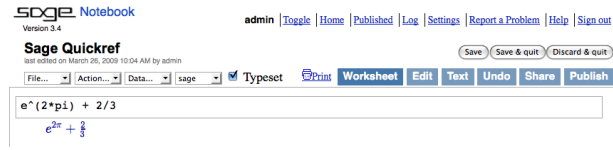


## Kısa Sage Kılavuzu

William Stein (P. Jipsen'in çalışmasını temel olarak)  
GNU Özgür Belge Lisansı, Dileğinize göre geliştirin

### Defter



Kutuyu hesapla: <shift-enter>

Kutuyu hesapla ve yeni bir kutu yarat: <alt-enter>

Kutuyu ikiye böl: <control-;/>

Kutuları birleştir: <control-backspace>

Hesap kutusu yarat: Kutular arasındaki mavi çizgiye tıkla

Metin/HTML kutusu yarat: Mavi çizgiye shift'le tıkla

Kutuyu sil: Kutu içeriğini sil, daha sonra backspace'e bas

### Komut Satırı

`kom<tab>` `komut`'u tamamla

`*bar*`? "bar" ile başlayan tüm komutları listeler

`komut?(tab)` yardım belgelerini gösterir

`komut??(tab)` kaynak kodunu gösterir

`a.(tab)` `a` nesnesinin yöntemlerini sıralar (bkz: `dir(a)`)

`a._(tab)` `a` nesnesinin saklı yöntemlerini sıralar

`search_doc("arama sözcüğü/s*c?ü?")` yardım içinde ara

`search_src("arama sözcüğü/s*c?ü?")` kaynak kodu ara

`_` bir önceki hesabın sonucu

### Sayılar

Tamsayılar:  $\mathbf{Z} = \mathbb{Z}$  Örn. -2 -1 0 1  $10^{100}$

Kesir Sayılar:  $\mathbf{Q} = \mathbb{Q}$  Örn. 1/2 1/1000 314/100 -2/1

Gerçeller:  $\mathbf{R} \approx \mathbb{R}$  Örn. .5 0.001 3.14 1.23e10000

Karmaşıklar:  $\mathbf{C} \approx \mathbb{C}$  Örn.  $\mathbb{C}(1,1)$   $\mathbb{C}(2.5,-3)$

Yaklaşık: RDF and CDF Örn. CDF(2.1,3)

Mod  $n$ :  $\mathbf{Z}/n\mathbf{Z} = \mathbb{Z}_{\text{mod}}$  Örn. Mod(2,3)  $\mathbb{Z}_{\text{mod}}(3)(2)$

Sonlu cisimler:  $\mathbf{F}_q = \mathbb{GF}$  Örn. GF(3)(2) GF(9,"a").0

Polinomlar:  $R[x,y]$  Örn. S.<x,y>=QQ[]  $x+2*y^3$

Seriler:  $R[[t]]$  Örn. S.<t>=QQ[]  $1/2+2*t+0(t^2)$

$p$ -adik sayılar:  $\mathbf{Z}_p \approx \mathbb{Z}_p$ ,  $\mathbf{Q}_p \approx \mathbb{Q}_p$  Örn.  $2+3*5+0(5^2)$

Cebirsel kapanış:  $\overline{\mathbf{Q}} = \mathbb{QQbar}$  Örn.  $\mathbb{QQbar}(2^{(1/5)})$

Aralıklar: RIF Örn. sage: RIF((1,1.00001))

Sayı Cismi:  $\mathbf{R}.<x> = \mathbb{QQ}[]$ ;  $\mathbf{K}.<a> = \text{NumberField}(x^3+x+1)$

### Aritmetik

$ab = \mathbf{a*b}$   $\frac{a}{b} = \mathbf{a/b}$   $a^b = \mathbf{a^b}$   $\sqrt{x} = \mathbf{sqrt(x)}$

$\sqrt[n]{x} = \mathbf{x^(1/n)}$   $|x| = \mathbf{abs(x)}$   $\log_b(x) = \mathbf{log(x,b)}$

Toplam:  $\sum_{i=k}^n f(i) = \mathbf{sum(f(i) for i in (k..n))}$

Çarpım:  $\prod_{i=k}^n f(i) = \mathbf{prod(f(i) for i in (k..n))}$

### Sabitler ve Fonksiyonlar

Sabitler:  $\pi = \mathbf{pi}$   $e = \mathbf{e}$   $i = \mathbf{i}$   $\infty = \mathbf{oo}$

$\phi = \mathbf{golden\_ratio}$   $\gamma = \mathbf{euler\_gamma}$

Yaklaşık:  $\mathbf{pi.n(digits=18)} = 3.14159265358979324$

Fonksiyonlar: `sin cos tanh log ln exp ...`

Python Fonksiyonu: `def f(x): return x^2`

### Etkileşimli Fonksiyonlar

Fonksiyon tanımından önce `@interact` yazın (değişkenler bir menüyle yönetilir)

`@interact`

```
def f(n=[0..4], s=(1..5), c=Color("red")):  
    var("x");show(plot(sin(n*x^s),-pi,pi,color=c))
```

### Simgesel İfadeler

Yeni simgesel değişkenler tanımla: `var("t u v y z")`

Simgesel fonksiyonlar: Örn.  $f(x) = x^2$   $f(x)=x^2$

Karşılaştırmalar: `f==g` `f<=g` `f>=g` `f<g` `f>g`

$f = g$  denklemini çöz: `solve(f(x)==g(x), x)`

`solve([f(x,y)==0, g(x,y)==0], x,y)`

`factor(...)` `expand(...)` `(...).simplify...`

`find_root(f(x), a, b)`  $x \in [a,b]$  için  $f(x) \approx 0$ 'i çöz.

### Calculus

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \mathbf{limit(f(x), x=a)}$

$\frac{d}{dx}(f(x)) = \mathbf{diff(f(x),x)}$

$\frac{\partial}{\partial x}(f(x,y)) = \mathbf{diff(f(x,y),x)}$

`diff = differentiate = derivative`

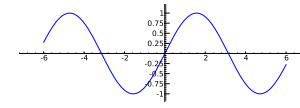
$\int f(x)dx = \mathbf{integral(f(x),x)}$

$\int_a^b f(x)dx = \mathbf{integral(f(x),x,a,b)}$

$\int_a^b f(x)dx \approx \mathbf{numerical\_integral(f(x),a,b)}$

$a$  civarında  $n$ .inci Taylor Polinomu: `taylor(f(x),x,a,n)`

### 2 Boyutlu Grafikler



`line([(x1,y1),...,(xn,yn)],seçenekler)`

`polygon([(x1,y1),...,(xn,yn)],seçenekler)`

`circle((x,y),r,seçenekler)`

`text("yazı", (x,y),seçenekler)`

`seçenekler \in plot.options`, Örn. `thickness=piksel`,  
`rgbcolor=(r,g,b)`, `hue=h` (burada  $0 \leq r, b, g, h \leq 1$ )

`show(grafik, seçenekler)`

`figsize=[genişlik,yükseklik]` boyutları ayarlar

`aspect_ratio=sayn` aspect ratio'yu ayarlar

`plot(f(x), (x, x, xen büyük), seçenekler)`

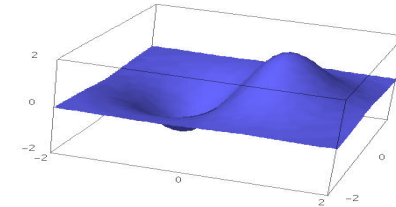
`parametric_plot((f(t),g(t)), (t, tilk, tson), seçenekler)`

`polar_plot(f(t), (t, tilk, tson), seçenekler)`

birleştir: `circle((1,1),1)+line([(0,0),(2,2)])`

`animate(grafik listesi, seçenekler).show(delay=20)`

### 3 Boyutlu Grafikler



`line3d([(x1,y1,z1),...,(xn,yn,zn)], seçenekler)`

`sphere((x,y,z),r, seçenekler)`

`text3d("txt", (x,y,z), seçenekler)`

`tetrahedron((x,y,z),boyut, seçenekler)`

`cube((x,y,z),boyut, seçenekler)`

`octahedron((x,y,z),boyut, seçenekler)`

`dodecahedron((x,y,z),boyut, seçenekler)`

`icosahedron((x,y,z),boyut, seçenekler)`

`plot3d(f(x,y), (x, xb, xe), (y, yb, ye), seçenekler)`

`parametric_plot3d((f,g,h), (t, tb, te), seçenekler)`

`parametric_plot3d((f(u,v),g(u,v),h(u,v)),  
(u, ub, ue), (v, vb, ve), seçenekler)`

`seçenekler: aspect_ratio=[1,1,1], color="red"`

`opacity=0.5, figsize=6, viewer="tachyon"`

## Ayrık Matematik

$\lfloor x \rfloor = \text{floor}(x)$     $\lceil x \rceil = \text{ceil}(x)$

$n$ 'in  $k$  ile bölümünden kalan =  $n\%k$     $k|n \Leftrightarrow n\%k=0$

$n! = \text{factorial}(n)$     $\binom{x}{m} = \text{binomial}(x,m)$

$\phi(n) = \text{euler\_phi}(n)$

Karakter dizileri: Örn.  $s = \text{"Hello"} = \text{"He"} + \text{"llo"}$

$s[0]=\text{"H"} \quad s[-1]=\text{"o"} \quad s[1:3]=\text{"el"} \quad s[3:]=\text{"lo"}$

Listeler: Örn.  $[1, \text{"Hello"}, x] = [] + [1, \text{"Hello"}] + [x]$

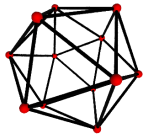
Python destesi: Örn.  $(1, \text{"Hello"}, x)$  (değiştirilemez)

Kümeler:  $\{1, 2, 1, a\} = \text{Set}([1, 2, 1, \text{"a"}]) (= \{1, 2, a\})$

Liste tanımları  $\approx$  küme tanımları, Örn.

$\{f(x) : x \in X, x > 0\} = \text{Set}([f(x) \text{ for } x \text{ in } X \text{ if } x > 0])$

## Çizge Kuramı



Çizge:  $G = \text{Graph}(\{0:[1,2,3], 2:[4]\})$

Yönlü Çizge:  $\text{DiGraph}(sözlük)$

Çizge örnekleri:  $\text{graphs.}(\text{tab})$

Özellikler:  $G.\text{chromatic\_polynomial}(), G.\text{is\_planar}()$

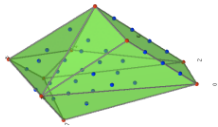
Yollar:  $G.\text{shortest\_path}()$

Görüntüle:  $G.\text{plot}(), G.\text{plot3d}()$

Otomorfizmalar:  $G.\text{automorphism\_group}(),$

$G1.\text{is\_isomorphic}(G2), G1.\text{is\_subgraph}(G2)$

## Kombinatorik



Tamsayı dizileri:  $\text{sloane\_find}(dizi), \text{sloane.}(\text{tab})$

Parçalamaşlar:  $P=\text{Partitions}(n) \quad P.\text{count}()$

Bileşimler:  $C=\text{Combinations}(liste) \quad C.\text{list}()$

Kartezyen çarpım:  $\text{CartesianProduct}(P,C)$

Young Tablosu:  $\text{Tableau}([[1,2,3], [4,5]])$

Sözcükler:  $W=\text{Words}(\text{"abc"}); W(\text{"aabca"})$

Sıralı Kümeler:  $\text{Poset}([1,2], [4], [3], [4], [])$

Kök sistemleri:  $\text{RootSystem}(\text{"A"}, 3)$

Kristal:  $\text{CrystalOfTableaux}(\text{"A"}, 3, \text{shape}=[3,2])$

Çokyüzlü Kafesler:  $A=\text{random\_matrix}(\text{ZZ}, 3, 6, x=7)$

$L=\text{LatticePolytope}(A) \quad L.\text{npoints}() \quad L.\text{plot3d}()$

## Matris cebri

$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = \text{vector}([1,2])$

$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} = \text{matrix}(\text{QQ}, [[1,2], [3,4]], \text{sparse=False})$

$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} = \text{matrix}(\text{QQ}, 2, 3, [1,2,3, 4,5,6])$

$\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{vmatrix} = \text{det}(\text{matrix}(\text{QQ}, [[1,2], [3,4]]))$

$Av = A*v \quad A^{-1} = A^{-1} \quad A^t = A.\text{transpose}()$

$Ax = v$ 'i çöz:  $A \setminus v$  veya  $A.\text{solve\_right}(v)$

$xA = v$ 'i çöz:  $A.\text{solve\_left}(v)$

Satır indirgenmiş merdiven formu:  $A.\text{echelon\_form}()$

Görüntü ve çekirdik boyutu:  $A.\text{rank}() \quad A.\text{nullity}()$

Hessenberg formu:  $A.\text{hessenberg\_form}()$

Karakteristik polinom:  $A.\text{charpoly}()$

Özdeğerler:  $A.\text{eigenvalues}()$

Özvektörler:  $A.\text{eigenvectors\_right}()$  (ya da left)

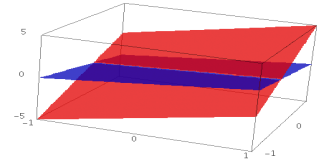
Gram-Schmidt:  $A.\text{gram\_schmidt}()$

Görüntüle:  $A.\text{plot}()$

LLL:  $\text{matrix}(\text{ZZ}, \dots).\text{LLL}()$

Hermite formu:  $\text{matrix}(\text{ZZ}, \dots).\text{hermite\_form}()$

## Doğrusal cebir



Doğrusal uzay  $K^n = K^n$  Örn.  $\text{QQ}^3 \quad \text{RR}^2 \quad \text{CC}^4$

Altuzay:  $\text{span}(\text{vektörler}, \text{cisim})$

Örn.,  $\text{span}([[1,2,3], [2,3,5]], \text{QQ})$

Çekirdek:  $A.\text{right\_kernel}()$  (veya left)

Toplam ve kesişim:  $V + W$  and  $V.\text{intersection}(W)$

Taban:  $V.\text{basis}()$

Taban matrisi:  $V.\text{basis\_matrix}()$

Bir matrisi bir altuzaya kısıtla:  $A.\text{restrict}(V)$

Bir vektörün tabana göre ifadesi:  $V.\text{coordinates}(\text{vektör})$

## Sayısal Matematik

Paketler:  $\text{import numpy, scipy, cvxopt}$

Minimizasyon:  $\text{var}(\text{"x y z"})$

$\text{minimize}(x^2+x*y^3+(1-z)^2-1, [1,1,1])$

## Sayı kuramı

Asallar:  $\text{prime\_range}(n,m), \text{is\_prime}, \text{next\_prime}$

Çarpanlar:  $\text{factor}(n), \text{qsieve}(n), \text{ecm.factor}(n)$

Kronecker sembolü:  $\left(\frac{a}{b}\right) = \text{kronecker\_symbol}(a,b)$

Sürekli kesirler:  $\text{continued\_fraction}(x)$

Bernoulli sayıları:  $\text{bernoulli}(n), \text{bernoulli\_mod\_p}(p)$

Eliptik Eğriler:  $\text{EllipticCurve}([a_1, a_2, a_3, a_4, a_6])$

Dirichlet karakterleri:  $\text{DirichletGroup}(N)$

Modüler formlar:  $\text{ModularForms}(\text{düzey}, \text{ağırlık})$

Mod. simgeler:  $\text{ModularSymbols}(\text{düzey}, \text{ağırlık}, \text{işaret})$

Brandt modülleri:  $\text{BrandtModule}(\text{düzey}, \text{ağırlık})$

Modüler abelyen varyeteler:  $J_0(N), J_1(N)$

## Grup Kuramı

$G = \text{PermutationGroup}([(1,2,3), (4,5)], [(3,4)])$

$\text{SymmetricGroup}(n), \text{AlternatingGroup}(n)$

Abelyen gruplar:  $\text{AbelianGroup}([3,15])$

Matris grupları:  $GL, SL, Sp, SU, GU, SO, GO$

Özellikler:  $G.\text{sylow\_subgroup}(p), G.\text{character\_table}(),$

$G.\text{normal\_subgroups}(), G.\text{cayley\_graph}()$

## Değişmez halkalar

Kuaterniyonlar:  $Q.\langle i, j, k \rangle = \text{QuaternionAlgebra}(a,b)$

Serbest cebir:  $R.\langle a, b, c \rangle = \text{FreeAlgebra}(\text{QQ}, 3)$

## Python modülleri

$\text{import modül\_adı}$

$\text{modül\_adı.}(\text{tab})$  ve  $\text{help}(\text{modül\_adı})$

## Zaman kullanımı ve hata ayıklama

$\text{time komut}$  :harcanan zamanı gösterir

$\text{timeit}(\text{"komut"})$  :harcanan zamanı daha hassas ölçer

$t = \text{cputime}(); \text{cputime}(t)$  :CPU'ca harcanan zaman

$t = \text{walltime}(); \text{walltime}(t)$  :geçen zaman

$\%pdb$  :hata ayıklayıcıyı açar (yalnızca komut satırında)

$\%prun$  komut :harcanan süreyi ölç (yal. komut satırında)