küçük veya eşit değer alma olasılığına eşittir[14].

$$F(a) = \int_{-\infty}^a f(x)dx \quad (2.1)$$

Toplamsal Dağılım Fonksiyonu $F(x)$ 'in türevine x 'in olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf) denir[14].

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \quad (2.2)$$

Herhangi bir rastgele “ x ” değişkeninin (x_1, x_2) aralığında olma olasılığı aşağıdaki gibi gösterilir.

$$P(x_1 < x < x_2) = F(x_2) - F(x_1) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx \quad (2.3)$$

Ayrık (discrete) değişkenler süreklilik gösteremediğinden cdf'in türevi alınamaz. Bu durumda pdf yerine kitle olasılık fonksiyonunu (pmf) kullanılır.

Olasılığı pmf ile ifade edilen bir “ x ” değişkeninin (x_1, x_2) aralığında bulunma olasılığı herbirinin olasılıklarının toplamı ile hesaplanır.

$$P(x_1 < x < x_2) = F(x_2) - F(x_1) = \sum_{x_1 < x_i < x_2} p_i \quad (2.4)$$

2.3.2 Merkezi eğilim ölçüleri

Örneği oluşturan verilerin özelliklerini tanımlamak için hesaplanan değerlere istatistikte “merkezi eğilim ölçüleri” denir. Tek bir değerle veri setinin en belirgin karakteristiklerinin özetlenmesine verinin “ortalaması” denir[15]. Gözlem değerleri ortalama etrafında toplanma eğilimi gösterdiklerinden ortalamalar merkezi eğilim ölçüleri olarak adlandırılır. Merkezi eğilim ölçüleri 6 grupta toplanır;

- Aritmetik ortalama (Mean)
- Ortanca değer (Median)

- Tepe değeri (Mode)
- Geometrik ortalama
- Harmonik ortalama
- Ağırlıklı ortalama
- Oranların aritmetik ortalaması

Aritmetik ortalama (Mean)

n tane gözlem değerinin toplamının n'e bölümüne "aritmetik ortalama" denir [15].
Örneğin 8 tane gözlem değerinin ortalama değeri aşağıdaki gibidir.

$$\bar{x} = \frac{5 + 3 + 54 + 93 + 83 + 22 + 17 + 19}{8} = 37 \quad (2.5)$$

Ortanca değeri (Median)

n tane gözlem değerleri büyüklüklerine göre sıralandığı zaman en ortadaki gözlem değerine "ortanca değeri" denir [15]. Eğer gözlem sayısı tekse ortanca değeri $(n+1)/2$ ile, gözlem sayısı çiftse ortadaki iki değer ortalaması yani $(n/2)$ nci değeri ile $(n/2+1)$ nci değerlerinin ortalaması alınarak bulunur.

Tepe değeri (Mode)

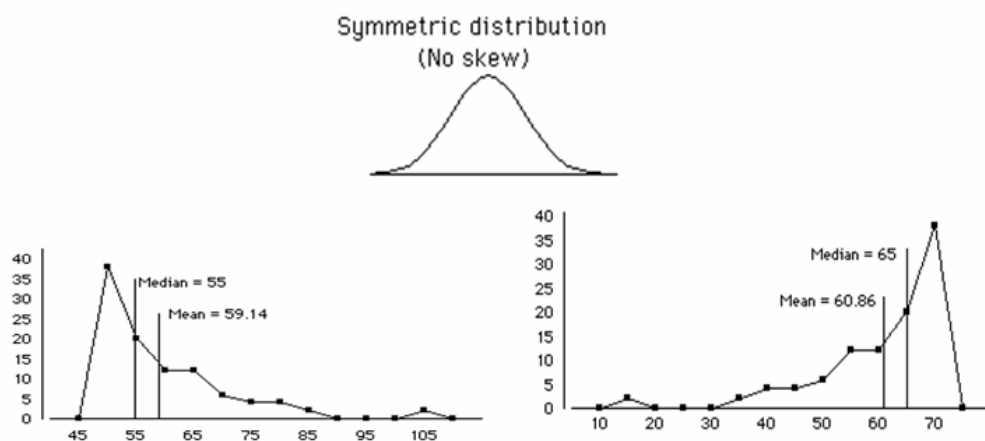
Bir örnekte frekansı en yüksek yani en çok tekrarlanan gözlem değerine "tepe değeri" denir. Histogramdaki en orta değeri bize tepe değeri verir [15].

Aritmetik ortalama, ortanca değ r ve tepe değ rin kullanımları

G zlem  l  mleri değerlendirildiğinde aritmetik ortalama ve ortanca değ rin her zaman tek bir değ ri varken tepe değ r her zaman olmak zorunda değildir.  l  m değerlerinin e it olduğu durumda tepe değ r yoktur. Ayrıca her zaman tek bir tepe değ ri olmak zorunda da değildir, histogramda birden fazla tepe değ r de olabilir.

G zlem değerlerinin dağılımına g re aritmetik ortalama, ortanca değ r ve tepe değ rleri sıralanır. Eğer dağılım tek tepe değ rli ve simetrik ise her    ortalama da aynı değere sahiptir.  ift tepe değ rli ve simetrik ise, aritmetik ortalama ve ortanca değ r birbirine e ittir, tepe değ r iki tane olup bir değ ri aritmetik ortalama ve ortanca değerinden k   k, diğeri b   kt r [15].

Dağılım uniform yoğunluk fonksiyonu ise, aritmetik ortalama ve ortanca değ r birbirine e it, tepe değ r ise yoktur. Dağılım sola yatık bir dağılım ise en k   k aritmetik ortalama daha b   k ortanca değ r ve en b   k de tepe değerdir. Dağılım sağa yatık bir dağılım ise en k   k tepe değ r, daha b   k ortanca değ r ve en b   k de aritmetik ortalamadır[15].



 ekil 2.1. Aritmetik ortalama, ortanca değ r ve tepe değ r grafikleri.

Dağılımın şeklinden en çok etkilenen aritmetik ortalamadır. Aritmetik ortalama sapan değerler yönünde kayar. Ortanca değer, gözlem değerleri büyüklüklerine göre sıralandığından en ortadaki değer olduğu için dağılımın şeklinden etkilenmez.

Dağılım simetrik olduğu zaman her üçü de örneğin özelliklerini aynı derecede tanımlarken, dağılım simetriden uzaklaştıkça ortanca değer daha güvenilir bir istatistik verisi haline gelir.

Deneyimsiz bir analistçi merkezi eğilim ölçülerinden hangisini kullanacağını doğru seçemeyebilir. Ölçülen değişkenlerin türü çok önemlidir.

Örneğin; çeşitli iş istasyonlarında kullanılan mikroişlemci türleri kategorisel bir veridir, dolayısı ile veriyi en iyi tanımlayan tek ölçüm yolu tepe değerdir. Kategorisel bir veri olan işlemcinin aritmetik ortalamasının veya ortanca değerini alınması yanlış olur [15].

Bir diğer örnek olarak işlemcinin 5 işe harcadığı toplam zamanı verebiliriz, bunun için aritmetik ortalama kullanımı anlamlı olur. Fakat her işi ayrı ayrı değerlendireceksek toplamların ortalamasını almak anlamlı olmaz.

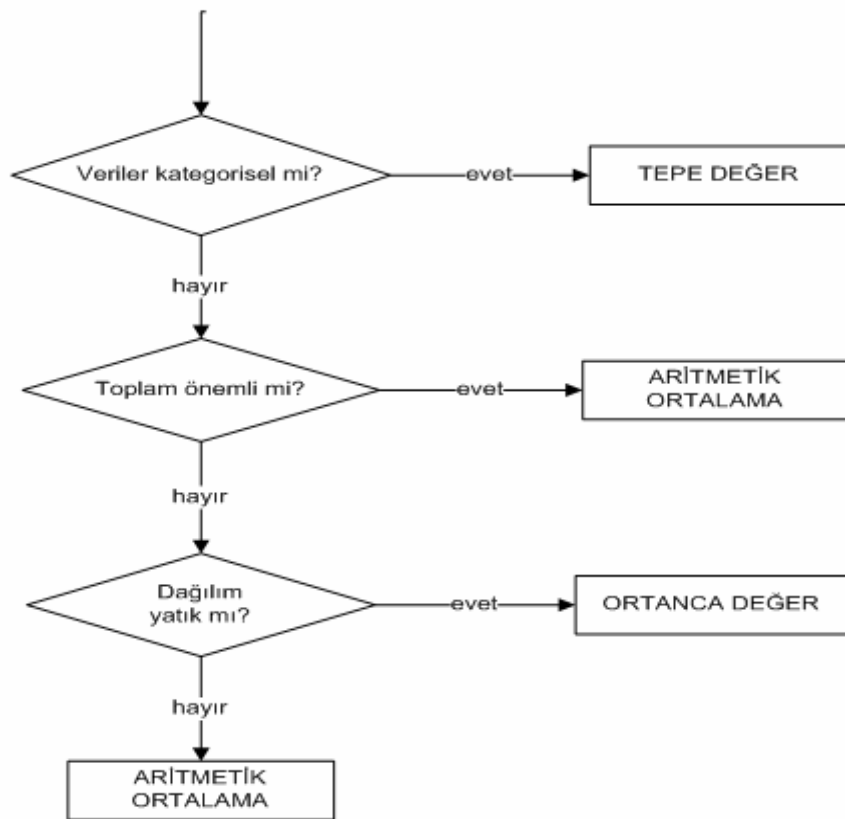
İşlemci bir iş için 10 milisaniye harcarken diğeri için 1000 milisaniye harcıyorsa bunların ortalaması 505 milisaniye iken işlemcinin her iş için ortalama bu kadar zaman harcıyor demek yanlış olur. Her iş ayrı ayrı düşünüldüğünde ortalama almak çok anlamsız olur.

İki farklı sistemin 5 gün boyunca bir işe cevap verme sürelerini ele alacak olursak bu durumda da aritmetik ortalama kullanmak yanlış olur çünkü bizim için önemli olan sistemin en çok hangi sürede cevap verdiğidir. Ölçümler arasında büyük sapma gösteren değer ortalamayı büyük ölçüde etkiler [15].

Bir diğ er  rnek olarak da iş istasyonları  zerindeki disk s r c  sayısı yatık değ er g steriyorsa, ortanca değ er kullanımı anlamlı olur.  rnek sayısının maximum ve minimum değ erlerini oranlayarak oranın b y kl ğ ne g re yatık olup olmadığına karar verilir [15].

Sonuc olarak;

- Bir sistemde en  ok kullanılan kaynağı bulmak i in kaynak kategorisel olduğundan tepe değ er kullanılır.
- Toplam zaman bizim i in  nemli ise aritmetik ortalama kullanılır.
- Bir programın bilgisayara y klenmesi gibi yatık dağılım g steren bir  l  m s z konusu ise de ortanca değ er kullanılır.



şekil 2.2. Aritmetik ortalama, tepe değ er ve ortanca değ er kullanımı.

Geometrik ortalama

n tane değerin geometrik ortalaması bu değerlerin çarpımlarının n inci dereceden kareköküdür [1, 15].

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{1/n} \quad (2.6)$$

Geometrik ortalama örneğin ağ katmalarının ortalama performans değişiminde kullanılır. Ağ katmanının performans değişimi örnek olarak Çizelge 2.1’de verildiği i gibi her katmanda çarpımsal bir artış göstermektedir.

Çizelge 2.1. Her bir protokol katmanındaki performans artışı.

Protokol Katmanı	Performans Artışı
7	18
6	13
5	11
4	8
3	10
2	28
1	5

Katman başına düşen ortalama performans gelişimi hesaplanacak olursa

$$= \{(1.18)(1.13)(1.11)(1.08)(1.10)(1.28)(1.05)\}^{1/7} - 1 = 0.13$$

Böylece katman başına 13%’lük bir performans gelişimi söz konusudur.

Ayrıca versiyonlar arasındaki ortalama performans gelişimini hesaplamada, sıçramalı ağdaki sıçrama başına düşen ortalama hata oranını hesaplamada, önbellek isabet

oranı ve önbellek isabet ettirememe oranını hesaplamada geometrik ortalama kullanılır.

Harmonik ortalama

n tane verinin terslerinin ortalamasının tersidir ve aşağıdaki gibi gösterilir [1, 15];

$$\bar{x} = \frac{n}{1/x_1 + 1/x_2 + \dots + 1/x_n} \quad (2.7)$$

Harmonik ortalama, $(1/x_i)$ için aritmetik ortalamanın doğrulandığı zaman kullanılır. Örneğin işlemci üzerindeki performans testinin geçen zamanı için tekrarlanan ölçümleri düşünelim, i inci tekrarda performans testi t_i zaman sürer. Performans testinin m milyon tane komutu olduğunu varsayalım, i inci tekrarda saniyede düşen komut sayısı aşağıdaki gibi bulunur.

$$x_i = \frac{m}{t_i} \quad (2.8)$$

Ortalama MIPS oranı aşağıdaki gibidir.

$$\bar{x} = \frac{n}{\frac{1}{m/t_1} + \frac{1}{m/t_2} + \dots + \frac{1}{m/t_n}} = \frac{m}{(1/n)(t_1 + t_2 + \dots + t_n)} \quad (2.9)$$

Ağırlıklı ortalama

Eğer bir seriyi oluşturan gözlem değerleri arasında önem derecesine göre farklar varsa ve bu farklar ortalama hesabında göz önüne alınmak isteniyorsa, böyle durumlarda ağırlıklı ortalama hesaplanır [1].

w , ağırlığı x_w ’de ağırlıklı ortalamayı göstermek üzere, ağırlıklı aritmetik ortalama aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$x_w = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i} \quad (2.10)$$

Bir bilgisayarda çalışan bir programın gerçekleştirdiği işlemlerin %30’u sabit nokta aritmetik işlemleri, %40’ı kayan nokta işlemleri, %20’si dizi işlemleri ve %10’u da dosyadan okuma ise herhangi bir bilgisayarın o uygulamayı çalıştırmadaki performansı ağırlıklı ortalama ile hesaplanır.

Oranların aritmetik ortalaması

Pay ve paydanın ayrı ayrı toplamalarının fiziksel anlamları varsa, oranlarının ortalaması da ortalamalarının oranıdır. Örneğin; eğer $x_i = a_i/b_i$ ise, ortalama oran aşağıdaki gibidir [15].

$$Average\left(\frac{a_1}{b_1}, \frac{a_2}{b_2}, \dots, \frac{a_n}{b_n}\right) = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{b_1 + b_2 + \dots + b_n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{\sum_{i=1}^n b_i} = \frac{(1/n)\sum_{i=1}^n a_i}{(1/n)\sum_{i=1}^n b_i} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}} \quad (2.11)$$

Çizelge 2.2. CPU meşguliyeti çizelgesi.

Ölçüm Süresi	CPU meşgul süresi %
1	45
1	45
1	45
1	45
100	20
Sum	200%
Mean	200/5 yani 40%

Çizelge 2.2’de sistemin farklı zamanlarda meşgul etme yüzdesini göstermektedir. İşlemcinin ortalama meşguliyeti işlemcinin toplam meşguliyet sürelerinin, toplam zamana oranı ile bulunur.

Aritmetik ve harmonik ortalamanın doğrulanmasında önceki kural için iki özel durum vardır.

Payda sabitse ve payların toplamının fiziksel bir anlamı varsa, oranların aritmetik ortalaması kullanılır.

$$Average\left(\frac{a_1}{b_1}, \frac{a_2}{b_2}, \dots, \frac{a_n}{b_n}\right) = \frac{1}{n} \left(\frac{a_1}{b_1} + \frac{a_2}{b_2} + \dots + \frac{a_n}{b_n} \right) = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{nb} \quad (2.12)$$

Pay sabitse ve paydaların toplamının fiziksel bir anlamı varsa, oranların harmonik ortalaması kullanılır.

$$Average\left(\frac{a_1}{b_1}, \frac{a_2}{b_2}, \dots, \frac{a_n}{b_n}\right) = \frac{n}{b_1/a + b_2/a + \dots + b_n/a} = \frac{na}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (2.13)$$

2.3.3 Değişim ölçüleri

Toplanan veriler arasında farklılıklar olur. Örneğin ortalama açısından aynı performansa sahip iki sistemden ortalamadan daha az sapma gösteren tercih edilir. Başka bir örnek verecek olursak; iki sistemin tepki verme sürelerinin histogramlarına bakıldığında ilk sistemin tepki verme süresi ortalama değere yakinken diğeri bazen 1 milisaniye bazen 1 dakika sürdüğünden az değişkenlik gösteren ilk sistem tercih edilir.

Gözlem değerleri arasındaki değişikliğin yani varyasyonun sayısal olarak ifadesi için kullanılan istatistikler aşağıdaki değişim ölçüleridir [1, 15].

- Değişim Genişliği
- Ortalama Sapma
- Varyans
- Standart Sapma
- Varyasyon Katsayısı

Değişim genişliği

Bir örnekteki en küçük gözlem değeri ile en büyük gözlem değeri arasındaki farka Değişim Genişliği denir [15]. Değişim genişliği yaygın olarak kullanılan iyi bir değişim ölçüsü değildir.

Çünkü aşağıdaki örnekteki gibi sadece bir örnekteki en büyük gözlem değeri ile en küçük gözlem değeri arasındaki farkı verir. Örneği oluşturan tüm gözlem değerlerinin birbirinden olan farklılıkları hakkında bilgi vermez.

A örneği: 7 11 14 5 8 10 16 21 D.G=21-5=16

B örneği: 5 14 13 12 14 17 16 21 D.G=21-5=16

Ortalama sapma

Gözlem değerlerinin ortalamadan olan sapmalarının mutlak değerlerinin ortalamasına ortalama sapma denir ve aşağıdaki gibi gösterilir [15].

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| \quad (2.14)$$

Ortalama sapma hesaplanırken gözlem değerlerinin birbirinden olan farklılığı değil ortalamadan olan sapmaları dikkate alınır. Fakat ortalama sapma tercih edilen bir değişim ölçüsü değildir çünkü ortalama sapma hesaplandıktan sonra bu, varyasyonu meydana getiren kaynaklara göre analiz edilemez.

Varyans / standart sapma

n tane $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ gözlem değeri için varyans aşağıdaki gibidir [1,15];

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.15)$$

Varyansın kareköküne de standart sapma denir ve aşağıdaki gibi gösterilir;

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.16)$$

Varyasyon katsayısı

Varyasyon katsayısı örneklerin varyasyon bakımından karşılaştırılmaları gerektiği zaman hesaplanır. Çünkü örneklerin ortalamaları büyüdükçe standart sapmaları da genellikle büyüyecektir.

Varyasyon katsayısı hesaplanarak standart sapma üzerinde ortalamanın etkisi ortadan kaldırılmış olur ve standart sapmayı ortalamanın yüzdesi olarak, yani bir örnekteki varyasyonu % olarak ifade eder [15].

$$s / \bar{x} \quad (2.17)$$

2.4. Performans Değerlendirme Testlerinde Kullanılan Analizler

2.4.1 Regresyon analizi

Bir bilgisayar sisteminde tüm girdi değerleri için sistem performansının nasıl olacağını net olarak belirtmek için tüm bu girdilerin performans ölçümlerinin yapılması gerekir. Olası tüm girdiler için performans ölçümü yapmak çok zahmetli ve pahalı bir işlem olacağı gibi genelde de imkansızdır. Bunun yerine sistemin performansı sınırlı girdiler için test edilip, bu test sonuçlarından istatistiksel bir model oluşturularak sistemin tüm girdiler için davranışı tanımlanabilir. Regresyon modeli olarak adlandırılan bu modeller daha önce ölçüm sonucu yapılmamış girdiler için sistemin nasıl performans vereceğini tahmin eder [15].

Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkiyi kullanarak o konu ile ilgili tahminler (estimation) yada kestirimler (prediction) yapmak amacıyla kullanılır [16]. Doğada birçok olayda sebep-sonuç ilişkisine rastlamak mümkündür.

Çizelge 2.3. Sebep sonuç ilişkileri

Sebep	Sonuç
CPU saat hızı	İşlem Gücü
Gelir	Harcama
Yaş	Boy
Gübre	Verim
Band Genişliği	İletim Hızı

Regresyon analizi tekniğinde iki (basit regresyon) veya daha fazla değişken (çoklu regresyon) arasındaki ilişkiyi açıklamak için istatistiksel bir model kullanılır ve bu model regresyon modeli olarak adlandırılır [15].

Doğrusal bir regresyon modeli Eş.2.18’de ifade edildiği gibi bir bağımlı ve bir de bağımsız değişken içeren bir modeldir.

$$Y=\alpha+\beta X+\varepsilon \quad (2.18)$$

Burada Y; bağımlı (sonuç) değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır. X; bağımsız (sebeup) değişken olup, hatasız ölçüldüğü varsayılır. α ; sabit olup $X=0$ olduğunda Y’nin aldığı değerdir. β ise regresyon katsayısı olup, X’in kendi birimi cinsinden 1 birim değişmesine karşılık Y’de kendi birimi cinsinden meydana gelecek değişme miktarını ifade eder. ε ; tesadüfi hata terimi olup, ortalaması sıfır varyansı σ^2 olan normal dağılım gösterdiği varsayılır. Bu varsayım parametre tahminleri için değil katsayıların önem kontrolleri için gereklidir [15].

Bir regresyon modeli oluşturulurken genelde en-küçük kareler ve en büyük olabilirlik (maximum likelihood) teknikleri olarak bilinen iki yaklaşımdan birisi kullanılır. Eğer hata teriminin normal dağılım göstermesi şeklinde bir varsayım varsa en büyük olabilirlik, hata teriminin dağılışı ile ilgili herhangi bir varsayım söz konusu değilse en-küçük kareler tekniği kullanılarak parametreler tahmin edilir.

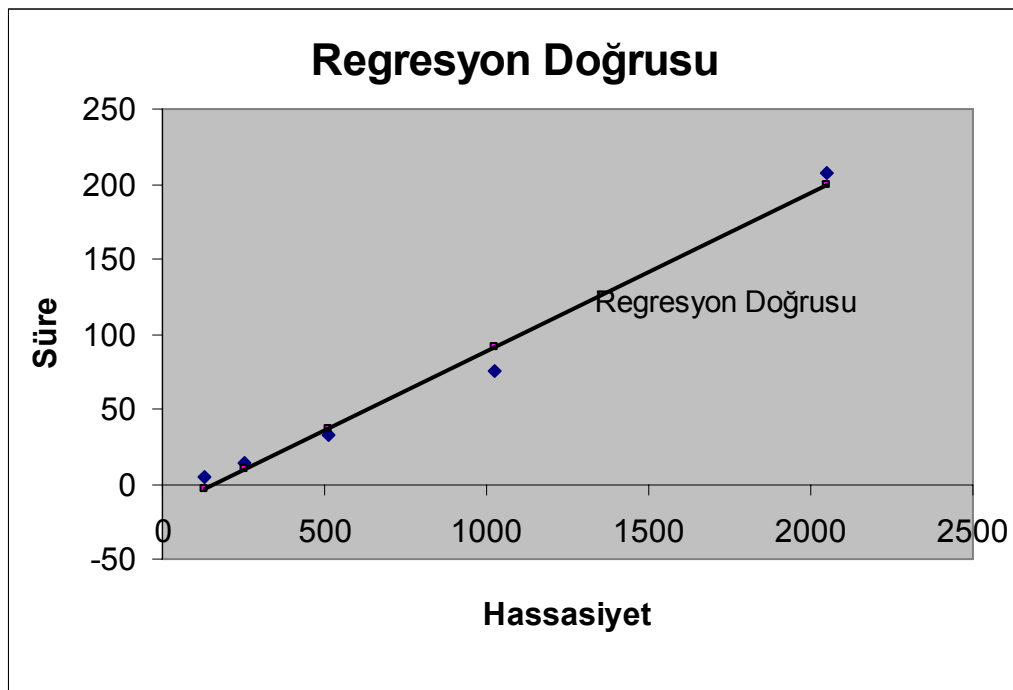
Aşağıda en-küçük kareler tekniği kullanılarak parametrelerin nasıl tahmin edildiği örnek bir veri grubu üzerinde kısaca özetlenmektedir;

Çizelge 2.4. Pi sayısı hesaplama süresi.

Pi sayısı hesaplamada virgülden sonraki rakam sayısı	Süre (sn)
128K	5
256K	14
512K	33
1M (1024K)	75
2M (2048K)	208

Çizelge 2.4’de verilen X ve Y değişkenlerine ait beş gözlem çifti, koordinat eksenlerine yerleştirildiğinde Şekil 2.3’deki grafik elde edilir.

Şekil 2.3’de verilen noktalar ve bu noktalara uygun regresyon doğrusu görülmektedir. Uygun regresyon doğrusu ile gözlem noktaları arasındaki fark hata (ϵ) olarak isimlendirilir. Regresyon doğrusuna ait parametreler öyle tahmin edilmelidir ki; doğru ile gözlem noktaları arasındaki fark (hata) en az olsun. Bunu sağlayacak teknik ise en-küçük kareler tekniğidir.



Şekil 2.3. Pi sayısı hassasiyetine göre ölçüm süresi

Yukarıda verilen basit regresyon modelinden ϵ çekilir.

$$Y = \alpha + \beta X_i + \epsilon \Rightarrow \epsilon = Y - \alpha - \beta X_i \quad (2.19)$$

Burada hata teriminin tüm gözlemler için kareleri alınır ve toplanırsa (Hata Kareler Toplamı (HKT) Eş. 2.20’de ifade edildiği gibi hesaplanır.

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \alpha - \beta X_i)^2 \quad (2.20)$$

En-küçük kareler tekniğinde, HKT'ni en küçük yapabilmek için Eş. 2.20'de yer alan ifadenin önce α 'ya göre türevini alıp sıfıra eşitleyerek Eş. 2.21'de ifade edildiği gibi, daha sonra da β 'ya göre türevini alıp sıfıra eşitleyerek Eş. 2.22'de ifade edildiği gibi iki bilinmeyenli iki denklem elde edilir.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\partial \alpha} = 0 &\Rightarrow \frac{\partial \sum_{i=1}^n (Y_i - \alpha - \beta X_i)^2}{\partial \alpha} = 0 \\ &\Rightarrow n\hat{\alpha} + \hat{\beta} \sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n Y_i \end{aligned} \quad (2.21)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\partial \beta} = 0 &\Rightarrow \frac{\partial \sum_{i=1}^n (Y_i - \alpha - \beta X_i)^2}{\partial \beta} = 0 \\ &\Rightarrow \hat{\alpha} \sum_{i=1}^n X_i + \hat{\beta} \sum_{i=1}^n X_i^2 = \sum_{i=1}^n X_i Y_i \end{aligned} \quad (2.22)$$

Eş. 2.21 ve Eş. 2.22'de yer alan eşitliklerin iki bilinmeyenli denklem çözümleri yapıldığında $\hat{\alpha}$ ve $\hat{\beta}$ bulunur.

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)/n}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2/n} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (2.23)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - \hat{\beta} \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \bar{Y} - \hat{\beta} \bar{X} \quad (2.24)$$

Bu eşitlikler ile regresyon doğrusu denkleminde yer alan ve HKT'nı en az yapacak parametreler tahmin edilir. Böylece, en-küçük kareler regresyon doğrusu Eş. 2.25'de verildiği gibi olur.

$$\hat{Y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i \quad (2.25)$$

2.4.2 Regresyon parametreleri için güven aralığı

Regresyon model parametreleri $\hat{\alpha}$ ve $\hat{\beta}$ deneysel olarak ölçülen değerlerden tahmin edilerek hesaplanmaktadır. Bu nedenle her türlü deneysel hataya karşı açıktırlar. Bu nedenle regresyon modeli kullanılarak hesaplanan ölçülmemiş çıktı değişken tahminleri deneysel olarak ölçülen parametrelerin basit doğrusal bir kombinasyonu olduğu için deneysel hatalardan etkilenmektedir. Güven aralığı bu regresyon parametreleri ve çıktı değerlerinin tahminlerinin hassasiyetini tanımlamada oldukça faydalıdır.

Regresyon parametrelerinin güven aralığını hesaplamak için öncelikle bu parametrelerin varyanslarının tahminine ihtiyaç vardır. Bu parametrelerin tahmini için en iyi yöntem hata farklarının karelerinin toplamını (HKT) serbestlik derecesi sayısına bölmektir. Basit doğrusal bir regresyon modelinde 2 adet değişken olduğu için toplam n ölçümlü varyans tahmini n-2 serbestlik derecesine sahiptir.

$$s^2 = \frac{HKT}{n-2} \quad (2.26)$$

Güven aralığı hesaplarken örnek sayısı 30'dan az ise Student t dağılımı kullanılır. Buna göre regresyon parametrelerinin $1-\alpha$ güven aralıkları aşağıdaki gibidir.

$$(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) = \hat{\beta} \mp t_{1-\alpha/2; n-2} \frac{s}{\sqrt{S_{xx}}} \quad (2.27)$$

$$(\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2) = \hat{\alpha} \mp t_{1-\alpha/2; n-2} \frac{s \sqrt{\sum x_i^2}}{\sqrt{n S_{xx}}} \quad (2.28)$$

Bu regresyon parametrelerini kullanarak x_p bağımsız değişkeni için y_p bağımlı değişkeni tahmin edilmek istenirse Eş. 2.28'deki eşitlikler regresyon denkleminde konduğunda tahmin aralığı Eş. 2.29'daki eşitlik ile hesaplanır

$$(y_{p1}, y_{p2}) = y_p \mp t_{1-\alpha/2; n-2} s \sqrt{\sum 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{S_{xx}}} \quad (2.29)$$

Bu güven aralıkları regresyon parametrelerinde ve bu regresyon modeli ile hesaplanan çıktı tahminlerinde ne kadar gürültü olduğunun belirlenmesine izin verir. Parametrelerin büyüklüğüne göre eğer aralık büyük ise regresyon modelinde büyük hata mevcuttur. Bu nedenle parametrelerinin geniş varyansa sahip olduğu regresyon modellerinden sonuç çıkartmada dikkat edilmelidir.

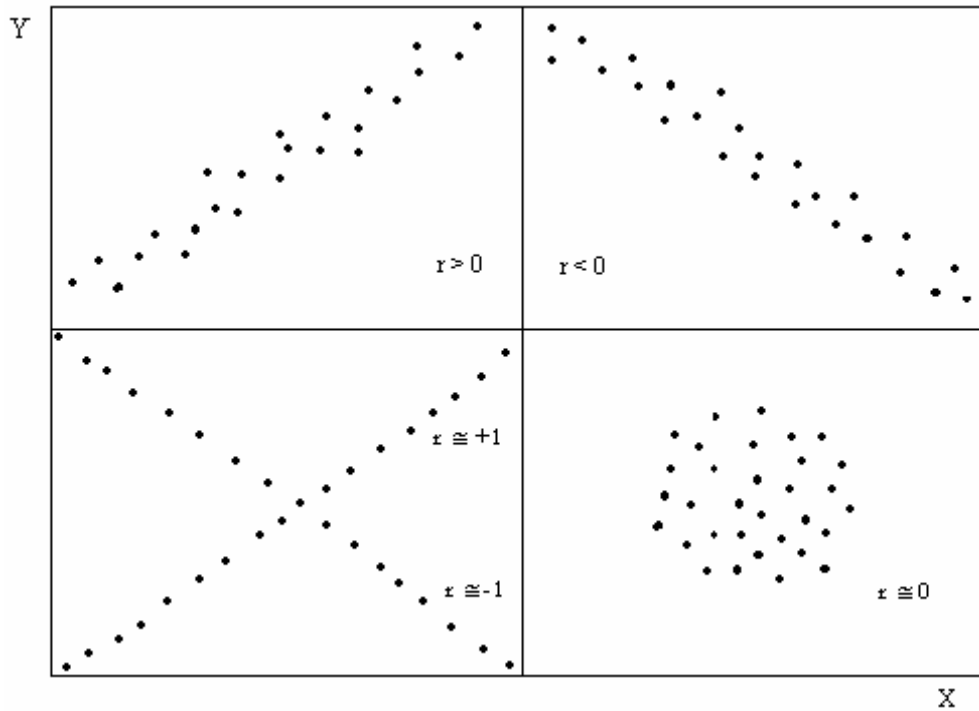
2.4.3 Korelasyon analizi

Korelasyon analizi iki değişken arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek amacıyla kullanılan istatistik yöntemlerden birisidir. Değişkenlerin bağımlı veya bağımsız olması dikkate alınmaz. Değişik şekillerde hesaplanan ve değişik amaçlar için kullanılan Pearson korelasyon katsayısı, Canonical korelasyon katsayısı, Kısmi korelasyon katsayısı gibi farklı isimler alan korelasyon katsayıları vardır. Bunlardan Pearson korelasyon katsayısı r ile gösterilir[15].

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i \right) / n}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 / n \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 / n \right)}} = \frac{S_{XY}}{\sqrt{S_{XX} S_{YY}}} \quad (2.30)$$

Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişen değerler alır ($-1 \leq r \leq +1$). . Katsayı, ilişkinin olmadığı durumda 0, tam ve kuvvetli bir ilişki varsa 1, ters yönlü ve tam bir ilişki varsa -1 değerini alır.

Aralarındaki ilişkinin derecesi araştırılan değişkenlere ait gözlemler serpmeye diyagramında incelendiğinde, noktaların dağılımına göre korelasyon katsayısının alabileceği değerler Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. İki değişken arasındaki ilişkiyi gösteren serpmeye diyagramı

Korelasyon katsayısının yorumunu, tam değerler dışında ara değerler için yapmak oldukça güçtür. Ara değerler için katsayı değerlendirirken, örnek gözlem sayısı (n) oldukça önemlidir. Çok fazla gözleme dayanan değerlendirmelerde 0.25'e kadar düşmüş bir korelasyon katsayısı bile anlamlı sayılabilmektedir. Fakat az sayıda, 10-15 gözleme dayanan değerlendirmelerde korelasyon katsayısının 0.71 üstünde olması beklenir. Populasyona göre normal sayılacak kadar bir gözlem sayısı alınarak bakılmış gözlem grupları için genellikle, 0-0.49 arasında ise korelasyon zayıf, 0.5-0.74 arasında ise orta derecede, 0.75-1 arasında ise kuvvetli ilişki vardır

denilmektedir. Basit korelasyon analizinden söz edilebileceği gibi, çoklu korelasyon analizi yapmak da mümkündür.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında bilgisayarların CPU performansını ölçmek için Sieve, Whetston, Dhrystone, Linpack, Livermore ve Pi sayısını hesaplama testlerini de içeren *Benchnt*, *Super_pi*, *Procb*, *CPU-XMARK*, *SSE3DNow* programları kullanılmıştır. Bilgisayarların performanslarının ölçümü kadar bu performansların değerlendirmeleri de önemlidir. Performans değerlendirmesi için Microsoft Excel’de merkezi eğilim ölçüleri hesaplanmış, SPSS yazılımı ile de regresyon ve korelasyon analizleri yapılmıştır.

3.1.1 Procb

Procb.exe assemblerda yazılmış merkezi işlemci (CPU), kayan nokta işlemcisi (FPU), SSE (Streaming SIMD Extensions) ve önbellek performansını ölçen bir CPU test programıdır. CPU’nun modelini, desteklediği komut setlerini, ön bellek ve bellek büyüklüğünü de tespit eder. Procb sabit nokta, kayan nokta ve SSE kaydedicileri ile (primegen_int.inc, primegen_fpu.inc ve primegen_sse.inc assembly kaynakları) asal sayıları bulmaktadır. Procb Sieve testi de içermektedir. Procb performansı CPU, bellek hızı ve önbellek hızına bağlıdır. Bellek kullanımı 5 MB olduğundan bellek kapasitesinin artırılması (5 MB boş bellek olduğu sürece) performansı etkilemez.

3.1.2 Benchnt

Benchnt Roy Longbottom tarafından yazılan klasik performans değerlendirme testlerini içeren programlardır. Çizelge 3.1’de yer alan çalışabilir exe programlarını içerir. Tabloda yer alan exelerin tümü DOS komut arayüzünden (command.com) çalışmaktadır.

Benchnt performans değerlendirme testleri klasik performans değerlendirme

testlerini içerdiğinden CPU tüm bu testlerin performansını doğrudan etkilemektedir. İçerdiği performans değerlendirme testleri 860KB ile 1,46 MB bellek kullanmaktadır. Bu nedenle bellek büyüklüğü de performansı etkilemeyecektir.

Çizelge 3.1. Benchnt içinde yer alan test çalışabilirleri

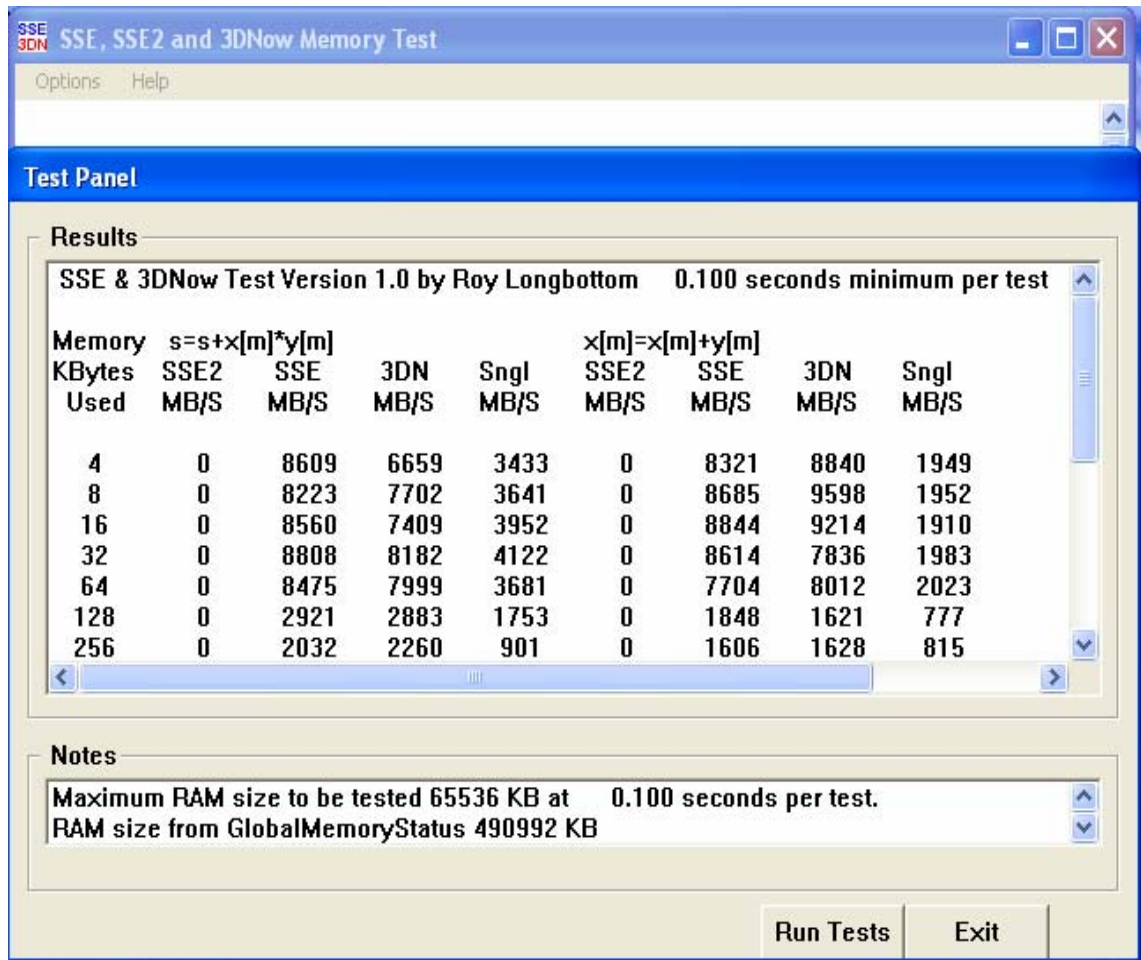
Dosya ismi	Açıklama	Optimizasyon
DHRY1NNT.EXE	Dhrystone benchmark 1.1	non-optimised
DHRY1ONT.EXE	Dhrystone benchmark 1.1	Optimized
DHRY2NNT.EXE	Dhrystone benchmark 2.1	non-optimised
DHRY2ONT.EXE	Dhrystone benchmark 2.1	Optimized
LINPCNNT.EXE	Linpack "C" double precision benchmark	non-optimised
LINPCONT.EXE	Linpack "C" double precision benchmark	Optimized
LIVECNNT.EXE	Livermore Kernels "C" double precision	non-optimised
LIVECONT.EXE	Livermore Kernels "C" double precision	Optimized
WHETCNNT.EXE	Whetstone "C" benchmark single precision	non-optimised
WHETCONT.EXE	Whetstone "C" benchmark single precision	Optimized
WHETDCNT.EXE	Whetstone "C" benchmark double precision	Optimized

3.1.3 SSE3DNow

SSE3DNow Intel veya AMD markalı CPU'lardaki SSE, SSE2 ve 3DNow komut setlerinin performanslarını ölçen C++ ile yazılmış bir win32 programıdır. Şekil 3.1'de grafiksel arayüzü gösterilmektedir.

SSE ve SSE2, SIMD (Single Instruction Multiple Data- Tekli komut çoklu veri) modda 128 bit kaydedicileri kullanan komut setleridir. SSE 4 adet 32 bit single precision (32 bitlik kayan nokta - C dilinde float değişkeni) sayıyı, SSE2 ise 2 adet 64 bit double precision (64 bitlik kayan nokta – C dilinde double değişkeni) sayıyı içerir. 3DNow ise 32 bitlik MMX kaydedicileri kullanır.

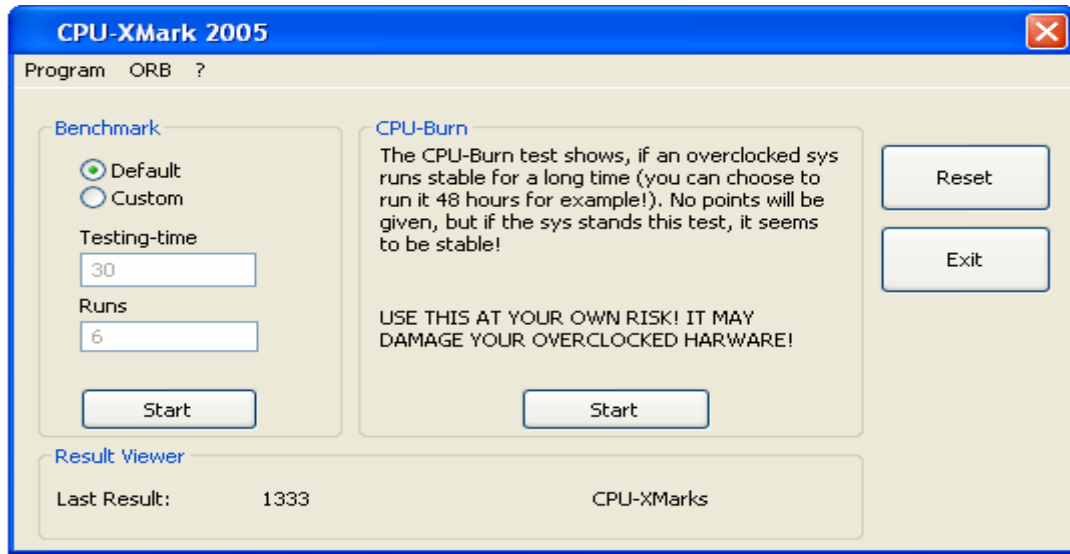
SSE3DNow $s=s+x[m]*y[m]$ ve $x[m]=x[m]+y[m]$ eşitliklerini SSE, SSE2 ve 3DNow komutları ve 32 bitlik kayan nokta komutları ile hesaplar. Bu testler 4KB ve 4KB katları hafızalarla yapılır. Bu nedenle performans CPU hızına ve mimarisine bağlıdır.



Şekil 3.1. SSE3Dnow grafiksel arayüz görüntüsü.

3.1.4 CPU-Xmark 2005

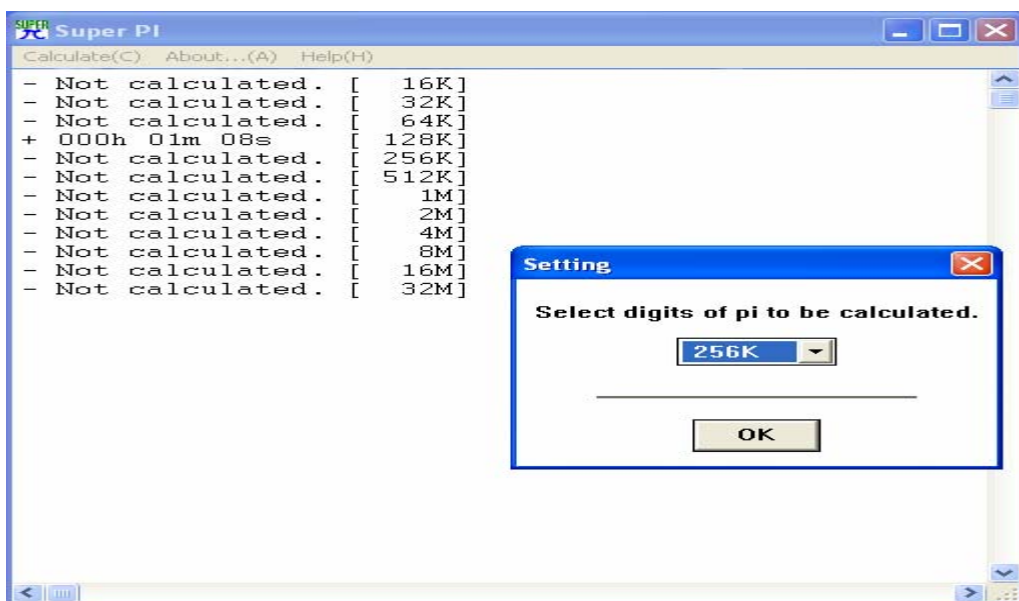
CPU-Xmark 2005 aslında overclock (yüksek saat hızında kullanılan- örneğin 1800MHz lik bir CPU'nun 2000 MHz gibi çalıştırılması) yapılmış CPU'ları 2 gün boyunca çalıştırarak kararlılığını (bilgisayar kilitleniyor mu) ölçen bir programdır. Bu program aynı zamanda performans testine de sahiptir. Bir bilgisayarın CPU-Xmark 2005 performansı bilgisayarın CPU hızına ve mimarisine bağlıdır. Şekil 3.2'de örnek arayüzü verilmektedir.



Şekil 3.2. CPU-Xmark 2005 grafiksel arayüz görüntüsü

3.1.5 Super_pi

Super_pi Tokyo üniversitesi tarafından yazılmış bir CPU performans değerlendirme testidir. Pi sayısını virgülden sonra 16K hane ile 32 M hane arasında (16K, 32K, 64K ...16M, 32M) tekrar sayısı kadar hesaplayan ve hesaplama süresini ölçen bir Win32 tabanlı bir programdır. Şekil 3.3’de grafiksel arayüzü verilmektedir.



Şekil 3.3. Super_pi grafiksel arayüz görüntüsü

Bir bilgisayarın Super_pi hesaplama performansı CPU hızına doğrudan bağlıdır. Super_pi hesaplanırken bellekte istenilen hassasiyetin 8 katı kadar bir veri belleği ayırır. Super-pi kodunun kapladığı bellek ile birlikte 4M hassasiyetli bir Super_pi hesaplamasında yaklaşık 40 MB bellek gerekmektedir. Super_pi testleri sırasında bellekte en az 40 MB boş kapasite olmasına dikkat edilmiştir. Aksi durumda disk bellek gibi kullanacağından performansın düşmesi muhtemeldir.

3.1.6 SPSS

SPSS, temel ve ileri istatistiksel yöntemleri içeren bir veri analizi paketidir. SPSS sözcüğü, Sosyal Bilimlerde İstatistik Paketi (Statistical Packages for Social Sciences) sözcüklerinin başharflerinden oluşmuştur. WINDOWS altında çalışır. Kullanımı kolay ve Menü yönetimlidir. Çok sayıda güncel istatistiksel analiz modülleri içerir. Modüller yeni versiyonlar ile sıklıkla güncelleştirilir. Şu anda 14.0 sürümü kullanılmaktadır. Ulusal ve Uluslararası bilimsel dergilerin çoğunun kullandığı analiz ve gösterim tarzını benimsemektedir.

SPSS açıldığında ilk çıkan ekran yeni bir veri dosyası oluşturulmasına yardımcı olan Veri Editör ekranıdır. Verilerin girileceği yer burasıdır, sütun ve satırlardan oluşur. Her sütun bir değişkeni temsil eder. Değişkenler tanımlandıktan sonra herbir değişkene ait test verileri girilir ve istenilen analiz metodu seçilerek analiz yapılır ve sonuçları değerlendirilir.

3.2. Metot

Performans testlerinin sonuçlarının istatistiksel analizlerini yapmak için deneysel ölçümler yapılmıştır. Bu deneysel ölçümler farklı bilgisayarlardan alınan ölçümler (9 farklı bilgisayar) ve aynı bilgisayardan birçok defa (14 defa) alınan ölçümler grubu olarak iki ayrı grupta toplanmıştır.

Testlerde kullanılan bilgisayarların test ortamı aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Her bir performans değerlendirme test programı için hazır derlenmiş kodlar bulunmuş ve tüm bilgisayarlarda bu kodlar çalıştırılmıştır. Yani tüm bilgisayarlarda çalışan her bir test kodları aynı derleyici ile derlenmiştir.
- Tüm bilgisayarların işletim sistemi Microsoft Windows XP Professional'dır. Bu bilgisayarların tümünde Windows XP Professional için Servis Paketi 2 yüklenmiştir.
- Ön planda çalışan (kullanıcı arayüzünde olan) tüm programlar kapatılmıştır.
- Geri planda CPU'yu aktif olarak kullanan program olmamasına dikkat edilmiştir. (Task manager ile bakıldığında explorer.exe ve taskmgr.exe dışındaki proseslerin CPU kullanım yüzdelerinin sıfır olmasına dikkat edilmiştir. Bu gözlemlendikten sonra task manager kapatılarak testler başlatılmıştır.)
- Antivirüs korumaları tüm bilgisayarlarda aktiftir. Fakat test sırasında disk veya elektronik posta taramaları yapılmamasına özellikle dikkat edilmiştir. Antivirüs koruması aktif olmasına rağmen antivirüs CPU kullanımının %0 (anlık en fazla %1) olduğu testlerden önce gözlemlenmiştir.
- Test bilgisayarları test sırasında ethernet kartları üzerinden networke bağlıdır. Bununla birlikte haberleşme gerektirecek herhangi bir işlem (arka planda dosya indirme virüs güncelleme gibi) yapılmamıştır.

Farklı bilgisayarlarda yapılan değerlendirme ölçümleri için "3.1 Materyal" alt konu başlığı altında yer alan 5 adet test programlarının tümü kullanılmıştır. Aynı bilgisayarda yapılan değerlendirme ölçümleri için ise procb, benchnt ve SSE3DNow testleri 14 defa tekrarlanmış, Super_pi ölçümleri ise daha geniş (4M, 8M, 16M 32M de dahil) olarak yapılmıştır.

Testleri gerçekleştirmek için bir yığın dosyası hazırlanmıştır. Gulbench.txt adlı bu yığın dosyası EK-1'de verilmiştir. Bu dosya sırasıyla procb, benchnt (tüm testleri),

SSE3DNow, CpuXMark 2005 ve Super_pi performans değerlendirme testlerini çalıştırmaktadır. Yığın dosyası procb, benchnt ve SSE3Dnow testlerinin sonuçları test yapılan makine ismi ile açılan bir dosyaya (%COMPUTERNAME%.txt) kaydetmektedir. Son iki test programı ise bu yığın dosyası tarafından açılmasına rağmen kullanıcıdan girdi beklemekte ve test sonuçları el ile not edilmektedir.

3.2.1 Procb testi ıktıları

Procb çıktısında ilk önce CPU marka, model, hız clock frekansı, n bellek bilgileri ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Daha sonra 16 bit tamsayı işlemleri, 32 bit tamsayı işlemleri, 32 bit MMX işlemleri 64 bit kayan nokta işlemleri ve 32 bit 3DNow (Intel CPU’lar desteklemediği için sadece AMD işlemcilerde) işlemlerinin 1, 2, 3 ve 4 kaydedici (register) kullanarak alınan performans ölçüm tablosu yer almaktadır.

Bu tablonun hem Intel hem de AMD tarafından desteklenen işlemler için kaydedici sayısına bağlı işlemlerin birbirleri ile ilişkileri korelasyon analizi ile incelenmiştir.

Daha sonra yer alan bellek okuma performansları tablosu analizlerde kullanılmamıştır. Probench ıktısının en sonunda yer alan tabloda 7 modül için test süreleri yer almaktadır.

rnek bir Procb test ıktısı EK-2’de yer almaktadır.

3.2.2 Benchnt

Benchnt programında 4 adet farklı Dhrystone testi programları çalıştırılmaktadır. Bu testlerde her denemede 100K, 1M, 2M, 4M, 8M ve 16M adet Dhrystones çalıştırılıp süreleri ölçülmektedir. Test sonucunda çıkan “Dhrystones per second” değerinin bu değerlerin ne türlü bir ortalamasından çıktığı bulunamamıştır. Excel’e girilen bu değerlerin aritmetik, harmonik ve geometrik ortalamaları ile oranların aritmetik ortalaması yöntemleri kullanılarak yapılan hesaplamalardan ölçüm sonucu olarak

verilen Dhrystones performansı ile tutmadığı görülmüştür. Dhrystones olarak verilen sonuçlar genel performans hesaplamalarda kullanıldığı gibi her denemede ölçülen sürelerin Regresyon ve Korelasyon analizleri (4 programdan sadece 1 adetinde) yapılmıştır.

Benchntde bulunan iki adet Linpack programı iki tekrarda 200x200 ve 201x201 boyutlu matrisler kullanmaktadır. Her matris çarpımı işlemlerinde 5 adet ölçüm alınmaktadır. Alınan bu ölçümlerin aritmetik ortalamalarından en küçüğü Linpack sonucu olarak verilmektedir. Linpack testlerinin sadece sonuçları genel performans hesaplamalarında kullanılmıştır.

Benchde bulunan Lievermore testlerinde ise her geçişte (3 geçiş var) 200 döngü ile test edilen 24 çekirdek programının kayan nokta performansları çıktılarda yer almaktadır. Daha sonra bu her 24 çekirdeğin istatistiksel değerleri (minimum, aritmetik ortalama , geometrik ortalama gibi) yer almaktadır. Lievermore testlerinde üreticiler tarafından genel olarak bu 3 geçişin geometrik ortlaması kullanıldığı için bu değer genel performans değerlendirme tablosuna eklenmiştir.

Benchnt'nin son testleri whetstone testleridir. Bu testlerde orjinal whetstone testlerinin aksine her bir modülün süresi ve saniyedeki işlem sayısı ayrı ayrı ölçülmüştür. Ayrı ölçülen bu sonuçlarda kayan noktalar için MFLOPS, sabit noktalar için MIPS değerleri tabloda yer almaktadır. Genel sonuç olarak ise orjinal test programında olduğu gibi WMIPS değeri $100 \times \text{döngü/saniye}$ ile hesaplanmıştır. Whetstone testlerinin WMIPS değerleri genel performans değerlendirme tablosuna eklenmiştir. Benchnt testlerinin örnek bir çıktısı EK-3'de yer almaktadır.

3.2.3 SSE3DNow

SSE3DNow çıktısında her iki matris işlemi (çarpım toplam ve toplam) için de SSE2, SSE, 3DNow ve Normal işlem performansları yer almaktadır. 3DNow sadece AMD

işlemcilerde, SSE2 sadece Intel işlemcilerde yer almaktadır. Bu testin örnek bir çıktısı EK-4’de yer almaktadır.

3.2.4 CPU-Xmark 2005

Bu testin çıktısı 6 adet 30 saniyelik testlerin ortalamasını veren bir değer üretir. Verilen değerlerin merkezi eğilim ölçümlerinden hangisi olduğu bilinmemektedir. Süre sabit olduğu için bu sürelerde yapılan işlemlerin aritmetik ortalamasının kullanılacağı tahmin edilmektedir.

3.2.5 Super_pi

Super_pi’de farklı bilgisayarlarda 128K, 256K, 512K, 1M ve 2M olmak üzere 5 değişik hassasiyet seviyesinde pi ölçümlerinin süresi alınmıştır. Farklı bilgisayarlardan alınan bu ölçümlerin merkezi eğilim ölçümleri hesaplanmış ve geometrik ortalamaları regresyon analizinde kullanılmıştır. Ayrıca bir bilgisayarda daha önce alınan ölçümlere ek olarak 4M, 8M, 16M, 32M ölçümleri de alınmıştır. Bu değerler de o bilgisayarın pi hassasiyeti hesaplaması için regresyon eğrisi hesaplamasında kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Performans değerlendirme testlerinin sonuçları hem bilgisayarlar arasında hem de aynı bilgisayarda yapılan ardışık testlerde farklı değerler verir. Bu nedenle bu çalışmada hem aynı bilgisayardan alınan farklı ölçüm sonuçları hem de farklı bilgisayarlardan birer kere alınan ölçüm sonuçlarının dağılımları değerlendirilmiştir.

4.1. Bir Bilgisayardan Alınan Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Herhangi bir bilgisayarın performans testinin ölçümünde kullanılan performans değerlendirme programları her testte genelde farklı bir sonuç vermektedir. Her ne kadar çalışan kodda ve çalıştırılan bilgisayarda bir değişiklik olmasa da özellikle çok işlemli işletim sistemlerinin arka planda başka işlerle de uğraşmasından dolayı bu farklılıklar meydana gelmektedir. Bu nedenle herhangi bir bilgisayarın performansını ölçerken performans değerlendirme programları ile birden fazla ölçüm yapmak gerekir.

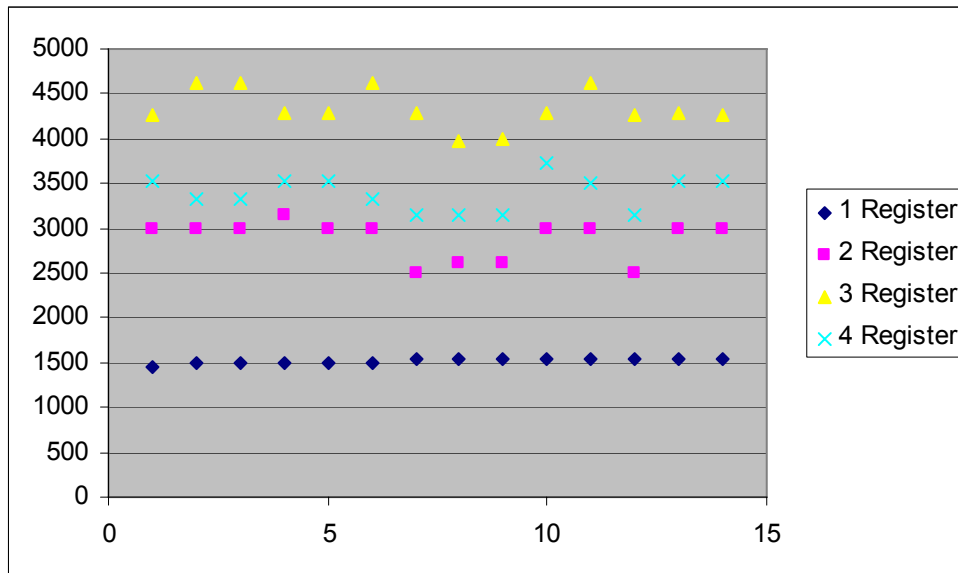
Bu teknik performans değerlendirme testleri tarafından da kullanılmaktadır. Örneğin CPUMark ardışık 6 ölçüm, Lievermore ardışık 3 ölçüm yapmaktadır. Merkezi eğilimlere bakmak için bu ölçümler kullanılabileceği gibi farklı ölçümler kullanıcı tarafından da alınabilir.

Daha önce de belirtildiği gibi iyi bir performans değerlendirme testi diğer özelliklerine ek olarak kararlılık ve tekrarlanabilirlik özelliklerine sahip olmalıdır. Bu çalışmada AMD Athlon XP 1800 CPU'lu bir bilgisayarda procb, benchnt ve SSE3DNow testleri 14 kere yapılmıştır. Bu testlerin detaylı sonuç çıktıları CD'de TEKMAKINETEST dizini altında yer almaktadır.

Çizelge 4.1'de Procb performans değerlendirme testinden 1, 2, 3 ve 4 kaydedicili 16 bit tamsayı işlemlerinin ölçüm performansları ve bunların belirtici istatistikleri verilmektedir. Bu tablonun dağılım grafiği Şekil 4.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Procb testi 1, 2, 3 ve 4 kaydedicili 16 bit tamsayı toplama işlemleri performans ölçümü (aynı bilgisayarda 14 test ve belirtici istatistikler).

	1 Register	2 Registers	3 Registers	4 Registers
16 bit Integer MIPS	1459	3000	4255	3529
16 bit Integer MIPS	1496	3000	4615	3333
16 bit Integer MIPS	1496	3000	4615	3333
16 bit Integer MIPS	1496	3157	4285	3529
16 bit Integer MIPS	1500	2985	4285	3529
16 bit Integer MIPS	1500	2985	4615	3333
16 bit Integer MIPS	1534	2500	4285	3157
16 bit Integer MIPS	1534	2608	3973	3157
16 bit Integer MIPS	1534	2608	4000	3141
16 bit Integer MIPS	1534	3000	4285	3726
16 bit Integer MIPS	1534	3000	4615	3508
16 bit Integer MIPS	1538	2500	4255	3157
16 bit Integer MIPS	1538	2985	4285	3529
16 bit Integer MIPS	1538	3000	4255	3529
Aritmetik Ortalama	1516.5	2880.571429	4330.214286	3392.142857
Geometrik Ortalama	1516.309104	2872.353445	4325.364672	3387.303945
Harmonic Ortalama	1516.116403	2863.774713	4320.518417	3382.452829
Maximum Değer	1538	3157	4615	3726
Minimum Değer	1459	2500	3973	3141
Varyans	617.6538462	48689.8022	45249.87363	35228.9011



Şekil 4.1. Procb testi 1, 2, 3 ve 4 kaydedicili 16 bit tamsayı toplama işlemleri performans grafiği (aynı bilgisayarda 14 test).

Gerek şekilden gerekse çizelgeden görüldüğü gibi 16 bit tam sayı işlemlerinde genel olarak işlemde kullanılan kaydedici sayısı arttıkça saniyede yapılan işlem sayısı artmaktadır. 3DNow, MMX ve FPU için Register performans tabloları Ek'te yer alan CD içerisinde "TESTLERTEKBİLGİSAYAR.xls" dosyasında yer almaktadır.

Procb test değerlendirme programından elde edilen modül test süreleri tabloları SPSS'e girilmiş ve korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi sonucu çıkan ortalama değer ve standart sapmaların yer aldığı belirtici istatistikler çizelgesi ve pearson korelasyonlarının yer aldığı özet korelasyon çizelgesi Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Procb modül test süreleri belirtici istatistikleri (aynı bilgisayarda 14 test)

	Mean	Std. Deviation	N
RandomNumbers	.695286	.0305625	14
FibonacciNumbers	.314714	.0528385	14
AckermannsFunction	.520071	.0136182	14
CycleWithLoop	1.020643	.0272640	14
CycleWithJump	.697500	.0235168	14
PrimesFPU	1.542786	.0374909	14
PrimesIntBased	1.357714	.0210180	14

Çizelge 4.2'de yer alan belirtici istatistikler tablosundan görüldüğü gibi standart sapmalar aritmetik ortalamaya göre genelde çok küçük bir değer almaktadır. Bununla birlikte "Fibonacci Numbers" modülü için standart sapmanın aritmetik ortalamasına oranı diğerlerine göre oldukça yüksektir. Bu nedenle "Fibonacci Numbers" hariç ölçüm değerleri pek fazla saçılım göstermemektedirler. Diğer bir ifadeyle "Fibonacci Numbers" kararlılık ve tekrarlanabilirlik açısından diğerlerinden daha kötüdür. Tekrarlanabilirlik açısından en iyisi ise "Primes Int Based" modülüdür.

Çizelge 4.3 korelasyon tablosundan görüldüğü gibi korelasyon değerleri + veya - değişik değerler almaktadır. Yani bir ilişki olduğunu söylemek oldukça zordur. Test sırasında peşpeşe alınan ölçüm değerlerinin hepsi de aynı bilgisayardan alınmasına rağmen aynı anda sadece bir adet değerlendirme modülü çalıştığından herbir ölçüm

farklı zamanlarda alınmıştır. Bu nedenle de her bir ölçüm birbirinden tamamen bağımsızdır. Örnek sayısı 14 değil de çok daha büyük bir sayı olsaydı korelasyon matrisinin sadece diagonal kısmı 1 olacakken diğer kısmı 0'a yakınsayacaktı.

Çizelge 4.3. Procb modüllerinin birbirleri ile olan korelasyonu (aynı bilgisayarda 14 test)

	RandomNumbers	FibonacciNumbers	AckermannsFunction	CycleWithLoop	CycleWithJump	PrimesFPU	PrimesIntBased
RandomNumbers	1	.567(*)	-0.224	0.125	.926(**)	.627(*)	.797(**)
FibonacciNumbers	-.567(*)	1	0.237	0.165	-.596(*)	-0.199	-0.303
AckermannsFunction	-0.224	0.237	1	.732(**)	-0.318	0.294	-0.055
CycleWithLoop	0.125	0.165	.732(**)	1	0.046	.646(*)	0.248
CycleWithJump	.926(**)	.596(*)	-0.318	0.046	1	0.526	.672(**)
PrimesFPU	.627(*)	-0.199	0.294	.646(*)	0.526	1	0.422
PrimesIntBased	.797(**)	-0.303	-0.055	0.248	.672(**)	0.422	1

Benzer şekilde SSE3DNow test sonuçları SPSS'e girilip korelasyon analizi yapıldığında belirtici istatistikleri Çizelge 4.4'de yer almaktadır. SSE3DNow için korelasyon tablosu probench'in modülleri arasındaki korelasyona benzer davranış göstermektedir.

Çizelge 4.4. SSE3DNow komut setleri için test süreleri belirtici istatistikleri (aynı bilgisayarda 14 test)

	Mean	Std. Deviation	N
MA_SSE	2942.7143	28.42109	14
MA_3DNow	2686.0714	23.73723	14
MA_Norm	1334.7143	2.52460	14
A_SSE	1504.0714	3.26907	14
A_3DNow	1590.6429	9.01799	14
A_Norm	341.8571	2.65611	14

Çizelge 4.4'deki sonuçlar Çizelge 4.2 ile karşılaştırılırsa standart sapmaların aritmetik ortalamalara oranı Çizelge 4.4'de yer alan ölçümler için daha başarılı (oran düşük) olduğu görülmektedir. Test çıktıları incelendiğinde procb'nin her bir modül testini tek ölçümle gerçekleştirdiği SSE3DNow'un ise birden fazla ölçüm alarak (farklı bellek miktarları için) bu ölçümlerden ortalama bir değer çıkardığı anlaşılmaktadır. Bu ortalama değerden dolayı da ardışık testler arası sapma azalmıştır.

SSE3DNow testinin farklı komut setleri için korelasyon analizi procb testinin korelasyon analizinden elde edilen sonuçlardan dolayı bir bilgisayardan elde edilen ölçümler için yapılmamıştır. Çünkü bağımsızlıktan dolayı procb'de olduğu gibi bir ilinti bulunmayacaktır.

Çizelge 4.5. Değişik döngü sayıları için Dhrystones süreleri (aynı bilgisayarda 14 test).

Dhrystones tekrarları	1000000	2000000	4000000	8000000	16000000
Süre	0.21	0.42	0.85	1.72	3.4
Süre	0.21	0.42	0.85	1.72	3.4
Süre	0.21	0.42	0.85	1.72	3.41
Süre	0.21	0.42	0.85	1.75	3.38
Süre	0.21	0.42	0.85	1.75	3.38
Süre	0.21	0.42	0.86	1.75	3.36
Süre	0.21	0.42	0.85	1.72	3.4
Süre	0.21	0.42	0.85	1.73	3.4
Süre	0.21	0.42	0.85	1.75	3.37
Süre	0.21	0.42	0.85	1.71	3.4
Süre	0.21	0.42	0.85	1.72	3.4
Süre	0.21	0.43	0.92	1.91	3.41
Süre	0.21	0.42	0.85	1.75	3.36
Süre	0.21	0.43	0.85	1.74	3.36
Aritmetik Ortalama	0.21	0.421429	0.855714	1.745714	3.387857
Geometrik Ortalama	0.21	0.421414	0.855533	1.745092	3.387808
Harmonic Ortalama	0.21	0.4214	0.855359	1.7445	3.387759
Maximum Değer	0.21	0.43	0.92	1.91	3.41
Minimum Değer	0.21	0.42	0.85	1.71	3.36
Varyans	0	1.32E-05	0.000349	0.002457	0.000357

Benchnt içinde yer alan Dhrystones testlerinde değişik tekrar sayıları için işlem süresi yer almaktadır. Bu değerler excel tablosuna girilerek merkezi eğilim ölçümleri bulunmuştur. Çizelge 4.5 Dhrystones tekrarlarının süresini vermektedir. Bu sürelerin altında ortalamalar (Aritmetik, Geometrik, Harmonik), Minimum ve Maximum değer ve varyans yer almaktadır. Aritmetik ortalamalar SPSS'e girilerek korelasyon ve regresyon analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.6'da yer alan korelasyon tablosu incelendiğinde tekrar sayısı ve ölçüm süresinin tam ilintili olduğu görülmektedir. Ölçüm süresi dhrystones döngüsüne bağlı olacağından aradaki ilinti ilişkisin döngü sayısı bağımsız, ölçülen süre bağımlı değişken olarak tanımlanarak regresyon analizi yapılır.

Çizelge 4.6. Dhrystones döngülerinin sayısı ile ölçüm süresi korelasyonu

		Dhrystonestekrari	Olcumsuresi
Dhrystonestekrari	Pearson Correlation	1	1.000(**)
	Sig. (2-tailed)		.000
	Sum of Squares and Cross-products	148800000000000.000	31598714.289
	Covariance	372000000000000.000	7899678.572
	N	5	5
Olcumsuresi	Pearson Correlation	1.000(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	Sum of Squares and Cross-products	31598714.289	6.712
	Covariance	7899678.572	1.678
	N	5	5

Doğrusal Regresyon Analizi için SPSS ile bulunan regresyon katsayıları Çizelge 4.7'de yer alan tabloda verilmiştir. Şekil 4.2 ise doğrusal regresyon eğrisini göstermektedir. Doğrusal regresyon eğrisinin aşağısındaki ve yukarısındaki eğriler ise %99 ortalama tahmin aralığının sınırlarını göstermektedir.

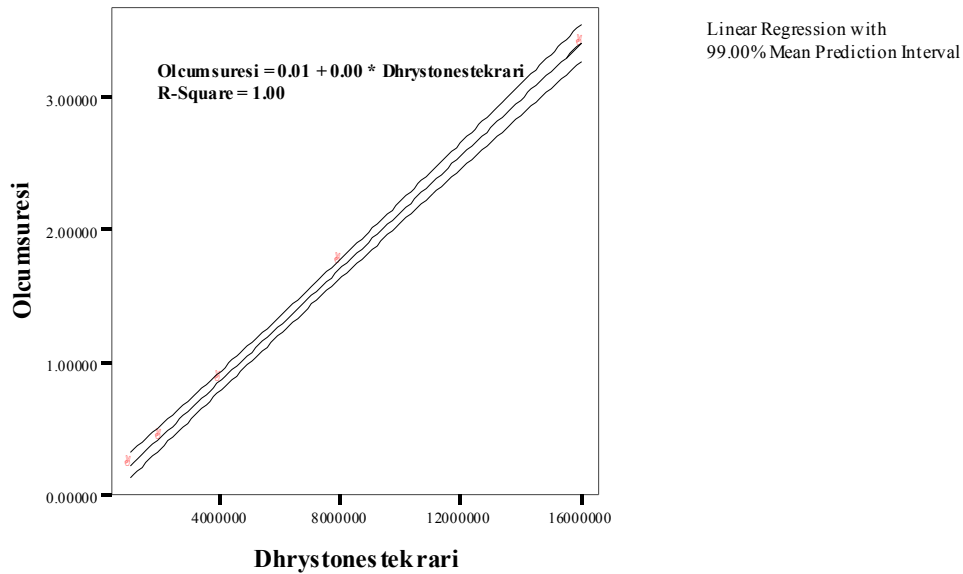
Regresyon katsayıları tablosundan okunan regresyon katsayılarıyla oluşturulan regresyon doğrusu Eş. 4.1'de ifade edilmektedir..

$$\text{Olcumsuresi} = (0.008 \pm 0.018) + 2.12 \cdot 10^{-7} \cdot \text{Dhrystones tekrari} \quad (4.1)$$

Bu eşitlik sayesinde verilen tekrar sayısı için ne kadar süre gerektiği veya belirli sürede kaç tane tekrar yapılacağı ölçüm yapmadan hesaplanabilir.

Çizelge 4.7. Doğrusal regresyon katsayıları (SPSS çıktı tablosu)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	99% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	.008	.018		.424	.700	-.049	.064
	Dhrystones tekrari	2.12E-007	.000	1.000	98.729	.000	.000	.000



Şekil 4.2. Dhrystones döngülerinin sayısından süre hesaplanması için doğrusal regresyon eğrisi ve %99 ortalama tahmin aralıklarıdır.

Benchnt'nin tek bilgisayarda yapılan testlerinden alınan diğer sonuçlar için sadece belirtici istatistikler yeterli olacaktır. Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da bu testler için merkezi eğilim ve değişim değerleri yer almaktadır.

Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’da yer alan standart sapmaların aritmetik ortalamalara oranları 1/44 ile 1/915 arasında değişmektedir. Buna göre en az saçılım gösteren ölçümler LIVECNNT, en çok saçılım gösteren ölçümler ise WHETCNNT olarak tespit edilir. Buna göre Livermore testleri, Whetstone testlerinden daha kararlı ölçüm yapar.

Çizelge 4.8. Benchnt performans ölçme testlerinin ölçüm sonuçları ve belirtici istatistiksel değerleri (ilk kısım).

TESTLER	DHRY1NNT	DHRY1ONT	DHRY2NNT	DHRY2ONT	LINPCNNT	LINPCONT
Aritmetik Ortalama	1589858.5	6125632	1680908.357	4723034.929	96.13357143	541.6364286
Geometrik Ortalama	1589570.573	6124269.924	1680744.184	4722964.37	96.13113522	541.5929389
Harmonic Ortalama	1589274.48	6122868.25	1680576.446	4722893.903	96.12868861	541.5493306
Maximum Değer	1613080	6242916	1699454	4760224	96.99	550.48
Minimum Değer	1495259	5732775	1605874	4690765	94.61	531.7
Varyans	958886596.6	17465947639	581795381.3	718691795.5	0.502286264	50.59230165
Standart Sapma	30965.89409	132158.7971	24120.43493	26808.42769	0.70872157	7.112826558

Çizelge 4.9. Benchnt performans ölçme testlerinin ölçüm sonuçları ve belirtici istatistiksel değerleri (ikinci kısım).

TESTLER	LIVECNNT	LIVECONT	WHETCNNT	WHETCONT	WHETDCNT
Aritmetik Ortalama	151.2364286	313.5528571	790.5848571	1177.232143	1220.2255
Geometrik Ortalama	151.2363446	313.5512288	790.3950456	1177.221535	1220.222832
Harmonic Ortalama	151.2362605	313.5495917	790.1976696	1177.210836	1220.220158
Maximum Değer	151.48	314.36	797.878	1179.811	1224.102
Minimum Değer	150.73	310.23	734.348	1159.874	1212.288
Varyans	0.027317033	1.093745055	310.8257732	26.66928336	6.993394269
Standart Sapma	0.165278652	1.045822669	17.63025165	5.164231149	2.644502651

Tek bilgisayardan alınan sonuçlardan bir diğeri de Super_pi performans değerlendirme testidir. 128K ile 32 M arasındaki tüm hassasiyet değerleri için ölçüm yapılmış ve elde edilen sonuçlar SPSS’e girilmiştir. Ölçülen bu değerlere kabaca

bakıldığında bu değerlerin tam olarak doğrusal olmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu değerlerin sadece doğrusal regresyon analizi değil aynı zamanda eğri tahmini yöntemi kullanılarak doğrusal olmayan regresyon modelleri kullanılmıştır.

Super_pi programında döngü sayısı dışarıdan kontrol edilememektedir. Bu nedenle aslında bağımsız değişken hassasiyet ve döngü sayısı olarak 2 adettir. Bu iki değişkenin çarpımı kullanılarak tek değişkenli regresyon analizi yapılabilir. Buna göre regresyon analizinde kullanılacak olan veri tablosu Çizelge 4.10'da yer almaktadır.

Çizelge 4.10. Süper_pi sayısını hassasiyete göre hesaplama süresi

Hassasiyet	Döngü Sayısı	İşlem	Süre
128	16	2048	5
256	17	4352	14
512	18	9216	33
1024	19	19456	75
2048	20	40960	169
4096	21	86016	363
8192	22	180224	804
16384	23	376832	1794

Bu tabloda İşlem bağımsız değişken, Süre ise işleme bağımlı değişkendir. Bu iki değişkenin korelasyonu aşağıdaki tabloda da yer aldığı gibi yaklaşık eşit 1'dir. Korelasyon 1'den yeterince küçük olsaydı zaman değişkeni işleme bağımlı bir değişken denemezdi ve regresyon analizi yapılamazdı.

Regresyon analizinde eğri tahmini olarak doğrusal, karesel, kübik, ve üssel regresyon modelleri seçilmiştir. SPSS çıktısında yer alan analiz sonuçlarından R^2 ve standart sapma değerleri incelendiğinde en iyi seçimin kübik, daha sonra karesel ve daha sonra doğrusal olduğu görülür. R^2 nin büyük olması yeterli olmadığından grafiğin irdelenmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.11'de Super_pi testi için tekrar sayısı ile virgülden sonraki rakam sayısı olan hassasiyetin çarpımından oluşan İşlem değişkeni ile bu hassas pi sayısı

hesaplamalarının aldığı süre olan zaman değişkeni arasındaki ilinti (Pearson Correlation) ve bunların anlam aralığı yer almaktadır. Çizelge 4.11’de ilinti değerlerinde yer alan parantez içindeki “**” bu SPSS çıktısı tablosundaki ilintinin %99 anlamlılık seviyesinde olduğunu işaret etmektedir.

Çizelge 4.11. Super_pi testinde işlem ile zaman arasındaki korelasyon

		Zaman	Islem
Zaman	Pearson Correlation	1	.999(**)
	Sig. (2-tailed)		.000
	Sum of Squares and Cross-products	2706110.875	568152032.000
	Covariance	386587.268	81164576.000
	N	8	8
Islem	Pearson Correlation	.999(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	Sum of Squares and Cross-products	568152032.000	119407304704.000
	Covariance	81164576.000	17058186386.286
	N	8	8

Buna göre kübik regresyon modeli katsayıları Çizelge 4.12’de yer almaktadır.

Çizelge 4.12. Super_pi regresyon analizi için kübik regresyon katsayıları

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Islem	.004	.000	.852	91.267	.000
Islem ** 2	2.79E-009	.000	.222	.	.
Islem ** 3	-2.37E-015	.000	-.071	.	.
(Constant)	-3.815	.911		-4.186	.014

Kübik regresyon eğrisinin eşitliği Eş. 4.2’de yer almaktadır.

$$\text{Zaman} = -(3.8 \pm 0.9) + (0.004 * \text{Islem}) + (2.79\text{E}-9 * \text{Islem}^2) + (-2.37\text{E}-15 * \text{Islem}^3) \quad (4.2)$$

Super_pi’nin yardım (help) dosyasında 2³² rakamlık hassasiyetle yapılan bir ölçümün bir süperbilgisayar üzerinde yaklaşık 2.5 günde hesaplandığı

belirtilmektedir. 2^{32} işlem Eş. 4.2’de yerine konularak AMD Athlon XP 1800 bilgisayarında ne kadar zaman alacağı hesaplanmaya çalışıldığında sonuç eksi olarak bulunmaktadır. Bu nedenle kübik regresyon yanlış modelleme yapmaktadır ve terkedilmelidir.

Karesel regresyon değerleri ise Çizelge 4.13’de yer almaktadır. Regresyon doğrusunun formülü Eş. 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.13. Super_pi regresyon analizi için karesel regresyon katsayıları

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Islem	.004	.000	.882	147.256	.000
Islem ** 2	1.53E-009	.000	.122	.	.
(Constant)	-5.597	1.352		-4.139	.009

$$\text{Zaman} = (-5.597 \mp 1.352) + (0.004 * \text{Islem}) + (1.53\text{E}-009 * \text{Islem}^2) \quad (4.3)$$

Karesel regresyon eğrisine göre pi sayısını virgülden sonra 2^{32} rakam hassasiyetle hesaplamak için bilgisayarın (Athlon XP1800) yaklaşık 1 yıl çalışması gerekmektedir. Eğer karesel regresyon da anlamsız bir sonuç çıkartsaydı bir sonraki en iyi aday doğrusal regresyon analizi olacaktı. Doğrusal regresyon modeline göre ise yaklaşık 1 ay çalışması gerekmektedir. Buradan bu testin yapıldığı süper bilgisayarın normal bilgisayarlardan çok daha hızlı olduğu anlaşılmaktadır.

4.2. Farklı Bilgisayarlardan Alınan Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Bir bilgisayardan alınan ölçümlerde ölçüm sayısı arttıkça performans değeri belirli bir sayıya yakınsar. Her ölçüm birbirinden bağımsız olduğu için bir bilgisayardan alınan farklı testlerin veya modüllerin performanslarının korelasyon analizinin sonuçsuz olduğu “4.1.1 Aynı Bilgisayardan Alınan Ölçümlerin Değerlendirmesi” nde görülmüştür (döngü sayısı ile süre korelasyonu 1’e yakın yani ilintili fakat FPU performansı ile MMX performansı ilintisiz). Hızlı bir bilgisayarın tüm işlemleri hızlı

yapması oldukça olası olduğu için farklı bilgisayarlardan alınan ölçümlerde ise farklı testlerin veya modüllerin korelasyonu daha anlamlıdır.

Farklı bilgisayarların performans değerlendirmesi için 9 farklı bilgisayardan ölçüm alınmıştır. Bu bilgisayarların teknik özellikleri Çizelge 4.14’de yer almaktadır.

Çizelge 4.14. Performans testlerinde kullanılan farklı bilgisayarların özellikleri

CPU	MHz	Saat Hızı	Bellek
Intel Pentium M	1730	1729.42	1047960
Intel Pentium 4	2400	2400.5	1048048
Intel Pentium 4	2800	2800.43	1031664
Intel Pentium 4	2800	2800.49	1031664
AMD Athlon XP	1800	1538.97	490992
Intel Pentium 4	3400	3416.44	1048044
AMD Athlon 64	3000	2043	523760
Intel Pentium M	1600	1597.14	785776
AMD Athlon MP	1700	1822.51	1048096

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi Intel Pentium M, Intel Pentium 4, AMD Athlon 64, AMD Athlon XP ve AMD Athlon MP olmak üzere farklı ailelerden bilgisayarlar yer almaktadır.

Çizelge 4.14’de yer alan bilgisayarlardan alınan procb performans ölçümlerinin sonuçları Çizelge 4.15’de yer almaktadır.

Çizelge 4.15. Procb performans testinin modüllerinin ölçüm süresi. (farklı makine)

Bilgisayar	Random Numbers	Fibonacci Numbers	Ackermanns Function	Cycle With Loop	Cycle With Jump	Primes FPU	Primes IntBased
Pentium M1730	1.3280	1.0160	1.2190	4.5000	0.6250	1.9680	0.9070
Pentium 42400	0.5780	0.1880	0.4530	0.4370	0.3130	1.8910	0.7960
Pentium 42800	0.2970	0.1560	0.5470	0.3590	0.3280	1.2820	0.8120
Pentium 42800	0.2970	0.1720	0.5310	0.4220	0.3280	1.3600	0.8280
Athlon XP1800	0.6910	0.3100	0.5310	1.0010	0.6910	1.5220	1.3420
Pentium 43400	0.2340	0.1410	0.4530	0.2970	0.2340	1.0470	0.6090
Athlon 643000	0.5620	0.1880	0.3750	0.7970	0.5000	0.7030	1.0150
Pentium M1600	1.1420	0.3500	0.4110	1.8520	0.3210	1.7820	0.9520
Athlon MP1700	0.5460	0.3130	0.4370	0.8290	0.5460	1.2500	1.1090
Aritmetik Ort.	0.630556	0.519	0.694909	1.144364	0.552182	1.424455	0.911455
Geometrik Ort.	0.538949	0.344977	0.604118	0.820075	0.483271	1.374458	0.888099
Harmonic Ort.	0.463337	0.262985	0.549913	0.645380	0.431323	1.317327	0.864796
Maximum Değer	1.328	1.968	1.891	4.5	1.36	1.968	1.342
Minimum Değer	0.234	0.141	0.375	0.297	0.234	0.703	0.609
Varyans	0.143256	0.322601	0.215764	1.448812	0.106839	0.138462	0.046829
Standart Sapma	0.378491	0.567980	0.464504	1.203666	0.326862	0.372105	0.216401

Çizelge 4.15’de “PrimesFPU” ve “PrimesIntBased” kolonları incelendiğinde, “PrimesFPU” modülünü en hızlı “AMD Athlon64 3000 MHz” çalıştırmasına rağmen “PrimesIntBased” modülünü en hızlı “Intel Pentium 43400 MHz” çalıştırmıştır. Diğer Intel ve AMD bilgisayarların sonuçları da incelendiğinde genel olarak AMD işlemcilerin kayan nokta aritmetik işlem performansları, Intel işlemcilerden daha iyi olmasına rağmen Intel işlemcilerin tamsayı aritmetik işlem performansları AMD işlemcilerden daha iyidir.

Procb programının “CycleWithLoop” modülü 500 milyon kere döngü yapmaktadır. “CycleWithJump” ise 500 milyon kere geri zıplayarak “CycleWithLoop” modülü ile aynı işi farklı kodlarla gerçekleştirmektedir. Bu modüllerin Assembler kodları aşağıdaki gibidir.

```
gen_cycloop:
    mov ecx, 500000000
back_loop:
    loop back_loop
```

```

ret
gen_cycjump:
    mov ecx, 500000000
back_jump:
    dec ecx
    jnz back_jump

```

Çizelge 4.15’de “CycleWithLoop” ve “CycleWithJump” kolonları incelendiğinde tüm işlemci aileleri için döngüleri “jump” ile yapmak ”loop” ile yapmaktan daha hızlıdır. Bununla birlikte “Intel Pentium M” ailesi için “jump” komutu ile yapılan döngüler loop komutu ile yapılan döngülerden 6-7 kat daha hızlı çalışmaktayken “Intel Pentium 4” ailesi için 1,3-1,1 kat daha hızlı, “AMD Athlon” aileleri için 1,5 kat daha hızlı çalışmaktadır.

Çizelge 4.15’de yer alan diğer modüllerin kolonları incelendiğinde “Intel Pentium 4” “Ackerman Function” modülünü “Intel Pentium M” ve “AMD Athlon” ailesine göre daha yavaş çalıştırıyor. “RandomNumbers” ve “FibonacciNumbers” modüllerini daha hızlı çalıştırıyor.

Çizelge 4.15’de yer alan değerler SPSS’e girilip korelasyon analizi yapıldığında çıkan sonuçlar Çizelge 4.16’da özet olarak verilmektedir.

Çizelge 4.16’da yer alan ilinti değerleri irdelendiğinde korelasyon matrisinin çoğu 1’den çok küçük değer almaktadır. Bunun nedeni deneyde kullanılan işlemcilerin farklı işlemci ailelerinden geliyor olması ve bu farklı ailelerin farklı komutları arasındaki hız oranlarının farklı olmasıdır. Örneğin “Intel Pentium M” için “jump” komutlu döngüleri “loop” komutlu döngülerinden 6-7 kat hızlı iken bu oran diğer ailelerde 1.5’un altındadır. Ve aynı aile için MHz arttıkça tüm fonksiyonların hız artışları hemen hemen aynıdır.

Çizelge 4.16. Procb için korelasyon analizi sonuçları (9 farklı bilgisayar)

	MHz	Random Numbers	Fibonacci Numbers	Ackerman Function	Cycle With Loop	Cycle With Jump	Primes FPU	Primes IntBased
MHz	1	-.767(*)	-.0587	-.0331	-.0578	-.0594	-.667(*)	-.0647
Random Numbers	-.767(*)	1	.834(**)	0.599	.893(**)	0.476	0.66	0.324
Fibonacci Numbers	-.0587	.834(**)	1	.920(**)	.983(**)	0.57	0.577	0.168
Ackermanns Function	-.0331	0.599	.920(**)	1	.875(**)	0.444	0.53	-.0034
Cycle WithLoop	-.0578	.893(**)	.983(**)	.875(**)	1	0.508	0.568	0.145
Cycle WithJump	-.0594	0.476	0.57	0.444	0.508	1	0.116	.838(**)
Primes FPU	-.667(*)	0.66	0.577	0.53	0.568	0.116	1	0.036
Primes IntBased	-.0647	0.324	0.168	-.0034	0.145	.838(**)	0.036	1

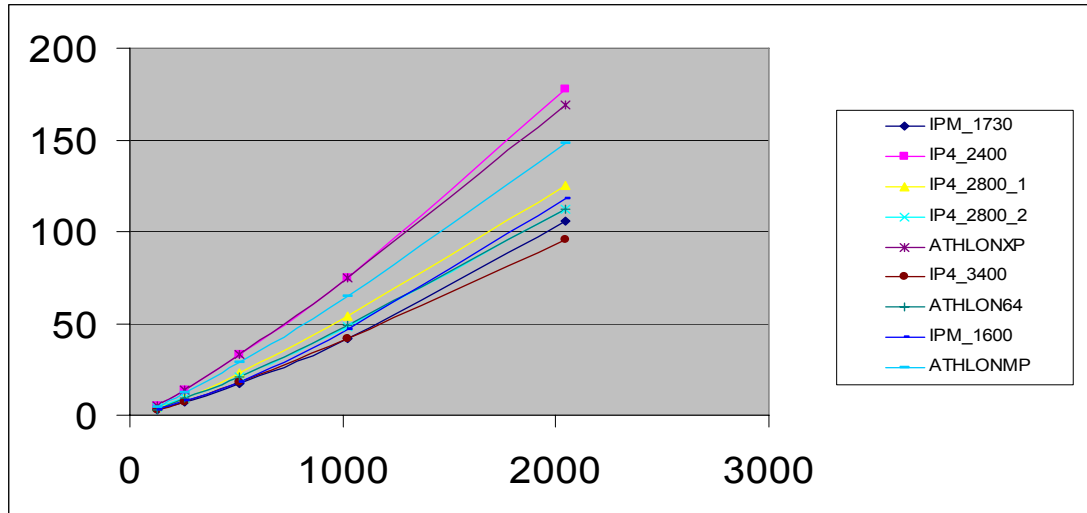
İşlemci ailelerinden en büyük kategori Pentium 4 olup, Pentium 4 makinaların sonuçları aynı zamanda ayrı değerlendirilerek korelasyon sonuçları Çizelge 4.17’de verilmektedir.

Çizelge 4.17’den de görüldüğü gibi yine tüm modüller arasında pozitif korelasyona ulaşamamıştır. Bunun nedeni deneyde kullanılan bilgisayar sayısının az olması olabilir. Bununla birlikte MHz değeri ile procb çıktıları her zaman negatif ilintili olarak görülmektedir.

Çizelge 4.17. Procb için korelasyon analizi sonuçları (4 adet Pentium 4 bilgisayar)

	Random Numbers	Fibonacci Numbers	Ackermanns Function	Cycle With Loop	Cycle With Jump	Primes FPU	Primes IntBased
MHz 1	-0.846	-0.935	-0.139	-0.912	-0.807	-0.924	-0.831
Random Numbers -0.846	1	0.87	-0.405	0.727	0.368	.980(*)	0.41
Fibonacci Numbers -0.935	0.87	1	-0.056	.970(*)	0.668	0.947	0.717
Ackermanns Function -0.139	-0.405	-0.056	1	0.157	0.692	-0.249	0.649
Cycle With Loop -0.912	0.727	.970(*)	0.157	1	0.786	0.847	0.831
Cycle With Jump -0.807	0.368	0.668	0.692	0.786	1	0.525	.997(**)
Primes FPU -0.924	.980(*)	0.947	-0.249	0.847	0.525	1	0.568
Primes Int Based -0.831	0.41	0.717	0.649	0.831	.997(**)	0.568	1

Super_pi performans ölçümleri de procb ölçümleri gibi süre ölçmektedir. Çizelge 4.18 farklı bilgisayarlardan alınan değerlerin betimleyici istatistiklerini içermektedir. Şekil 4.3 ise bu sürelerin grafiklerini vermektedir. Super Pi'nin hesaplama süresi için doğrusal regresyon modelinin doğru olmadığı bu grafikteki eğrilerden de belli olmaktadır.



Şekil 4.3. Farklı bilgisayarlarda çeşitli hassasiyete pi sayılarının hesaplanması grafiği

Çizelge 4.18. Super_pi sayısının çeşitli hassasiyetlerde hesaplanması (9 farklı bilgisayar)

	128K pi	254K pi	512K pi	1M pi	2M pi
IPM_1730	3	7	17	42	106
IP4_2400	5	14	33	75	178
IP4_2800_1	4	9	23	54	125
IP4_2800_2	4	9	21	48	112
ATHLONXP	5	14	33	75	169
IP4_3400	3	7	18	42	96
ATHLON64	3	9	21	49	112
IPM_1600	3	8	18	47	118
ATHLONMP	4	12	29	65	148
Aritmetik Ortalama	3.7777778	9.888888889	23.66666667	55.2222222	129.333333
Geometrik Ortalama	3.6988543	9.568147886	22.94731112	53.9160609	126.647629
Harmonic Ortalama	3.6241611	9.27607362	22.29158395	52.7219337	124.182051
Maximum Değer	5	14	33	75	178
Minimum Değer	3	7	17	42	96
Varyans	0.6944444	7.611111111	40.75	173.444444	836.75
Standart Sapma	0.8333333	2.758824226	6.383572667	13.1698308	28.9266313

Pi sayılarının bu değerleri SPSS'e girilip korelasyon analizi yapılmıştır. Çizelge 4.19'da yer alan korelasyon matrisinden de görüldüğü gibi aynı makinadan alınan

ölçümlerden yapılan korelasyon matrisinin aksine %99 güven aralığında birbirleriyle doğrudan ilintili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.19. Super_pi testinde farklı hassaslıklarda pi sayısı hesaplama sürelerinin ilintileri (farklı 9 makina)

		P128K	P256K	P512K	P1M	P2M
P128K	Pearson Correlation	1	.912(**)	.924(**)	.916(**)	.901(**)
	Sig. (2-tailed)		.001	.000	.001	.001
	Sum of Squares and Cross-products	5.556	16.778	39.333	80.444	173.667
	Covariance	.694	2.097	4.917	10.056	21.708
	N	9	9	9	9	9
P256K	Pearson Correlation	.912(**)	1	.991(**)	.992(**)	.975(**)
	Sig. (2-tailed)	.001		.000	.000	.000
	Sum of Squares and Cross-products	16.778	60.889	139.667	288.222	622.333
	Covariance	2.097	7.611	17.458	36.028	77.792
	N	9	9	9	9	9
P512K	Pearson Correlation	.924(**)	.991(**)	1	.993(**)	.967(**)
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	Sum of Squares and Cross-products	39.333	139.667	326.000	667.667	1428.000
	Covariance	4.917	17.458	40.750	83.458	178.500
	N	9	9	9	9	9
P1M	Pearson Correlation	.916(**)	.992(**)	.993(**)	1	.988(**)
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.000		.000
	Sum of Squares and Cross-products	80.444	288.222	667.667	1387.556	3010.333
	Covariance	10.056	36.028	83.458	173.444	376.292
	N	9	9	9	9	9
P2M	Pearson Correlation	.901(**)	.975(**)	.967(**)	.988(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.000	.000	
	Sum of Squares and Cross-products	173.667	622.333	1428.000	3010.333	6694.000
	Covariance	21.708	77.792	178.500	376.292	836.750
	N	9	9	9	9	9

Farklı bilgisayarlardan ölçümleri alınan benchnt testleri ve bunların belirtici istatistiksel değerleri Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Benchnt ölçümleri ve belirtici istatistiksel değerleri (kısım1)

	DHRY1NNT	DHRY1ONT	DHRY2NNT	DHRY2ONT	LINPCNNT	LINPCONT
IPM_1730	1298366	3169949	1578550	6204743	171.2	761.64
IP4_2400	576251	5785334	586872	4409022	134.61	670.32
IP4_2800_1	751026	7170382	813522	5840282	151.79	605.77
IP4_2800_2	740638	6566670	751062	5804001	152.95	598.25
ATHLONXP	1566299	6055499	1673916	4658021	96.04	561.07
IP4_3400	1111502	8316681	1117489	7133435	185.09	713.58
ATHLON64	2181756	9026780	2016720	6550243	129.37	711.33
IPM_1600	1428452	6114288	1485704	5880691	153.7	714.74
ATHLONMP	1916594	7405492	2023476	5665855	119.35	672.44
Aritmetik Ortalama	1285653.8	6623452.8	1338590.1	5794032.6	143.78889	667.68222
Geometrik Ortalama	1176779.7	6390479.2	1229482	5736288.3	141.3817	664.68703
Harmonic Ortalama	1070721.4	6102492.2	1117524.7	5676182.8	138.83341	661.62572
Maximum Değer	2181756	9026780	2023476	7133435	185.09	761.64
Minimum Değer	576251	3169949	586872	4409022	96.04	561.07
Varyans	3.021E+11	2.846E+12	2.944E+11	7.212E+11	734.08709	4387.9937
Standart Sapma	549641.89	1687005.4	542614.87	849226.87	27.094042	66.241933

Çizelge 4.20 ve Cizelge 4.21’de yer alan Benchnt ölçüm değerlerinin tümü SPSS’e girilerek korelasyon analizleri yapıldığında korelasyon matrisinin değerlerinden çoğunun ‘1’ değerinden çok küçük hatta bir kısmında negatif olduğu görülmüştür. Bu nedenle büyük bir kısmında ilinti yoktur. Tümünde ilinti olmamasının sebebi farklı mimarideki bilgisayarların farklı komut setlerini farklı görece hızlarda çalıştırmasıdır.

Çizelge 4.21. Benchnt ölçümleri ve belirtici istatistiksel değerleri (kısım2)

	LIVECNNT	LIVECONT	WHETCNNT	WHETCONT	WHETDCNT
IPM_1730	219.85	370.38	716888	1413.969	1488.598
IP4_2400	145.05	261.62	404.177	919.03	965.041
IP4_2800_1	185.89	281.42	405.991	917.839	958.392
IP4_2800_2	187.59	281.77	404.177	919.03	965.041
ATHLONXP	150.52	300.01	792.981	1172.067	1214.531
IP4_3400	234.12	330.38	539.569	1165.11	1199.138
ATHLON64	201.17	410.3	971.005	1555.883	1570.606
IPM_1600	203.28	344.06	666.486	1317.451	1387.236
ATHLONMP	181.26	361.76	957.678	1420.839	1471.328
Aritmetik Ortalama	189.85889	326.85556	80225.563	1200.1353	1246.6568
Geometrik Ortalama	187.79242	323.58322	1325.2406	1177.739	1224.8095
Harmonic Ortalama	185.6621	320.36811	638.22156	1155.3263	1202.8634
Maximum Değer	234.12	410.3	716888	1555.883	1570.606
Minimum Değer	145.05	261.62	404.177	917.839	958.392
Varyans	852.10071	2432.1933	5.7E+10	59312.569	59839.988
Standart Sapma	29.190764	49.317271	238748.52	243.54172	244.62213

Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de yer alan optimize edilmiş ve optimize edilmemiş performans sonuçlarını karşılıklı değerlendirmek için optimize edilmiş performans değerlendirme testlerinin optimize edilmemiş performans değerlendirme testlerinin sonuçlarına oranı Çizelge 4.22’de yer almaktadır.

Çizelge 4.22. Benchnt testleri kısmi korelasyon matrisi (optimize edilmemiş kod - 9 farklı bilgisayar)

DHRY1ONT / DHRY1NNT	DHRY2ONT / DHRY2NNT	LINPCONT / LINPCNNT	LIVECONT / LIVECNNT	WHETCONT / WHETCNNT
2.441491074	3.930659783	4.448831776	1.68469411	1.972370858
10.03960774	7.512748947	4.979719189	1.803653912	2.273830525
9.547448424	7.179009295	3.990842612	1.513906073	2.260737307
8.866234247	7.727725541	3.911408957	1.502052348	2.273830525
3.866119432	2.782708929	5.842044981	1.993157056	1.478051807
7.482380599	6.383449859	3.855313631	1.411156672	2.15933458
4.137392082	3.247968483	5.498415398	2.039568524	1.602342933
4.280359438	3.958184807	4.650227716	1.692542306	1.976712189
3.863881448	2.800060391	5.63418517	1.995807128	1.483629153

Çizelge 4.22’de Dhrystone 1.0, Dhrystone 2.0 ve Whetstone oranlarında “Intel Pentium 4” işlemcilerin değerleri farkedilebilir derecede ayırt edilebilmektedir. Yani bu testler için optimizasyonlar “Intel Pentium 4” ailesinde çok daha iyi sonuç vermektedir. LinPack ve Livermore oranlarında ise optimizasyonların “AMD Athlon” aileleri için daha iyi sonuç vermektedir. Linpack ve Livermore kayan nokta işlemleri içermekte, Dhrystone1.0 ve Dhrystone 2.0 kayan nokta işlemleri içermemekte, Whetstone ise hem kayan nokta hem de tamsayı işlemleri içermektedir. Burdan kayan nokta optimizasyonlarının “AMD Athlon” işlemci ailelerinde çok daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Diğer durumlarda (tam sayı ve kelime işleme işlemleri) ise optimizasyonlar “Intel Pentium” aileleri için çok daha iyi sonuç vermektedir.

Benchnt’de yer alan 11 adet modülden optimize edilmemiş versiyonlarının korelasyon matrisi Çizelge 4.23’de verilmiştir. (11’li korelasyon sonuçları “CorrBenchntFMail.spo” dosyasında yer almaktadır.)

Çizelge 4.23. Benchnt testleri kısmi korelasyon matrisi (optimize edilmemiş kod - 9 farklı bilgisayar)

	DHRY1NNT	DHRY2NNT	LINPCNNT	LIVECNNT	WHETCNNT
DHRY1NNT	1	0.976828807	0.419089614	0.182351634	0.009608684
DHRY2NNT	0.976828807	1	0.393722184	0.19788809	0.166760835
LINPCNNT	0.419089614	0.393722184	1	0.800885787	0.37889516
LIVECNNT	0.182351634	0.19788809	0.800885787	1	0.385335638
WHETCNNT	0.009608684	0.166760835	0.37889516	0.385335638	1

Çizelge 4.23’te yer alan korelasyon katsayılarının çoğu sıfıra daha yakındır. Sadece pentium 4 bilgisayarlardan oluşan 4 adetlik ölçüm değerleri girilerek yapılan korelasyon analizi sonuçları ise Çizelge 4.24’te yer almaktadır. Bu çizelgeden görüldüğü gibi korelasyon katsayılarının hepsi 1’e yakındır.

Çizelge 4.24 Benchnt testleri kısmi korelasyon matrisi (optimize edilmemiş kod - 4 adet Pentium 4 bilgisayar)

	DHRY1NNT	DHRY2NNT	LINPCNNT	LIVECNNT	WHETCNNT
DHRY1NNT	1	0.992969614	0.998048775	0.977668077	0.937401606
DHRY2NNT	0.992969614	1	0.990285531	0.981417216	0.906216932
LINPCNNT	0.998048775	0.990285531	1	0.986999101	0.919521976
LIVECNNT	0.977668077	0.981417216	0.986999101	1	0.844712451
WHETCNNT	0.937401606	0.906216932	0.919521976	0.844712451	1

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Performans değerlendirme testleri, test yapılacak bilgisayarları işlemlerle yükleyerek belirli bir işi gerçekleştirme sürelerini veya birim süredeki yapılan işlem miktarını ölçerler. Güncel işletim sistemleri birçok işlemi paralel yürüttüğü için, test esnasında CPU'ya test yükü dışında gürültü yükleri de gelmektedir. Bu nedenle iyi bir performans değerlendirmesi yapmak için hem birden fazla ölçüm yapıp, bu ölçümlerden elde edilen bir merkezi eğilim ölçüsü kullanılmalı hem de sonuçların yanıltıcı olmaması için test ortamının önceden belirlenmesi gerekir.

Bu çalışmada değişik algoritmalar, komut setleri veya teknikleri kullanan performans değerlendirme testlerinin birbirleri ile ilintileri de incelenmiştir. Aynı bilgisayarda yapılan işlemci testleri sonuçları incelendiğinde bazı modüllerin dışarıdan gelen gürültü işlemlerine daha az duyarlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu modüller tekrarlanabilirlik açısından daha iyi sonuç vermektedir.

Farklı bilgisayarlarda yapılan testler için çeşitli işlemci ailelerine ait bilgisayarlar kullanılmıştır. Normal olarak, bir bilgisayarın herhangi bir test için performansı ne kadar iyi ise diğer test için de performansının da o kadar iyi olması beklenir. Bir bilgisayarın bir performans testi için performansı başka bir bilgisayarın performansının iki katı ise diğer bir performans testi ile yapılan ölçümlerde de performansının iki katı olması beklenir. Yani farklı testler arasında tam pozitif bir ilinti olması (korelasyon katsayısı bire yakın) beklenir. Fakat değerlendirmede öyle olmadığı görülmüştür. Bunun nedeni farklı CPU ailelerinde komut setleri arasındaki performans oranlarının farklı olabilmesidir. Örneğin bir AMD Athlon 64, 32 bit tamsayı toplama işlemini bir Intel Pentium 4'den daha yavaş yapmasına rağmen 32 bit kayan nokta çarpma işlemini daha hızlı yaptığı görülmüştür. Böyle bir durumda 32 bit kayan nokta çarpma işlemlerinin yoğun olduğu testlerde bu AMD Athlon 64 işlemcili bilgisayar, Intel Pentium 4 işlemcili bilgisayardan daha iyi performans gösterecek ama 32 bit tam sayı toplama işlemlerinin yoğun olduğu testlerde daha kötü performans gösterecektir. Bu sebepten dolayı sadece Intel Pentium 4 işlemcili

bilgisayarlardan yapılan ölçümlerin korelasyon analizinde korelasyonlar bire çok daha yakın olarak ölçülmüştür. Bunun yanında CPU frekansı ile yapılan korelasyon testlerinde tüm bilgisayarlar içiçe olduğunda korelasyon katsayıları 1'den çok uzaklaşmaktadır (Çünkü Intel Pentium M işlemcilerin frekansı çok düşük olmasına rağmen Intel Pentium 4 ve “AMD Athlon” işlemciler kadar hızlı). Sadece Pentium 4 bilgisayarlar olduğunda testlerin frekans ile korelasyonları 1'e yaklaşmaktadır.

Regresyon analizleri sadece aynı bilgisayarda yapılan testler için kullanılmıştır. Dhrystone performans değerlendirme testinin sonuçlarındaki döngülerin artışına göre süre artımı doğrusal regresyon ile modellenmiş ve regresyon katsayıları bulunmuştur. Doğrusal regresyon analizini yapmadan önce korelasyon analizi ile ilintinin var olduğu da gösterilmiştir.

Pi sayısını hassas olarak hesaplamak için regresyon analizinde eğri tahmini yöntemiyle doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizleri kullanılmıştır. Tüm bu regresyon analizlerinin varyansları ve R^2 değerleri incelendiğinde en iyi aday olarak kübik daha sonra karesel ve daha sonra da doğrusal regresyon analizi seçilmiştir. En iyi aday kübik regresyon analizi 4.2 milyar hassasiyeti yanlış tahmin ettiği (- değer verdi) için terk edilmiştir. Karesel regresyon analizine göre 1995'de bir superbilgisayarda yaklaşık 2.5 günde 4.2 milyar rakam hassaslıkta hesaplanan pi sayısını bulmak için bir AMD Athlon XP 1800 bilgisayarın yaklaşık 1 yıl çalışması gerektiği görülmüştür.

Bu tez çalışmasında klasik performans değerlendirme testleri kullanılmıştır. Klasik performans değerlendirme testlerinin algoritmaları basit ve belli komut setleri içerdiğinden test sonuçları komut setlerine bağlı olarak yorumlanır. Günümüzde bilgisayar performanslarını komple değerlendirmek için gerçek uygulamalardan oluşan SPEC veya SYSMARK gibi testler ya da performans değerlendirme test suitleri kullanılmaktadır. İşlemci ve bilgisayar üreticileri kendi ürünlerini ön plana çıkartmak için kendilerinin güçlü olduğu suitlerle yapılan testlerin sonuçlarını kullanmaktadır. Bu nedenle de yanlıdır.

Bu tezde gerçekleştirilen çalışmalar daha çok bilgisayar ile sadece CPU'yu değil komple tüm sistemi ölçen gerçek uygulama parçalarından oluşan bir test suit veya uygulamaya özel performans değerlendirme testleri ile de gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Lilja, D. J., "Measuring Computer Performance: A Practitioner's Guide", **Cambridge University Press**, Cambridge, 10-130 (2000).
2. Internet : Wikipedia Free Encyclopedia "Benchmark (Computing)" http://en.wikipedia.org/wiki/Benchmark_%28computing%29 (2006)
3. Price, Walter J., "A Benchmark Tutorial.", **IEEE MICRO**, Oct., 28-43 (1989).
4. Colwell, B., "Benchmarking competition", **IEE Computer**, 36(12): 9-11 (2003).
5. Sim, S. E., Easterbrook, S. And Holt, R. C., "Technical papers: empirical studies I:Using benchmarking to advance research: a challenge to software engineering", **Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering** (2003).
6. Internet : Wikipedia Free Encyclopedia "Sieve_of_Eratosthenes" http://en.wikipedia.org/wiki/Sieve_of_Eratosthenes (2006)
7. Weicker, R. P., "An Overview of Common Benchmarks," **Computer**, 23(12): 65-75 (1990).
8. Curnow, H.J., and B.A. Wichmann, "A SyntheticBenchmark", **TheComputerJ.**, 19(1): 43-49 (1976).
9. Serlin, O., "MIPS, dhrystones, and other tales," **Datamation**, 32(11): 112-118 (1986).
10. Dongarra, J.J., "The Linpack Benchmark: An Explanation," **Evaluating Supercomputers**, 1-21, (1990).
11. Feo, J.T., "An Analysis of the Computational and Parallel Complexity of the Livermore Loops", **Parallel Computing**, June 7(2): 163-185 (1988)
12. Internet : Standard Performance Evaluation Corporation "SPEC Benchmarks" <http://www.spec.org/benchmarks.html> (2006)
13. Çömlekçi, N. "Temel İstatistik İlke ve Teknikleri ", **Bilim ve Teknik Yayınevi**, Ankara, 1-52 (1996)
14. Papoulis, A. " Probability, Random Variables, and Stockhastic Processes, Third Edition", **McGrawHill Inc.**, Singapore, 63-84 (1991)
15. Jain, R. "The Art of Computer System Performance Analysis" , **John Willey & Sons**, Massachusetts, 180-219 (2001)

16. Özdamar, K. “Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi”, **Kaan Kitabevi**, Eskişehir, 45-72, 527-560 (2004)
17. Zhang, X., “Application Specific Benchmarking”, Doktora Tezi, **Harvard University The Division of Engineering and Applied Sciences**, Cambridge, 1-103 (2001)

EKLER

EK-1 Yığın dosyası (gulbench.bat)

```

procb.exe -carmp >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\DHRY1NNT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\DHRY1ONT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\DHRY2NNT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\DHRY2ONT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\LINPCNNT >> %COMPUTERNAME%.txt
2>>%COMPUTERNAME%2.txt
type %COMPUTERNAME%2.txt >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\LINPCONT >> %COMPUTERNAME%.txt
2>>%COMPUTERNAME%2.txt
type %COMPUTERNAME%2.txt >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\LIVECNNT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\LIVECONT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\WHETCNNT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\WHETCONT >> %COMPUTERNAME%.txt
benchnt\WHETDCNT >> %COMPUTERNAME%.txt
SSE3DNow\SSE3DNow Auto
type SSE3DNow.txt >> %COMPUTERNAME%.txt
cpuxmark\cpuxmark2k5
super_pi\super_pi.exe

```

EK-2 Procb testi çıktısı

Procbench V0.61 Alpha, Peter Kuscsik, 2006-07-

Basic CUID info:

~~~~~

Vendor : GenuineIntel

Family : 15

Model : 4

Revision : 1

Name : Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.40GHz

Features : fpu vme de pse tsc msr pae mce cxchg8 apic sep mtrr pge mca cmov pat  
pse36 clfl dtes acpi mmx fxsr sse sse2 ss htt tm1 sse3 n/a monitor ds-cpl cnxt-id

Instruction TLB: 4 KByte and 2-MByte or 4-MByte pages, 64 entries

Data TLB: 4 KByte and 4 MByte pages, 64 entries

1st-level data cache: 16 KByte, 8-way set associative, 64 byte line size

2nd-level cache: 1 MByte, 8-way set associative, 64 byte line size, 2 lines per sector

No 2nd-level cache or, if processor contains a valid 2nd-level cache, no 3rd-level cache

Trace cache: 12 K-μop, 8-way set associative

Frequency [MHz]: 3416.436

## Additional information

~~~~~

Speed of registers measured by add instructions via 1, 2, 3 and 4 registers.

Speeds adding to 1 Register 2 Registers 3 Registers 4 Registers

16 bit Integer MIPS 3488 6451 7594 9677

32 bit Integer MIPS 3191 7692 7692 7692

32 bit MMX Integer MIPS 1671 3488 3191 3488

64 bit FPU MFLOPS ---- ---- ---- ----

32 bit 3DNow MFLOPS ---- ---- ---- ----

Memory read performance test :

Read Buffer Speed[MB/s] Read Buffer Speed[MB/s]

4 KBytes 25316 8 KBytes 21505

16 KBytes 25641 32 KBytes 12738

64 KBytes 14285 128 KBytes 14184

256 KBytes 12820 512 KBytes 12820

1 MByte 11627 2 MBytes 4415

4 MBytes 4405

Generating:

1. Random numbers [200mills]: 0.234 seconds

EK-2 (Devam) Procb testi çıktısı

2. Fibonacci numbers [200mills]: 0.141 seconds
3. Ackermann's function [3,10]: 0.453 seconds
4. Cycle with Loop [500m times]: 0.297 seconds
5. Cycle with Jump [500m times]: 0.234 seconds
6. Primes (FPU based) [first 200k]: 1.047 seconds
7. Primes (Int based) [first 200k]: 0.609 seconds

EK-3 Benchnt testleri çıktısı

Dhrystone Benchmark, Version 1.1 (Language: C or C++)

Optimisation Non-optimised

```

10000 runs 0.01 seconds
100000 runs 0.09 seconds
200000 runs 0.18 seconds
400000 runs 0.36 seconds
800000 runs 0.75 seconds
1600000 runs 1.44 seconds
3200000 runs 2.88 seconds

```

Array2Glob8/7: O.K. 3200010

Microseconds for one run through Dhrystone: 0.90

Dhrystones per Second: 1111502

VAX MIPS rating = 632.61

Dhrystone Benchmark, Version 1.1 (Language: C or C++)

Optimisation Optimised

```

10000 runs 0.00 seconds
100000 runs 0.01 seconds
1000000 runs 0.12 seconds
2000000 runs 0.24 seconds
4000000 runs 0.48 seconds
8000000 runs 1.00 seconds
16000000 runs 1.92 seconds
32000000 runs 3.85 seconds

```

Array2Glob8/7: O.K. 32000010

Microseconds for one run through Dhrystone: 0.12

Dhrystones per Second: 8316681

VAX MIPS rating = 4733.46

Dhrystone Benchmark, Version 2.1 (Language: C or C++)

Optimisation Non-optimised

Register option not selected

```

10000 runs 0.01 seconds

```

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

100000 runs 0.09 seconds
 200000 runs 0.18 seconds
 400000 runs 0.36 seconds
 800000 runs 0.74 seconds
 1600000 runs 1.44 seconds
 3200000 runs 2.86 seconds

Final values (* implementation-dependent):

Int_Glob: O.K. 5 Bool_Glob: O.K. 1
 Ch_1_Glob: O.K. A Ch_2_Glob: O.K. B
 Arr_1_Glob[8]: O.K. 7 Arr_2_Glob8/7: O.K. 3200010
 Ptr_Glob-> Ptr_Comp: * 597920
 Discr: O.K. 0 Enum_Comp: O.K. 2
 Int_Comp: O.K. 17 Str_Comp: O.K. DHRYSTONE PROGRAM, SOME
 STRING
 Next_Ptr_Glob-> Ptr_Comp: * 597920 same as above
 Discr: O.K. 0 Enum_Comp: O.K. 1
 Int_Comp: O.K. 18 Str_Comp: O.K. DHRYSTONE PROGRAM, SOME
 STRING
 Int_1_Loc: O.K. 5 Int_2_Loc: O.K. 13
 Int_3_Loc: O.K. 7 Enum_Loc: O.K. 1
 Str_1_Loc: O.K. DHRYSTONE PROGRAM, 1'ST STRING
 Str_2_Loc: O.K. DHRYSTONE PROGRAM, 2'ND STRING

Microseconds for one run through Dhrystone: 0.89
 Dhrystones per Second: 1117489
 VAX MIPS rating = 636.02

Dhrystone Benchmark, Version 2.1 (Language: C or C++)

Optimisation Optimised
 Register option not selected

10000 runs 0.00 seconds
 100000 runs 0.01 seconds
 1000000 runs 0.14 seconds
 2000000 runs 0.28 seconds
 4000000 runs 0.57 seconds
 8000000 runs 1.15 seconds
 16000000 runs 2.24 seconds

Final values (* implementation-dependent):

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

```

Int_Glob:   O.K. 5 Bool_Glob:   O.K. 1
Ch_1_Glob:   O.K. A Ch_2_Glob:   O.K. B
Arr_1_Glob[8]: O.K. 7 Arr_2_Glob8/7: O.K. 16000010
Ptr_Glob->   Ptr_Comp:   * 597920
  Discr:     O.K. 0 Enum_Comp:   O.K. 2
  Int_Comp:   O.K. 17 Str_Comp:   O.K. DHRYSTONE PROGRAM, SOME
STRING
Next_Ptr_Glob->   Ptr_Comp:   * 597920 same as above
  Discr:     O.K. 0 Enum_Comp:   O.K. 1
  Int_Comp:   O.K. 18 Str_Comp:   O.K. DHRYSTONE PROGRAM, SOME
STRING
Int_1_Loc:   O.K. 5 Int_2_Loc:   O.K. 13
Int_3_Loc:   O.K. 7 Enum_Loc:   O.K. 1
Str_1_Loc:   O.K. DHRYSTONE PROGRAM, 1'ST STRING
Str_2_Loc:   O.K. DHRYSTONE PROGRAM, 2'ND STRING

```

```

Microseconds for one run through Dhrystone:    0.14
Dhrystones per Second:                        7133435
VAX MIPS rating =                             4060.01

```

Unrolled Double Precision Linpack Benchmark - PC Version in 'C/C++'

Optimisation Non-optimised

```

norm resid    resid      machep    x[0]-1    x[n-1]-1
0.4  7.41628980e-014  8.88178420e-016 -1.49880108e-014 -1.89848137e-014

```

Times are reported for matrices of order 100
 1 pass times for array with leading dimension of 201

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00356	0.00011	0.00367	187.05	0.0107	0.0656

Calculating matgen overhead

```

10 times  0.00 seconds
100 times 0.05 seconds
1000 times 0.46 seconds
2000 times 0.89 seconds
4000 times 1.75 seconds

```

Overhead for 1 matgen 0.00044 seconds

Calculating matgen/dgefa passes for 1 seconds

```

10 times 0.04 seconds

```

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

100 times 0.40 seconds
 200 times 0.80 seconds
 400 times 1.60 seconds
 Passes used 249

Times for array with leading dimension of 201

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00357	0.00011	0.00368	186.59	0.0107	0.0657
0.00356	0.00011	0.00367	187.07	0.0107	0.0655
0.00358	0.00011	0.00369	186.01	0.0108	0.0659
0.00365	0.00011	0.00376	182.39	0.0110	0.0672
0.00363	0.00011	0.00374	183.38	0.0109	0.0669
Average			185.09		

Calculating matgen2 overhead

Overhead for 1 matgen 0.00044 seconds

Times for array with leading dimension of 200

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00336	0.00012	0.00347	197.61	0.0101	0.0621
0.00337	0.00012	0.00349	196.97	0.0102	0.0623
0.00337	0.00012	0.00348	197.20	0.0101	0.0622
0.00344	0.00012	0.00356	192.97	0.0104	0.0635
0.00344	0.00012	0.00355	193.26	0.0103	0.0634
Average			195.60		

Unrolled Double Precision 185.09 Mflops

Unrolled Double Precision Linpack Benchmark - PC Version in 'C/C++'

Optimisation Optimised

norm resid	resid	machep	x[0]-1	x[n-1]-1
0.4	7.41628980e-014	1.00000000e-015	-1.49880108e-014	-1.89848137e-014

Times are reported for matrices of order 100

1 pass times for array with leading dimension of 201

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00356	0.00011	0.00367	187.05	0.0107	0.0656

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

Calculating matgen overhead

10 times 0.00 seconds

100 times 0.05 seconds

1000 times 0.46 seconds

2000 times 0.89 seconds

4000 times 1.75 seconds

Overhead for 1 matgen 0.00044 seconds

Calculating matgen/dgefa passes for 1 seconds

10 times 0.04 seconds

100 times 0.40 seconds

200 times 0.80 seconds

400 times 1.60 seconds

Passes used 249

Times for array with leading dimension of 201

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00357	0.00011	0.00368	186.59	0.0107	0.0657
0.00356	0.00011	0.00367	187.07	0.0107	0.0655
0.00358	0.00011	0.00369	186.01	0.0108	0.0659
0.00365	0.00011	0.00376	182.39	0.0110	0.0672
0.00363	0.00011	0.00374	183.38	0.0109	0.0669
Average			185.09		

Calculating matgen2 overhead

Overhead for 1 matgen 0.00044 seconds

Times for array with leading dimension of 200

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00336	0.00012	0.00347	197.61	0.0101	0.0621
0.00337	0.00012	0.00349	196.97	0.0102	0.0623
0.00337	0.00012	0.00348	197.20	0.0101	0.0622
0.00344	0.00012	0.00356	192.97	0.0104	0.0635
0.00344	0.00012	0.00355	193.26	0.0103	0.0634
Average			195.60		

Unrolled Double Precision 185.09 Mflops

Times are reported for matrices of order 100

1 pass times for array with leading dimension of 201

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
-------	-------	-------	--------	------	-------

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

0.00091 0.00004 0.00095 724.09 0.0028 0.0169

Calculating matgen overhead

10 times 0.00 seconds

100 times 0.03 seconds

1000 times 0.31 seconds

2000 times 0.64 seconds

4000 times 1.27 seconds

Overhead for 1 matgen 0.00032 seconds

Calculating matgen/dgefa passes for 1 seconds

10 times 0.01 seconds

100 times 0.12 seconds

200 times 0.25 seconds

400 times 0.50 seconds

800 times 0.99 seconds

1600 times 2.00 seconds

Passes used 801

Times for array with leading dimension of 201

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00093	0.00003	0.00096	716.15	0.0028	0.0171
0.00093	0.00003	0.00096	715.17	0.0028	0.0171
0.00092	0.00003	0.00096	718.13	0.0028	0.0171
0.00093	0.00003	0.00096	712.62	0.0028	0.0172
0.00093	0.00003	0.00096	714.62	0.0028	0.0172
Average			715.34		

Calculating matgen2 overhead

Overhead for 1 matgen 0.00031 seconds

Times for array with leading dimension of 200

dgefa	dgesl	total	Mflops	unit	ratio
0.00093	0.00003	0.00096	715.72	0.0028	0.0171
0.00093	0.00003	0.00096	713.72	0.0028	0.0172
0.00093	0.00003	0.00096	713.74	0.0028	0.0172
0.00093	0.00003	0.00096	713.35	0.0028	0.0172
0.00093	0.00003	0.00097	711.36	0.0028	0.0172
Average			713.58		

Unrolled Double Precision 713.58 Mflops

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

L.L.N.L. 'C' KERNELS: MFLOPS P.C. VERSION 4.0

Optimisation Non-optimised

Calculating outer loop overhead

1000 times 0.00 seconds

10000 times 0.00 seconds

100000 times 0.00 seconds

1000000 times 0.04 seconds

2000000 times 0.09 seconds

4000000 times 0.18 seconds

8000000 times 0.35 seconds

Overhead for each loop 4.4106e-008 seconds

Calibrating part 1 of 3

Loop count 4 0.04 seconds

Loop count 16 0.10 seconds

Loop count 64 0.38 seconds

Loops 200 x 1 x Passes

Kernel Floating Pt ops

No	Passes	E	No	Total	Secs.	MFLOPS	Span	Checksums	OK
----	--------	---	----	-------	-------	--------	------	-----------	----

1	7 x	99	5	6.936930e+008	1.01	686.59	1001	5.114652693224671e+004	16
2	67 x	91	4	4.731272e+008	1.02	461.82	101	1.539721811668384e+003	15
3	9 x	69	2	2.486484e+008	1.02	244.52	1001	1.000742883066364e+001	15
4	14 x	72	2	2.419200e+008	1.01	239.24	1001	5.999250595473891e-001	16
5	10 x	46	2	1.840000e+008	0.96	191.83	1001	4.548871642387267e+003	16
6	3 x	89	2	2.118912e+008	0.98	215.41	64	4.375116344729986e+003	16
7	4 x	83	16	1.057088e+009	1.01	1050.80	995	6.104251075174761e+004	16
8	10 x	37	36	5.274720e+008	1.02	516.45	100	1.501268005625795e+005	15
9	36 x	70	17	8.653680e+008	1.02	851.66	101	1.189443609974981e+005	16
10	34 x	16	9	9.889920e+007	1.08	91.57	101	7.310369784325296e+004	16
11	11 x	57	1	1.254000e+008	1.01	123.97	1001	3.342910972650109e+007	16
12	12 x	85	1	2.040000e+008	0.98	208.35	1000	2.907141294167248e-005	16
13	36 x	9	7	2.903040e+007	0.73	39.68	64	1.202533961842804e+011	15
14	2 x	12	11	5.285280e+007	0.72	73.64	1001	3.165553044000335e+009	15
15	1 x	56	33	1.848000e+008	0.64	290.76	101	3.943816690352044e+004	15
16	25 x	49	10	1.298500e+008	0.74	176.56	75	5.650760000000000e+005	16
17	35 x	27	9	1.718010e+008	0.99	173.80	101	1.114641772902486e+003	16
18	2 x	52	44	4.530240e+008	1.01	448.03	100	1.015727037502299e+005	15
19	39 x	35	6	1.654380e+008	1.02	162.34	101	5.421816960147207e+002	16

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

```

20 1 x 30 26 1.560000e+008 1.01 154.72 1000 3.040644339351238e+007 16
21 1 x 10 2 2.525000e+008 0.98 257.52 101 1.597308280710200e+008 15
22 11 x 59 17 2.228666e+008 1.00 223.41 101 2.938604376566698e+002 15
23 8 x 50 11 4.356000e+008 1.01 429.86 100 3.549900501563624e+004 15
24 5 x 221 1 2.210000e+008 0.96 231.29 1001 5.000000000000000e+002 16

```

Maximum Rate 1050.80
 Average Rate 314.33
 Geometric Mean 240.53
 Harmonic Mean 180.32
 Minimum Rate 39.68

Do Span 471

Calibrating part 2 of 3

```

Loop count      8 0.04 seconds
Loop count     32 0.12 seconds
Loop count    128 0.40 seconds

```

Loops 200 x 2 x Passes

Kernel	Floating Pt ops	No	Passes	E	No	Total	Secs.	MFLOPS	Span	Checksums	OK
1	40 x 97	5	7.837600e+008	1.03	761.23	101	5.253344778937972e+002	16			
2	40 x 75	4	4.656000e+008	1.00	467.72	101	1.539721811668384e+003	15			
3	53 x 56	2	2.398144e+008	1.02	236.03	101	1.009741436578952e+000	16			
4	70 x 57	2	1.915200e+008	0.98	194.67	101	5.999250595473891e-001	16			
5	55 x 45	2	1.980000e+008	1.04	191.28	101	4.589031939600982e+001	16			
6	7 x 76	2	2.042880e+008	1.03	198.02	32	8.631675645333210e+001	16			
7	22 x 75	16	1.066560e+009	0.99	1079.51	101	6.345586315784055e+002	16			
8	6 x 31	36	5.303232e+008	1.02	518.32	100	1.501268005625795e+005	15			
9	21 x 61	17	8.797908e+008	1.06	833.17	101	1.189443609974981e+005	16			
10	19 x 14	9	9.671760e+007	1.05	92.46	101	7.310369784325296e+004	16			
11	64 x 49	1	1.254400e+008	1.01	124.07	101	3.433560407475758e+004	16			
12	68 x 76	1	2.067200e+008	1.02	201.85	100	7.127569130821465e-006	16			
13	41 x 11	7	4.040960e+007	1.02	39.48	32	9.816387810944356e+010	15			
14	10 x 17	11	7.554800e+007	1.01	74.54	101	3.039983465145392e+007	15			
15	1 x 45	33	2.970000e+008	1.03	289.74	101	3.943816690352044e+004	15			
16	27 x 56	10	1.693440e+008	1.02	166.22	40	6.480410000000000e+005	16			
17	20 x 24	9	1.745280e+008	1.01	172.95	101	1.114641772902486e+003	16			
18	1 x 51	44	4.443120e+008	0.99	449.38	100	1.015727037502299e+005	15			
19	23 x 30	6	1.672560e+008	1.03	163.07	101	5.421816960147207e+002	16			

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

```

20 8 x 19 26 1.580800e+008 1.03 152.80 100 3.126205178815432e+004 16
21 1 x 11 2 2.750000e+008 1.07 257.94 50 7.824524877232093e+007 16
22 7 x 47 17 2.259572e+008 1.01 223.63 101 2.938604376566698e+002 15
23 5 x 38 11 4.138200e+008 0.96 429.67 100 3.549900501563624e+004 15
24 31 x 171 1 2.120400e+008 1.01 209.50 101 5.000000000000000e+001 16

```

```

Maximum Rate 1079.51
Average Rate 313.64
Geometric Mean 236.66
Harmonic Mean 177.34
Minimum Rate 39.48

```

```
Do Span 90
```

Calibrating part 3 of 3

```

Loop count      32 0.04 seconds
Loop count     128 0.11 seconds
Loop count     512 0.38 seconds

```

```
Loops 200 x 8 x Passes
```

Kernel	Floating Pt ops	No	Passes	E	No	Total	Secs.	MFLOPS	Span	Checksums	OK
1	28 x 122	5	7.378560e+008	1.07	691.37	27	3.855104502494961e+001	16			
2	46 x 131	4	4.242304e+008	1.01	419.26	15	3.953296986903060e+001	16			
3	37 x 70	2	2.237760e+008	1.02	219.40	27	2.699309089320672e-001	16			
4	38 x 81	2	1.477440e+008	1.02	145.19	27	5.999250595473891e-001	16			
5	40 x 59	2	1.963520e+008	1.02	192.26	27	3.182615248447483e+000	16			
6	21 x 80	2	1.290240e+008	0.97	132.91	8	1.120309393467088e+000	15			
7	20 x 100	16	1.075200e+009	1.09	989.42	21	2.845720217644024e+001	16			
8	9 x 38	36	5.121792e+008	1.03	499.33	14	2.960543667875005e+003	15			
9	26 x 85	17	9.016800e+008	1.07	841.37	15	2.623968460874250e+003	16			
10	25 x 16	9	8.640000e+007	0.98	88.55	15	1.651291227698265e+003	16			
11	46 x 65	1	1.243840e+008	1.01	123.38	27	6.551161335845770e+002	16			
12	48 x 94	1	1.876992e+008	1.01	186.45	26	1.943435981130448e-006	16			
13	31 x 15	7	4.166400e+007	1.06	39.19	8	3.847124199949431e+010	15			
14	8 x 21	11	7.983360e+007	1.08	73.98	27	2.923540598672009e+006	15			
15	1 x 81	33	2.993760e+008	1.02	292.43	15	1.108997288134785e+003	16			
16	14 x 74	10	1.823360e+008	1.02	179.13	15	5.152160000000000e+005	16			
17	26 x 32	9	1.797120e+008	1.04	172.49	15	2.947368618589360e+001	16			
18	2 x 50	44	4.576000e+008	1.02	448.95	14	9.700646212337040e+002	16			
19	28 x 42	6	1.693440e+008	1.02	165.56	15	1.268230698051004e+001	15			

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

```

20 7 x 21 26 1.589952e+008 1.03 153.98 26 5.987713249475302e+002 16
21 1 x 6 2 2.400000e+008 1.00 240.11 20 5.009945671204667e+007 16
22 8 x 68 17 2.219520e+008 1.02 218.66 15 6.109968728263973e+000 16
23 7 x 53 11 4.244240e+008 1.00 425.82 14 4.850340602749970e+002 16
24 23 x 181 1 1.731808e+008 1.01 171.07 27 1.3000000000000000e+001 16

```

```

Maximum Rate 989.42
Average Rate 296.26
Geometric Mean 223.02
Harmonic Mean 168.43
Minimum Rate 39.19

```

Do Span 19

Overall

```

Part 1 weight 1
Part 2 weight 2
Part 3 weight 1

```

```

Maximum Rate 1079.51
Average Rate 309.46
Geometric Mean 234.12
Harmonic Mean 175.74
Minimum Rate 39.19

```

Do Span 167

L.L.N.L. 'C' KERNELS: MFLOPS P.C. VERSION 4.0

Optimisation Optimised

Calculating outer loop overhead

```

1000 times 0.00 seconds
10000 times 0.00 seconds
100000 times 0.00 seconds
1000000 times 0.01 seconds
10000000 times 0.08 seconds
20000000 times 0.18 seconds
40000000 times 0.37 seconds
Overhead for each loop 9.1818e-009 seconds

```

Calibrating part 1 of 3

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

Loop count 4 0.03 seconds
 Loop count 16 0.08 seconds
 Loop count 64 0.32 seconds

Loops 200 x 1 x Passes

Kernel	Floating Pt ops	No	Passes	E	No	Total	Secs.	MFLOPS	Span	Checksums	OK
1	7 x 144	5	1.009008e+009	0.95	1057.24	1001	5.114652693224671e+004	16			
2	67 x 186	4	9.670512e+008	1.02	947.23	101	1.539721811668384e+003	15			
3	9 x 68	2	2.450448e+008	1.00	244.12	1001	1.000742883066364e+001	15			
4	14 x 263	2	8.836800e+008	1.13	784.63	1001	5.999250595473891e-001	16			
5	10 x 49	2	1.960000e+008	1.02	192.01	1001	4.548871642387267e+003	16			
6	3 x 95	2	2.261760e+008	1.01	224.86	64	4.375116344729986e+003	16			
7	4 x 132	16	1.681152e+009	1.12	1496.15	995	6.104251075174761e+004	16			
8	10 x 101	36	1.439856e+009	1.05	1368.60	100	1.501268005625795e+005	15			
9	36 x 92	17	1.137341e+009	0.86	1315.89	101	1.189443609974981e+005	16			
10	34 x 12	9	7.417440e+007	1.09	67.83	101	7.310369784325296e+004	16			
11	11 x 58	1	1.276000e+008	1.02	124.69	1001	3.342910972650109e+007	16			
12	12 x 303	1	7.272000e+008	1.12	651.93	1000	2.907141294167248e-005	16			
13	36 x 12	7	3.870720e+007	1.02	37.98	64	1.202533961842804e+011	15			
14	2 x 23	11	1.013012e+008	1.03	98.38	1001	3.165553044000335e+009	15			
15	1 x 88	33	2.904000e+008	1.00	289.34	101	3.943816690352044e+004	15			
16	25 x 153	10	4.054500e+008	0.90	448.17	75	5.650760000000000e+005	16			
17	35 x 23	9	1.463490e+008	0.88	167.02	101	1.114641772902486e+003	16			
18	2 x 75	44	6.534000e+008	0.69	945.22	100	1.015727037502299e+005	15			
19	39 x 48	6	2.268864e+008	0.92	245.65	101	5.421816960147207e+002	16			
20	1 x 35	26	1.820000e+008	1.13	160.59	1000	3.040644339351238e+007	16			
21	1 x 12	2	3.030000e+008	0.63	481.36	101	1.597308280710200e+008	15			
22	11 x 62	17	2.341988e+008	1.02	230.12	101	2.938604376566698e+002	15			
23	8 x 69	11	6.011280e+008	1.01	594.32	100	3.549900501563624e+004	15			
24	5 x 307	1	3.070000e+008	1.05	292.28	1001	5.000000000000000e+002	16			

Maximum Rate 1496.15
 Average Rate 519.40
 Geometric Mean 343.23
 Harmonic Mean 209.55
 Minimum Rate 37.98

Do Span 471

Calibrating part 2 of 3

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

Loop count 8 0.03 seconds
 Loop count 32 0.10 seconds
 Loop count 128 0.34 seconds

Loops 200 x 2 x Passes

Kernel	Floating Pt ops	No	Passes	E	No	Total	Secs.	MFLOPS	Span	Checksums	OK
1	40 x 171	5	1.381680e+009	1.20	1153.53	101	5.253344778937972e+002	16			
2	40 x 154	4	9.560320e+008	0.99	961.83	101	1.539721811668384e+003	15			
3	53 x 57	2	2.440968e+008	1.02	240.19	101	1.009741436578952e+000	16			
4	70 x 147	2	4.939200e+008	0.98	506.47	101	5.999250595473891e-001	16			
5	55 x 44	2	1.936000e+008	0.99	194.97	101	4.589031939600982e+001	16			
6	7 x 78	2	2.096640e+008	1.02	206.32	32	8.631675645333210e+001	16			
7	22 x 104	16	1.478963e+009	0.99	1486.58	101	6.345586315784055e+002	16			
8	6 x 84	36	1.437005e+009	1.06	1358.64	100	1.501268005625795e+005	15			
9	21 x 103	17	1.485548e+009	1.13	1311.38	101	1.189443609974981e+005	16			
10	19 x 10	9	6.908400e+007	1.02	67.85	101	7.310369784325296e+004	16			
11	64 x 50	1	1.280000e+008	1.00	127.96	101	3.433560407475758e+004	16			
12	68 x 267	1	7.262400e+008	1.15	632.53	100	7.127569130821465e-006	16			
13	41 x 11	7	4.040960e+007	1.08	37.56	32	9.816387810944356e+010	15			
14	10 x 23	11	1.022120e+008	1.04	98.41	101	3.039983465145392e+007	15			
15	1 x 45	33	2.970000e+008	1.02	290.92	101	3.943816690352044e+004	15			
16	27 x 134	10	4.052160e+008	0.98	414.12	40	6.480410000000000e+005	16			
17	20 x 24	9	1.745280e+008	1.05	166.91	101	1.114641772902486e+003	16			
18	1 x 110	44	9.583200e+008	1.01	945.79	100	1.015727037502299e+005	15			
19	23 x 45	6	2.508840e+008	1.02	244.88	101	5.421816960147207e+002	16			
20	8 x 20	26	1.664000e+008	1.08	153.41	100	3.126205178815432e+004	16			
21	1 x 21	2	5.250000e+008	1.04	502.68	50	7.824524877232093e+007	16			
22	7 x 48	17	2.307648e+008	1.00	229.76	101	2.938604376566698e+002	15			
23	5 x 55	11	5.989500e+008	1.00	596.83	100	3.549900501563624e+004	15			
24	31 x 229	1	2.839600e+008	1.10	259.25	101	5.000000000000000e+001	16			

Maximum Rate 1486.58
 Average Rate 507.87
 Geometric Mean 334.05
 Harmonic Mean 206.03
 Minimum Rate 37.56

Do Span 90

Calibrating part 3 of 3

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

Loop count 32 0.03 seconds
 Loop count 128 0.08 seconds
 Loop count 512 0.29 seconds

Loops 200 x 8 x Passes

Kernel	Floating Pt ops	No	Passes	E	No	Total	Secs.	MFLOPS	Span	Checksums	OK
1	28 x 173	5	1.046304e+009	0.95	1097.83	27	3.855104502494961e+001	16			
2	46 x 258	4	8.355072e+008	1.09	763.64	15	3.953296986903060e+001	16			
3	37 x 73	2	2.333664e+008	1.01	230.01	27	2.699309089320672e-001	16			
4	38 x 111	2	2.024640e+008	1.02	197.83	27	5.999250595473891e-001	16			
5	40 x 63	2	2.096640e+008	1.02	206.56	27	3.182615248447483e+000	16			
6	21 x 91	2	1.467648e+008	1.02	143.93	8	1.120309393467088e+000	15			
7	20 x 154	16	1.655808e+009	1.19	1388.27	21	2.845720217644024e+001	16			
8	9 x 120	36	1.617408e+009	1.13	1434.19	14	2.960543667875005e+003	15			
9	26 x 131	17	1.389648e+009	0.97	1434.10	15	2.623968460874250e+003	16			
10	25 x 13	9	7.020000e+007	1.02	69.11	15	1.651291227698265e+003	16			
11	46 x 73	1	1.396928e+008	1.02	137.11	27	6.551161335845770e+002	16			
12	48 x 293	1	5.850624e+008	1.16	506.54	26	1.943435981130448e-006	16			
13	31 x 14	7	3.888640e+007	1.03	37.64	8	3.847124199949431e+010	15			
14	8 x 26	11	9.884160e+007	1.03	95.74	27	2.923540598672009e+006	15			
15	1 x 80	33	2.956800e+008	1.02	291.10	15	1.108997288134785e+003	16			
16	14 x 178	10	4.385920e+008	0.97	450.35	15	5.152160000000000e+005	16			
17	26 x 32	9	1.797120e+008	1.08	166.42	15	2.947368618589360e+001	16			
18	2 x 107	44	9.792640e+008	1.00	981.91	14	9.700646212337040e+002	16			
19	28 x 62	6	2.499840e+008	1.01	247.92	15	1.268230698051004e+001	15			
20	7 x 20	26	1.514240e+008	0.99	152.45	26	5.987713249475302e+002	16			
21	1 x 12	2	4.800000e+008	1.03	465.72	20	5.009945671204667e+007	16			
22	8 x 71	17	2.317440e+008	1.01	229.21	15	6.109968728263973e+000	16			
23	7 x 82	11	6.566560e+008	0.99	660.65	14	4.850340602749970e+002	16			
24	23 x 231	1	2.210208e+008	1.05	210.97	27	1.300000000000000e+001	16			

Maximum Rate 1434.19
 Average Rate 483.30
 Geometric Mean 311.08
 Harmonic Mean 196.21
 Minimum Rate 37.64

Do Span 19

Overall

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

Part 1 weight 1
 Part 2 weight 2
 Part 3 weight 1

Maximum Rate 1496.15
 Average Rate 504.61
 Geometric Mean 330.38
 Harmonic Mean 204.33
 Minimum Rate 37.56

Do Span 167

Single Precision C/C++ Whetstone Benchmark Non-optimised

Calibrate

0.02 Seconds 1 Passes (x 100)
 0.09 Seconds 5 Passes (x 100)
 0.44 Seconds 25 Passes (x 100)

Use 565 passes (x 100)

Single Precision C/C++ Whetstone Benchmark Non-optimised

Loop content	Result	MFLOPS	MOPS	Seconds
N1 floating point	-1.12475025653839100	304.948		0.036
N2 floating point	-1.12274754047393800	213.961		0.355
N3 if then else	1.00000000000000000		738.260	0.079
N4 fixed point	12.00000000000000000		616.503	0.289
N5 sin,cos etc.	0.49904659390449520		35.022	1.342
N6 floating point	0.99999988079071040	63.861		4.772
N7 assignments	3.00000000000000000		43.216	2.416
N8 exp,sqrt etc.	0.75110864639282230		17.776	1.182
MWIPS		539.569	10.471	

Single Precision C/C++ Whetstone Benchmark Optimised

Calibrate

0.01 Seconds 1 Passes (x 100)
 0.04 Seconds 5 Passes (x 100)

EK-3 (Devam) Benchnt testleri çıktısı

0.20 Seconds 25 Passes (x 100)

Use 1244 passes (x 100)

Single Precision C/C++ Whetstone Benchmark Optimised

Loop content	Result	MFLOPS	MOPS	Seconds
N1 floating point	-1.12475025653839100	350.773		0.068
N2 floating point	-1.12274754047393800	293.846		0.569
N3 if then else	1.00000000000000000		243.896	0.528
N4 fixed point	12.00000000000000000		976.744	0.401
N5 sin,cos etc.	0.49904659390449520		43.742	2.366
N6 floating point	0.99999988079071040	173.104		3.876
N7 assignments	3.00000000000000000		335.023	0.686
N8 exp,sqrt etc.	0.75110864639282230		21.207	2.182
MWIPS		1165.110	10.677	

Double Precision C/C++ Whetstone Benchmark Optimised

Calibrate

0.01 Seconds 1 Passes (x 100)
 0.04 Seconds 5 Passes (x 100)
 0.20 Seconds 25 Passes (x 100)
 0.98 Seconds 125 Passes (x 100)

Use 1270 passes (x 100)

Double Precision C/C++ Whetstone Benchmark Optimised

Loop content	Result	MFLOPS	MOPS	Seconds
N1 floating point	-1.12398255667391900	350.750		0.070
N2 floating point	-1.12187079889284400	278.572		0.613
N3 if then else	1.00000000000000000		242.480	0.542
N4 fixed point	12.00000000000000000		977.694	0.409
N5 sin,cos etc.	0.49902937281515140		51.373	2.057
N6 floating point	0.99999987890802820	173.045		3.959
N7 assignments	3.00000000000000000		334.116	0.702
N8 exp,sqrt etc.	0.75100163018457870		21.096	2.239
MWIPS		1199.138	10.591	

EK-4 SSE3DNow testi çıktısı

SSE, SSE2 and 3DNow Memory Reading Speed Test Version 1.0

Copyright (C) Roy Longbottom 2002

0.100 seconds per test, Start Sat Dec 02 19:11:43 2006

MB/S is read speed. Multiply second set by 1.5 for read/write speed

Memory	s=s+x[m]*y[m]				x[m]=x[m]+y[m]			
KBytes	SSE2	SSE	3DNow	Sngl	SSE2	SSE	3DNow	Sngl
Used	MB/S	MB/S	MB/S	MB/S	MB/S	MB/S	MB/S	MB/S
4	19486	19731	0	6899	23480	23161	0	3202
8	19925	19902	0	6836	23479	23156	0	3639
16	19751	19760	0	6621	22989	23163	0	3524
32	18986	18929	0	5460	14916	14867	0	3407
64	19265	18788	0	5479	14587	14576	0	3421
128	19092	15985	0	5489	14662	14748	0	3435
256	17139	17115	0	5293	14621	14744	0	2881
512	16374	16371	0	5164	14550	14681	0	3372
1024	13273	12952	0	4892	11348	11650	0	3188
2048	3702	3715	0	2897	2291	2287	0	2243
4096	3664	3660	0	3385	2255	2249	0	2178
8192	3831	3819	0	3460	2277	2286	0	2218
16384	3847	3848	0	3477	2314	2313	0	1915
32768	3818	3796	0	3459	2272	2310	0	2214
65536	3836	3805	0	3527	2323	2322	0	1916
131072	3810	3840	0	3461	2332	2023	0	2279
262144	3853	3850	0	3484	2351	2347	0	2287

	SSE2	SSE	3DNow	Norm	SSE2	SSE	3DNow	Norm
Maximum	DP	SP	SP	SP	DP	SP	SP	SP
MFLOPS	2491	4976	0	1725	1468	2895	0	455

End of test Sat Dec 02 19:12:06 2006

Windows NT Version 5.1, build 2600, Service Pack 2

Has SSE OS Support, Has SSE2 OS Support,

CPU GenuineIntel, Features Code BFEBFBFF, Model Code 00000F41, 3416 MHz

Has MMX, Has SSE, Has SSE2, No 3DNow,

From GlobalMemoryStatus: Size 1048044 KB, Free 747972 KB, at end 490544 KB

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Güler, Gülden
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 19.05.1975 Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 4396748
Faks : 0 (312) 2873568
e-mail : guldengorgulu@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Hacettepe Üniversitesi Fizik Müh. Bölümü	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2000-2003	GATA BKMM	Biyomedikal Mühendisi
2003-.....	Havelsan A.Ş.	Sistem ve Test Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Tenis, Yüzme, Gitar