

# Açık Kaynak Kodlu ve Özgür Matematik Yazılımı SAGE

Hamdi Murat Yıldırım

Bilgisayar Teknolojisi ve Bilişim Sistemleri  
Bölümü, Bilkent Üniversitesi

[hmurat@bilkent.edu.tr](mailto:hmurat@bilkent.edu.tr)

**Akademik Bilişim 2009,**  
**Harran Üniversitesi, Şanlıurfa**

**11/02/2009**

# İçerik

- SAGE Nedir? Neden SAGE?
- SAGE'nin Yapısı ve Özellikleri
- Çalışan Örnekler (Canlı gösterim)
- SAGE'nin Üniversitelerde Kullanımına Dair Öneriler

# SAGE Nedir? Neden SAGE?

- SAGE (**S**oftware for **A**lgebra and **G**eometry **E**xperimentation) lisans: GNU Genel Kamu Lisansı (GPL)
- **SAGE**, çoğu GPL lisanslı birçok
  - özgür ve açık kod kaynaklı yazılım paketleri (**GMP**, **Python**, **Common Lisp**, **Bzip2**, **FreeType**, **MoinMoin Wiki** v.b.)
  - matematik yazılımları (**Maxima**, **GAP**, **Singular**, **NTL**, **PARI/GP** v.b. ) bir şemsiye altında toplayan bir matematik yazılımıdır.
- **Matlab**, **Mathematica**, **Maple** ve **Magma** gibi ticari matematiksel yazılımlar için özgür ve açık kod kaynaklı bir alternatiftir.

# SAGE Nedir?

- Proje başlangıcı: Ocak 2005 ve ilk sürümü 24 Şubat 2005 (SAGE'nin en yeni sürümü 3.2.3, Ocak 2009)
- Lider geliştiricisi William Stein (Doçent, matematikçi, Washington Üniversitesi, temel ilgi alanı sayılar teorisi, bilgisayar bilimi bölümünden lisans dereceli)
- Başlarda SAGE'nin geliştirilmesi için öğrencileri istihdam etmiştir.
- SAGE nin geliştirmesi tüm dünyadan gönüllü çalışmalarla, bağış ve hibelerle desteklenmektedir.
- 2007 yılı özgür yazılım için bir uluslararası yarışması *Les Trophées Du Libre*'nin **bilimsel yazılım bölümünü birincisi**

# SAGE Nedir?

Tablo 1: SAGE'nin desteklediği bazı alanlar ve beraberinde gelen ilgili araçlar ve yazılımlar

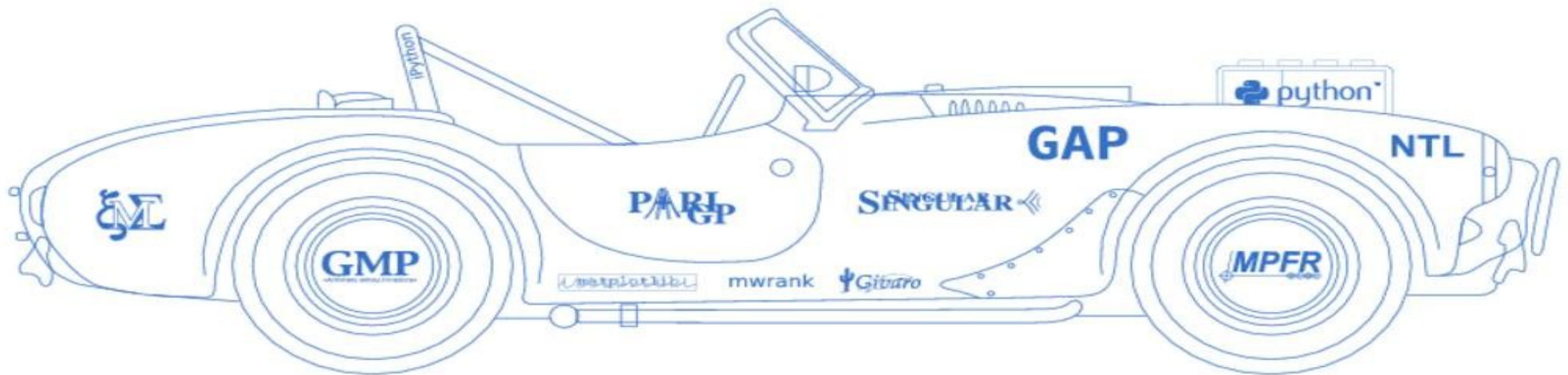
Aritmetik	GMP, MPFR, <u>Givaro</u> , MPFI
Değişmeli Cebir	PolyBoRi, SINGULAR ( <u>libSINGULAR</u> )
Lineer Cebir	<u>LinBox</u> , M4RI, IML, <u>fpLLL</u>
<u>Kriptosistemler</u>	<u>GnuTLS</u> , <u>PyCrypto</u>
Tam Sayıyı Çarpanlarına Ayırma	<u>FlintQS</u> , ECM
Grup Teorisi	GAP
Kombinasyon Hesabı	<u>Symmetrica</u> , <u>sage-combinat</u>
Grafik Teorisi	<u>NetworkX</u>
Sayılar Teorisi	PARI, NTL, <u>Flint</u> , <u>mwrnk</u> , <u>eclib</u>
Sayısal Hesaplama	GSL, <u>Numpy</u> , <u>Scipy</u> , ATLAS
<u>Kalkülüs</u> (hesap), Sembolik Hesaplama	<u>Maxima</u> , <u>Sympy</u> , <u>Pynac</u>
İstatistik	R, <u>Scipy.stats</u>
Kullanıcı Arayüzü	<u>Sage Notebook</u> , <u>jsmath</u> , <u>Moin wiki</u> , <u>Ipython</u>
Grafikler	<u>Matplotlib</u> , <u>Tachyon</u> , <u>libgd</u> , <u>Jmol</u>
Ağ oluşturma	<u>Twisted</u>
Veritabanları	ZODB, <u>SQLite</u> , <u>SQLAlchemy</u> , Python <u>pickle</u>
Programlama Dili	Python, <u>Cython</u> (derlenmiş)

# SAGE Nedir?

<http://modular.math.washington.edu/sage>

# SAGE

Building »The Car«



»Every free computer algebra system I've tried has reinvented many times the wheel without being able to build the car.«

# Neden SAGE?

- SAGE nin **kurumu** oldukça **kolay**dır: birçok platform (Microsoft Windows, Linux ve Apple Mac OS X) için kaynak koddan ve ikili sürümleri mevcuttur.
- SAGE **çok iyi belgelendirme**ye sahiptir
- **SAGE kurmakla**, bir **şemsiye** altında topladığı (çoğu GPL altında) **araçlar ve en iyi özgür, açık kod kaynaklı matematiksel yazılımlar da ek çaba gerektirmeden kurulmaktadır.**

# Neden SAGE?

- Üniversitelerde SAGE yi kullanarak verilen Kalkülüs, Lineer Cebir ve Soyut Cebir gibi alanlarda dersler bulunmaktadır.
- Matematik eğitiminde (Üniversite ve Liselerde) rahatlıkla ve kolayca kullanılabilir.
- Çünkü etkileşimli (interact) modu sayesinde hesapları etkileşimli ve basamak basamak sunmak mümkün.

# SAGE'nin Yapısı ve Özellikleri

- Bu araçlar ve yazılımlar,
  - **SAGE nin güçlü komut satırı yanısıra,**
  - **Grafik kullanıcı arayüzü **SAGE Notebook** ile web tarayıcısı üzerinden kullanılabilir.**
  - **Her iki arayüz üzerinde komutlar hakkında kolaylıkla yardım alınabilir ve kodlara ulaşılabilir.**
  - **Çevrim içi deneme: [www.sagenb.org](http://www.sagenb.org)**
  - Komut satırından **notebook()** komudu ile başlatılır.

# SAGE'nin Yapısı ve Özellikleri

- **SAGE Notebook**

- en iyi özgür, açık kod kaynaklı ve de ticari matematiksel yazılımların web tarayıcısı üzerinden rahat ve etkili kullanımını sağlar.
- Kullanıcılar Notebook üzerinde geliştirilen çalışmalarını işlem tablosu (worksheet) üzerinden koruyabilir ve paylaşabilirler.
- 2B grafik ve 3B etkileşimli grafik çizimi
- **LaTeX** karakter dizimini destekler (**jsmath** sayesinde). Bilimsel makalelere matematiksel sembollerin aktarımı kolaylaştırır.

# SAGE'nin Yapısı ve Özellikleri

- **SAGE ile etkileşimin** başrol oyuncusu: **Python** ve **Ipython** (geliştirilmiş etkileşimli Python kabuk ve etkileşimli paralel hesaplama için bir mimari)
- SAGE (diğer matematik yazılımlarından farklı) ile çalışmak için kullanılan programlama dili **Python**,
  - güçlü ve modern bir nesne yönelimli,
  - yorumlanabilen, birimsel (modüler) ve etkileşimli bir programlama dilidir
  - yeni veri çeşitleri tanımlamak kolaydır.
  - girintilere dayalı ve son derece kolay okunabilir sözdizimi, dilin öğrenilmesini ve akılda kalmasını kolaylaştırır.
  - Birçok standart kütüphane (istatistik, matematik, fizik, biyoenformatik, 3 boyutlu grafik, ağ, veritabanı, kriptografi ve diğer bir çok uygulama alanlar için) mevcuttur.

# SAGE'nin Yapısı ve Özellikleri

- **SAGE** üzerinde koşturulan bazı işlemler,
  - arayüz sayesinde yazılımları ve kütüphaneleri otomatik olarak kullanır.
  - bazılarında ise kullanıcıdan açık olarak hangisinin kullanıcılığını belirtebilir.
  - Her bir kütüphane için değişkenlerin durumu bağımsızdır ve kütüphaneler arasında nesnelerin transferi genellikle dizilere dönüşümle sağlanır.
- SAGE ile kullanıcılar için paylaşım ve birlikte çalışma olanağı veren wiki yazılımı **Moin Moin Wiki** gelmektedir. Örnek kullanım (SAGE hakkında paylaşımlar) <http://wiki.sagemath.org/>
  - Komut satırından **wiki()** komudu ile başlatılır.

# SAGE Çalışan örnekler (Canlı gösterim)

- <http://www.sagenb.org> üzerinden kayıt olup, ücretsiz bir hesap edindikten sonra ORNEK-1, ORNEK-2, ORNEK-3 ve CYTHON anahtar kelimeleri ile arama yapıp örnek işlem tablolarına (ORNEK-1.sws, ORNEK-2.sws, ORNEK-3.sws ve CYTHON.sws) ulaşılabilir.
- Bu işlem tablolarının adresleri (sisteminizde SAGE kurulu ise):

<http://www.sagenb.org/home/pub/259/download/ORNEK-1.sws>

<http://www.sagenb.org/home/pub/260/download/ORNEK-2.sws>

<http://www.sagenb.org/home/pub/261/download/ORNEK-3.sws>

<http://www.sagenb.org/home/pub/262/download/CYTHON.sws>

- Bu işlem tablolarının her biri (sırayla) her hücrenin üzerinde “Shift + Enter” tuşlarına birlikte basarak çalıştırılabilir.

veya Notebook arayüzünün “Action” menüsünden “Evaluate All” seçeneği seçilebilir.

# SAGE Çalışan örnekler (Canlı gösterim)

- Hücre (cell) üzerinde çalışırken “`fac`” ile başlayan komutların listesini almak için `fac` yazdıktan sonra tab tuşuna basılabilir ve sonrası istenilen komut seçilir.
- **Örnek** (Komut hakkında yardım almak)

`factorial?`

veya

`factorial??`

komutlarından sonra “Shift + Enter” tuşlarına basılır. İkincisi daha detaylı yardım verir.

# SAGE'nin Üniversitelerde Kullanımına Dair Öneriler

- SAGE var olan birçok özgür ve açık kod kaynaklı yazılımı bünyesinde toplayarak bunlara çok iyi arayüz sağlayan ve kullanımları oldukça kolay kılan bir yazılımdır.
- Örneğine çokta rastlanamayacak türden başarılı, destek görmekte ve gelecek vadetmektedir.
- Web üzerinde bir çok belgeye ulaşıyor ve kolaylıkla görüntülenebiliyor.
- SAGE sayesinde bu kolaylığı etkileşim bir yapı altında Matematiksel işlemleri içinde yapar, yayınlar, sonuçları görsel yorumlar ve dersler verebilir hale gelindi.
- **SAGE'nin kullanıcısının artması ve yaygın olarak Türkiye'de kullanılması sağlamanın yolu Üniversitelerden geçiyor.**

# SAGE'nin Üniversitelerde Kullanımına Dair Öneriler

- Bu rüzgarın Üniversitelerimizde esmesine imkan sağlamalıdır.
- Bunun ilk basamağı Kalkülüs, Lineer Cebir ve Türevsel Denklemler gibi derslerinde SAGE matematiksel yazılımına yer vermektir.
- İkinci basamağı ise gerek Üniversitelerde gerek sanayideki araştırma-geliştirme ortamlarında kullanımını arttırmaktan geçmektedir.
- Bunun içinde SAGE Üniversite veya kurumlarda merkezi bir bilgisayar sistemi üzerine kurulabilir.

# SAGE'nin Üniversitelerde Kullanımına Dair Öneriler

- Böylesi bir sistem hem merkezi bir hesaplama gücünün çok kişi tarafından paylaşılması adına hem de kullanıcıların çalışmalarını yani işlem tabloları (worksheets) paylaşabilmesi adına önemlidir.
- Bu paylaşım SAGE ile birlikte gelen **Moin Moin wiki** yazılımı üzerinden yapılabilir. Ayrıca paylaşılan işlem tabloları (worksheets) için RSS beslemeler oluşturulabilir (SAGE yazılımının henüz böyle bir desteği -**Moin Moin Wiki** ile **Notebook** arasında- yoktur).
- Ek olarak SAGE belgeleri Türkçe'ye çevrilebilir.
- Buna paralel olarak Türkiye'den SAGE yazılımı geliştirilmesine katkıda bulunacak araştırmacılarımız çıkabilir.

# SAGE'nin Üniversitelerde Kullanımına Dair Öneriler

- Araştırmalarında yüksek hesaplama gücüne ihtiyaç duyacaklar için SAGE yazılımının paralel ve dağıtık hesaplama yetenekleri kullanılabilir (**SAGE'nin Cython, paralel ve dağıtık hesaplama desteği** çerçevesinde).
  - Bunun için değişik bilgisayar kümesi (örneğin bilgisayar laboratuvarlarının kullanımı) inşa yöntemleri/yazılımları mevcuttur:
    - OSCAR (açık kod küme uygulama kaynakları) : <http://svn.oscar.openclustergroup.org/trac/oscar>
    - LinuxPMI Projesi (Devam etmeyen Openmosix projesinin devamı): <http://linuxpmi.org/trac>
    - Sanal Makine Bilgisayar Kümesi : [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_cluster\\_in\\_virtual\\_machines](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_cluster_in_virtual_machines)
- NOT:** Bu yöntemlerin SAGE ile kullanımı üzerine çalışmalar devam ediyor, detaylarına bildiride yer verilecektir.

# SAGE'nin Yapısı ve Özellikleri

- Cython dili Python diline oldukça benzer.
- Cython yardımıyla C fonksiyonları çağrılabilir ve C veri tipleri tanımlanabilir.
- C dili ile yazılmış modülleri Cython yardımıyla SAGE'de kullanılmaktadır.
- Böylece hızlı olan C modülleri sayesinde Python kodunun çalışması hızlandırılabilir.

# SAGE'nin Yapısı ve Özellikleri

- Paralel ve dağıtık hesaplamalar için “@parallel decorator” sayesinde kolayca ve güvenli bir şekilde yapılmaktadır. Örnek:

```
sage: ls = [2^n-1 for n in [190..210]]
sage: time v = [ factor(x) for x in ls ]
[127 * 5209 * 62497 * ..., 3 * 104124649 * 745988807 * ...]
Time: CPU 9.32 s, Wall: 9.32 s
```

```
sage: @parallel(6)
sage: def f_para(n):
...     return factor(n)
sage: time v = list(f_para(ls))
Time: CPU 0.04 s, Wall: 2.95 s # 2.95s = longest factorization
```

# Kaynakça

- [1] SAGE Matematik Yazılımı, <http://www.sagemath.org/>
- [2] William Stein kişisel web sayfası,  
<http://modular.math.washington.edu/>
- [3] SAGE'in en iyi özgür bilimsel yazılım ödülü hakkında,  
<http://www.sciencedaily.com/releases/2007/12/071206145213.htm>
- [4] Python programlama dili (Özgür ansiklopedi Wikipedia girdisi)  
[http://tr.wikipedia.org/wiki/Python\\_\(programlama\\_dili\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Python_(programlama_dili))
- [5] SAGE indirme web sayfası,  
<http://www.sagemath.org/download.html>
- [6] SAGE (Özgür ansiklopedi Wikipedia girdisi),  
[http://en.wikipedia.org/wiki/SAGE\\_\(computer\\_algebra\\_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/SAGE_(computer_algebra_system))
- [7] SAGE Günleri 12, <http://wiki.sagemath.org/days12>