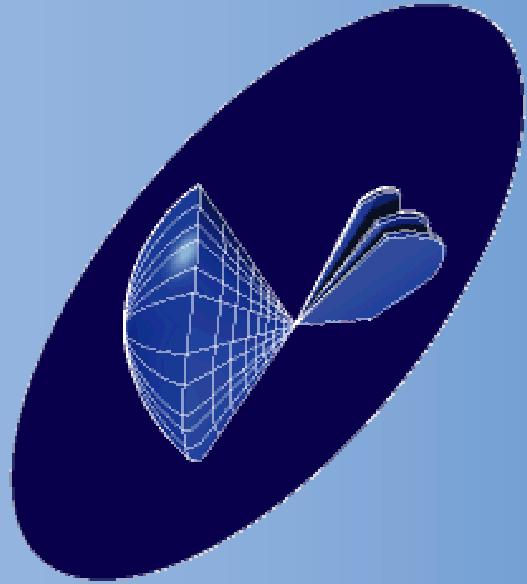


**Sloan Dijital
Gökyüzü Taraması
(SDSS)**



Selçuk Bilir
*İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi
Astronomi ve Uzay Bilimleri
Bölümü*

Sloan Dijital Gökyüzü Taraması (SDSS)

Projeye katılan Üniversite ve Enstitüler

*The University of Chicago
Princeton University
The Johns Hopkins University
The University of Washington
Fermi National Accelerator Laboratory
US Naval Observatory
The Japanese Participation Group
The Institute for Advanced Study
Max Planck Inst, Heidelberg
SLOAN Foundation, NSF, DOE, NASA*

Amaç: 5-7 yıl içerisinde Kuzey Gökyüzünün çok renk haritasını oluşturmaktr (1999).

Yaklaşık bütçesi \$80M

Veri Büyüklüğü: 40 TB ham, 2 TB işlenmiş



Merak Edilen Sorular

Evrenin en son haritasını oluşturmak:

⇒ *Cosmic Genome Projesi!*

Galaksilerin dağılımları:

- ⇒ *Düzensizliğin kaynağı nedir?*
- ⇒ *Dağılım topolojisi (geometrisi) nedir?*

Evrenin genel özelliklerinin ölçümü:

⇒ *Ne kadar karantık made var?*

Galaksi popülasyonunun lokal sayımı:

⇒ *Galaksiler nasıl oluştu?*

Evrendeki en uzak cisimleri belirlemek:

⇒ *En büyük kirmiziya kayma gösteren kuazar?*



Kozmolojik Hedefler

Evren genişliyor:
Galaksiler bizden uzaklaşıyorlar,
tayf çizgileri kirmiziya kayıyor

$$\mathbf{v} = H_0 \mathbf{r}$$

Hubble kanunu

Evrenin kaderi çekim kuvveti ile
genişleme hızı arasındaki dengeye
bağlıdır.

$$\Omega = \text{yogunluk/kritik}$$

yogunluk

$\Omega < 1$ ise daima genişleyecek

Evrendeki kütlenin çoğu karanlık
madde şeklindedir. Karanlık madde
soğuk olabilir (CDM)

$$\Omega_d > \Omega_*$$

Galaksilerin bugünkü uzaysal dağılımları
erken Evredeki küçük dalgalanmalar
bir sonucudur

$$P(\mathbf{k}): \text{Güç spektrumu}$$



“Sıfır” problemleri

Evrenin en önemli parametreleri nelerdir?

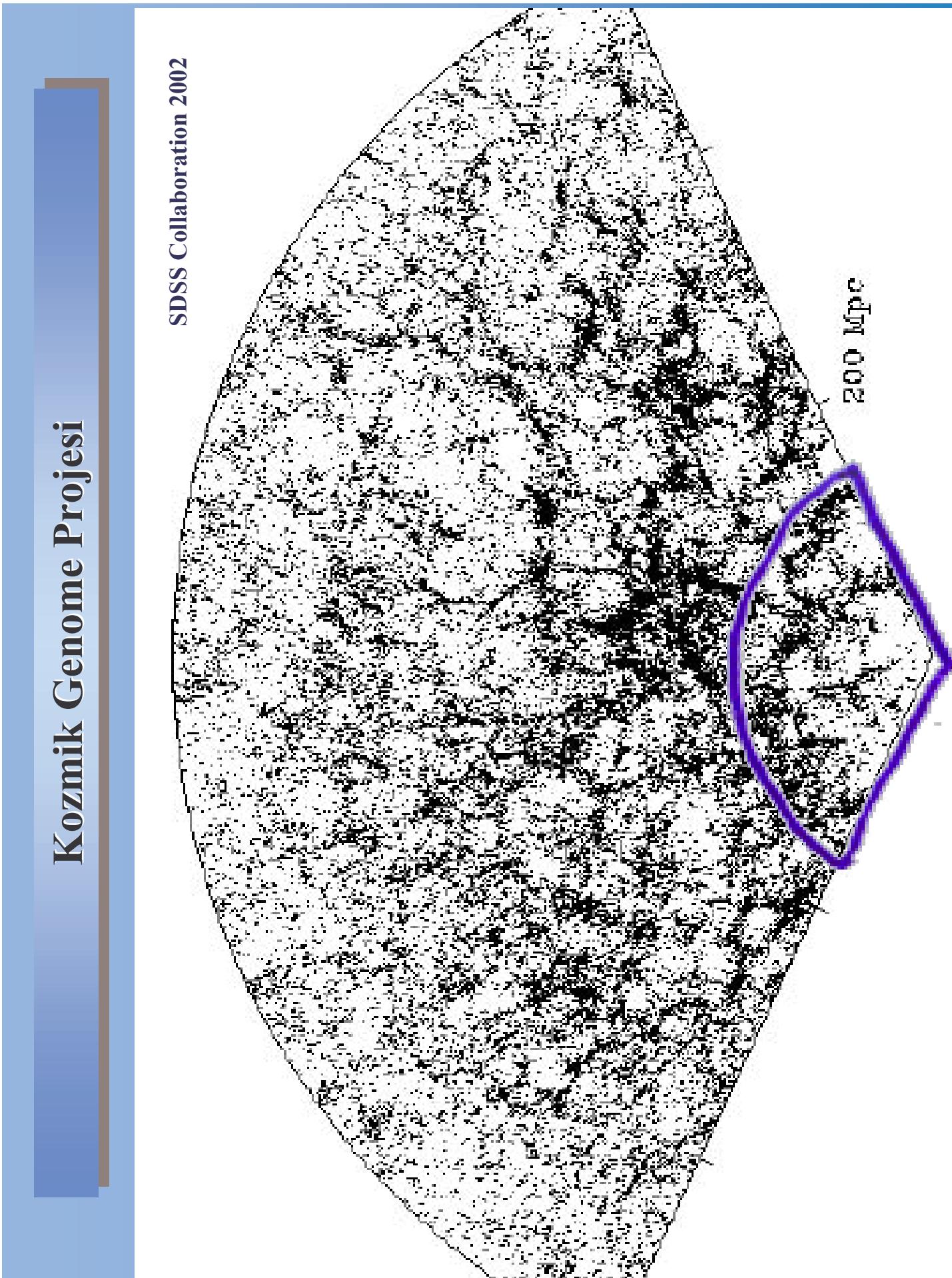
H_0	Hubble sabiti	55-75 km/s/Mpc
Ω_0	Yoğunluk parametresi	0.25-1
Λ_0	kozmolojik sabit	0 - 0.7

Bu değerler halen günümüzde belirsizdir...

Amaç: Bu parametrelerin birkaç yüzdelik hassasiyet ile SDSS fotometrisi ile ölçmek

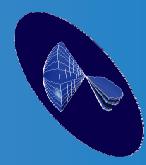
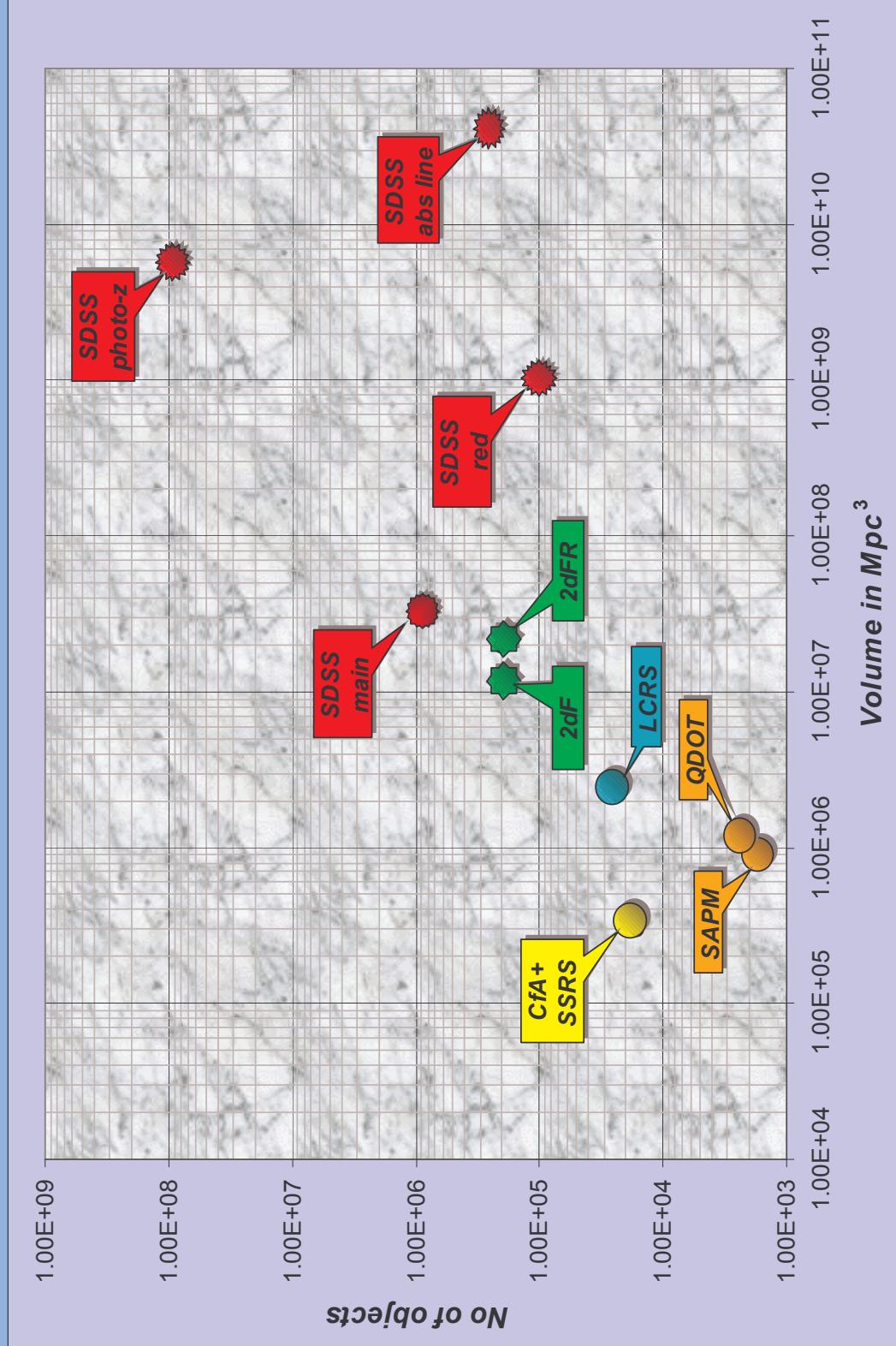
Yüksek Duyarlılıklı Kozmoloji!





Kozmik Genome Projesi

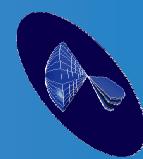
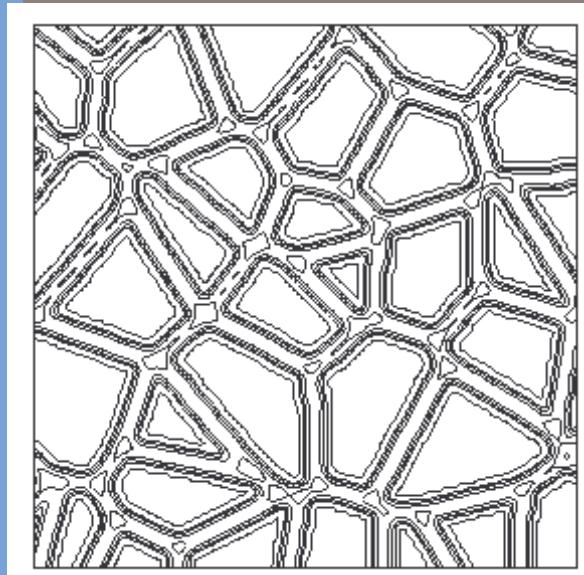
Alanlar ve Kirmiziya Kayma Taramalarının Büyüklükleri



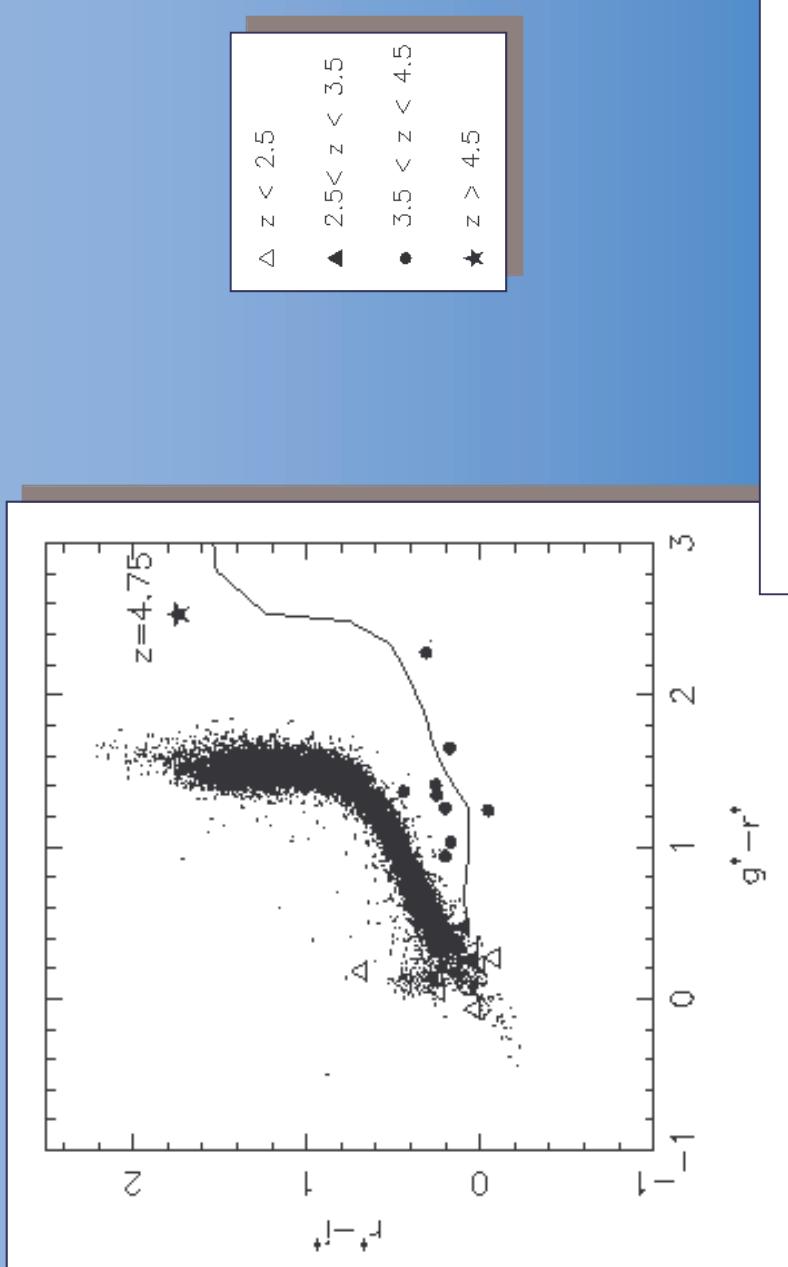
Yerel Evrenin Topolojisi

Evrenin topolojik ölçümüleri

Evren duvarlar ve boşlukları içeriyor mu? Yoksa dağılmalar rasgele mi?



En Uzak Gökcisimlerinin Belirlenmesi

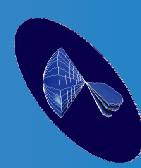


Orta ve yüksek kırmızıya kayma gösteren QSOs

Renk uzaylarından belirleme.

İşme gücü fonksiyonları ve Uzaysal kümelenmeleri.

Yüksek kırmızıya kayma QSO's ($z>5$).



SDSS'in Özellikleri

2.5m teleskop, Apache Point, NM

*3 derecelik görüş alanı.
Odak düzleminde 0 bozulma.*

İki Tarama bir arada:

*5 banda fotometrik tarama.
Spektroskopik kirmiziya kayma tarama*

Büyük CCD Mozaik

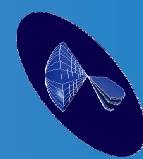
*30 CCDs 2K x 2K (görüntü)
22 CCDs 2K x 400 (astrometri)*

İki yüksek çözünürlüklü spektrograf

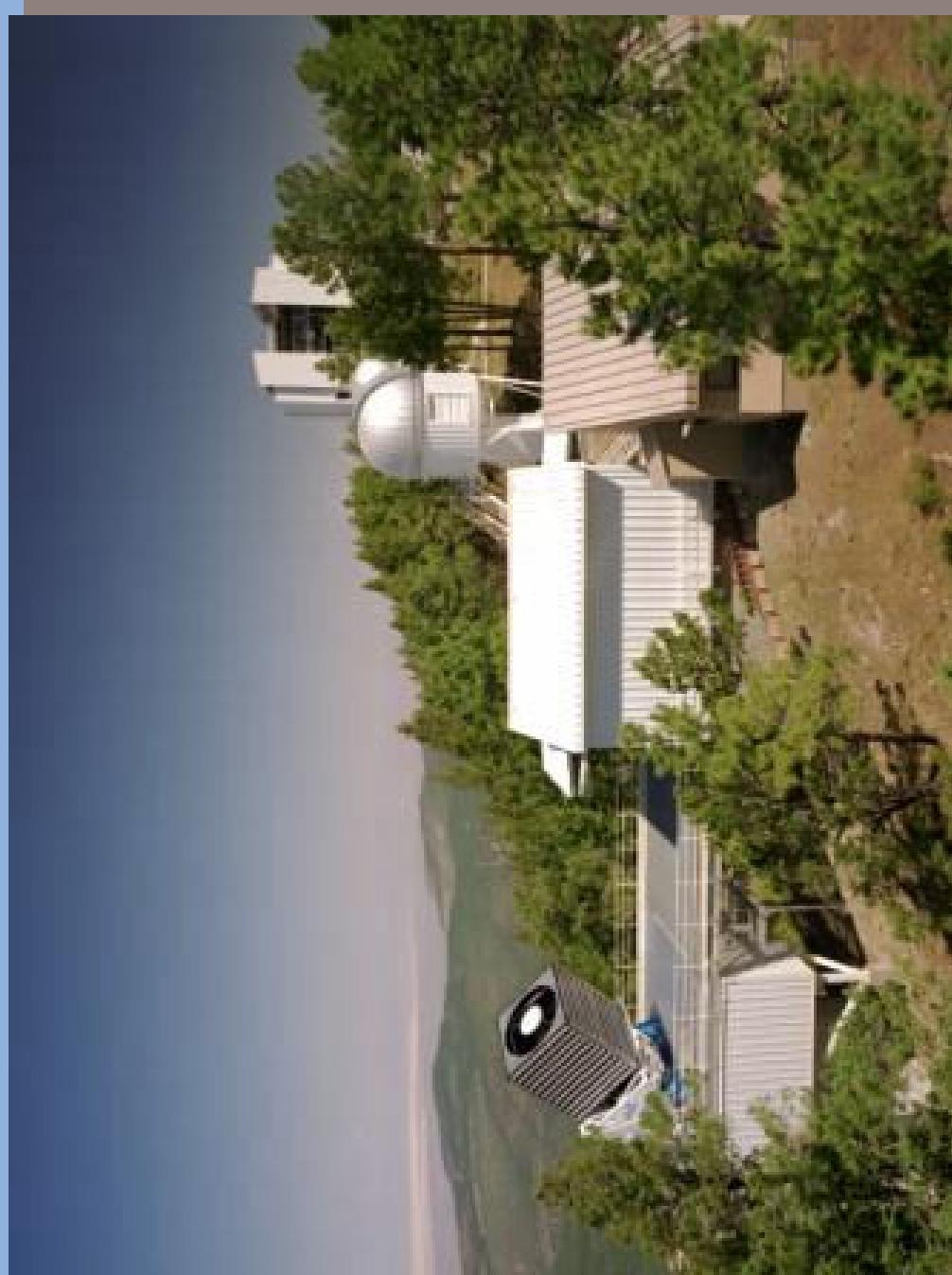
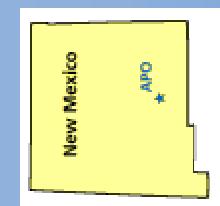
*3 yay sn çaplı 2 x 320 fiber.
 $R=2000$ çözünürlük.
Spektral bölge (3900\AA - 9200\AA).*

Çok yüksek veri hacmi

*40 TB fazla ham veri.
Yaklaşık 2 TB işlenmiş katalog.
Kullanıma hazır veri ($D1 \dots D6$).*



Apache Point Observatory Apache Point Observatory

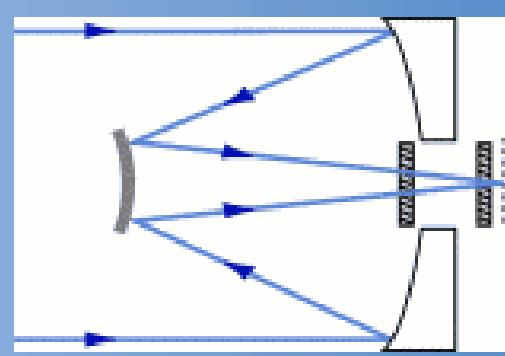


Gözlemevi
Sacramento dağında,
deniz seviyesinden
2800m yükseklikte
bulunmaktadır.

Site ABD'deki en
karanhık yeridir.



2.5m Teleskop



Cassegrain
teleskobun görüşü
alanı : 3° derece kare

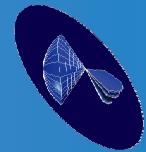


Fotometrik Teleskop



•*0.5m teleskop ile atmosferik şartların değişimlerinden kaynaklanan düzensizlikler (sicaklık, basınc v.b) gözleniyor.*

•*SDSS gözlemlerinde Birincil ve ikincil standart yıldızların gözlemleri bu teleskop ile yapılmaktadır.*



Fotometrik Tarama

Kuzey Galaktik Kutup

5 geniş filtre (u, g, r, i, z)
limit kadir (22.0, 22.2, 22.2, 21.3, 20.5)

10,000 derece kare

53.9 sn poz süresi

40 TB ham görüntü verisi

100,000,000 galaksi

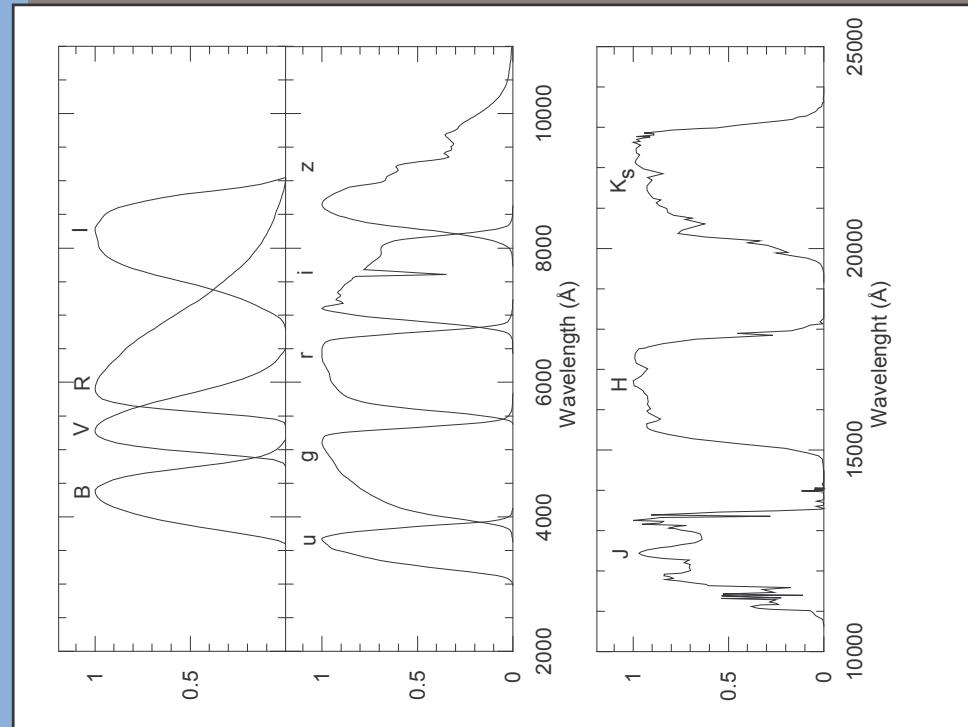
50,000,000 yıldız

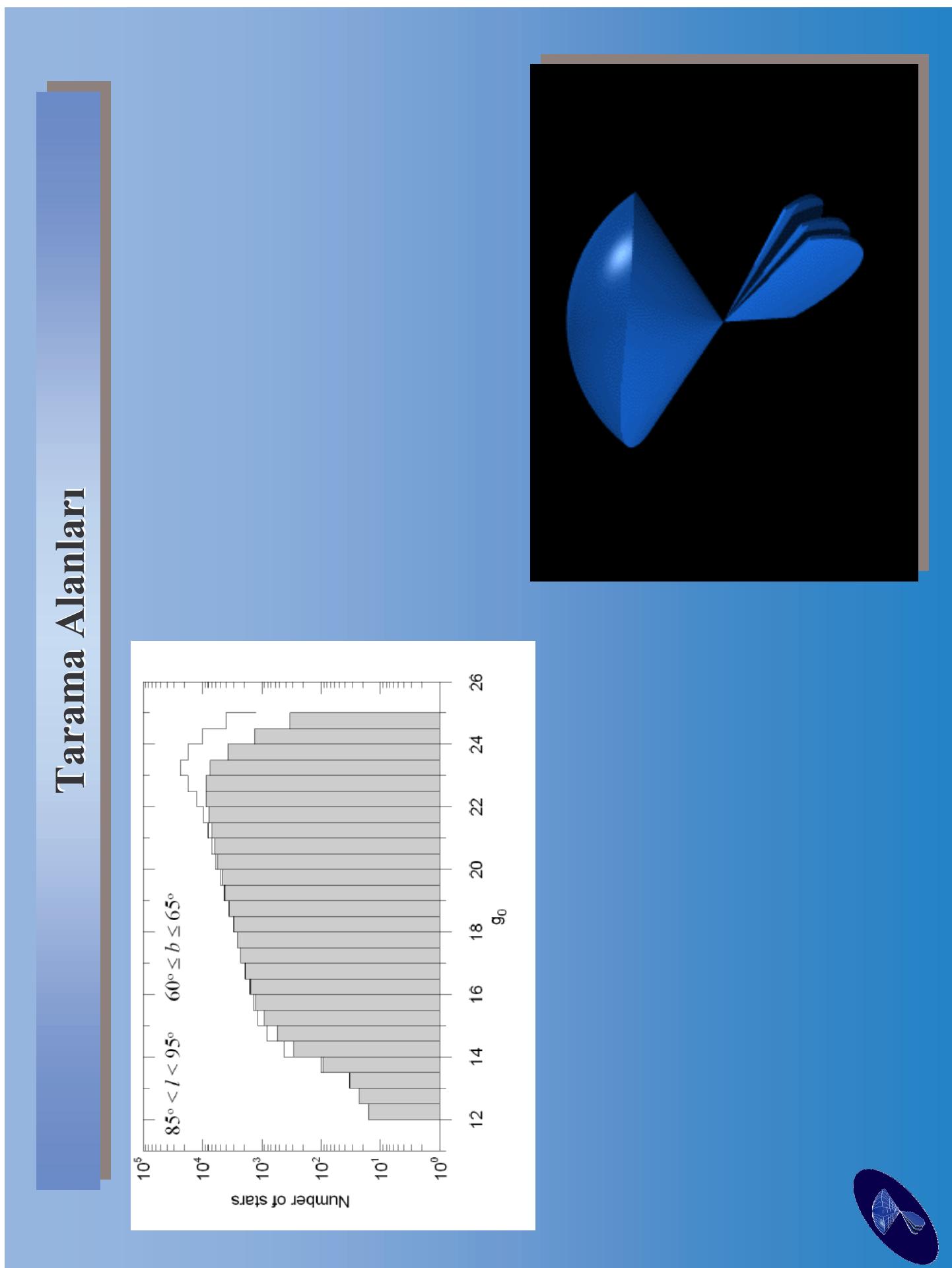
Duyarlılık $r = 19.8$ (%2)

PSF genişliği = 1.4 arcsn (r bandı)
pixsel büyütüğü 0.396 arcsn,
astrometrik duyarlılık 60 mas

Güney Galaktik Kutup

Aynı bir bölgeyi 30 kez fazla tarama



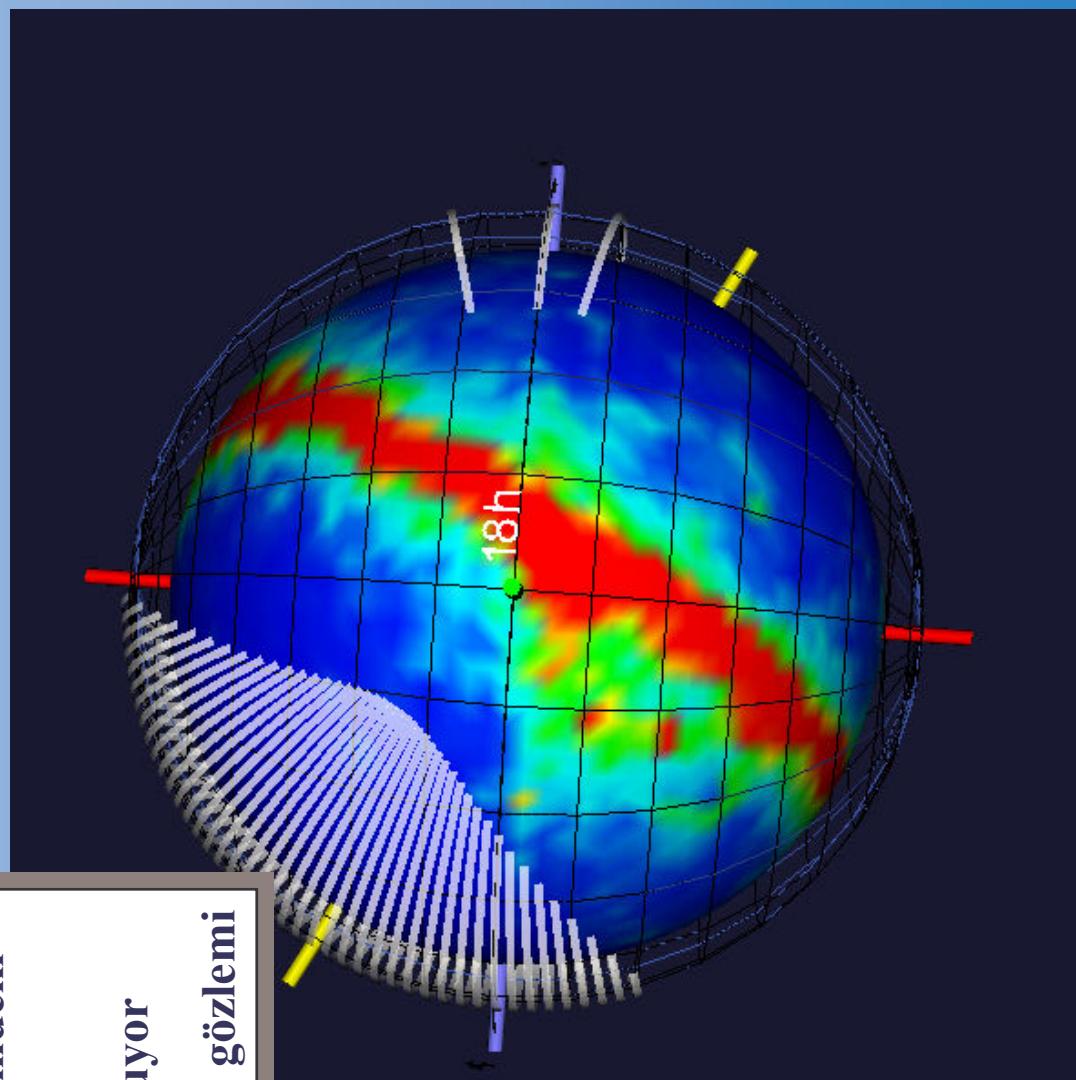


Gökyüzü Tarama Planı

Üst üste gelen 2.5 derece genişliğindeki alanlar (stripe)

Galaktik düzlemden uzak duruyor

Üç güneysel alanın (stripe) çoku gözlemi



Spektroskopik Gözlemler

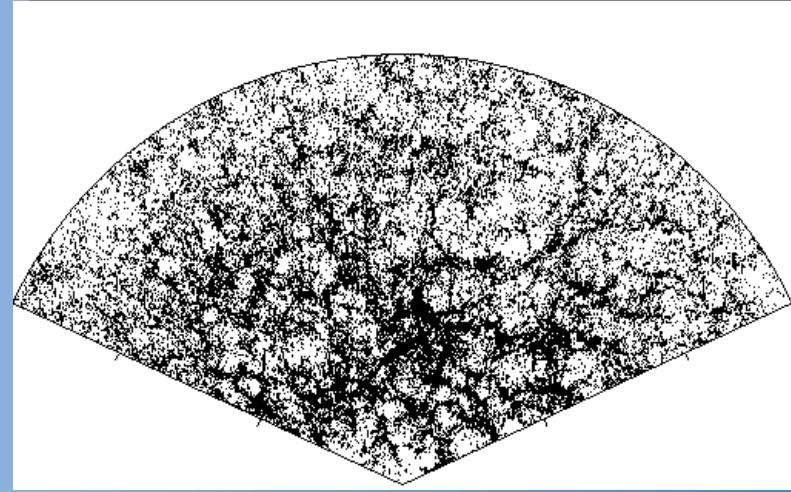
Cisimlerin kırmızıya kayma ölçümleri \Rightarrow uzaklık

SDSS kırmızıya kayma Taraması:

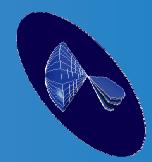
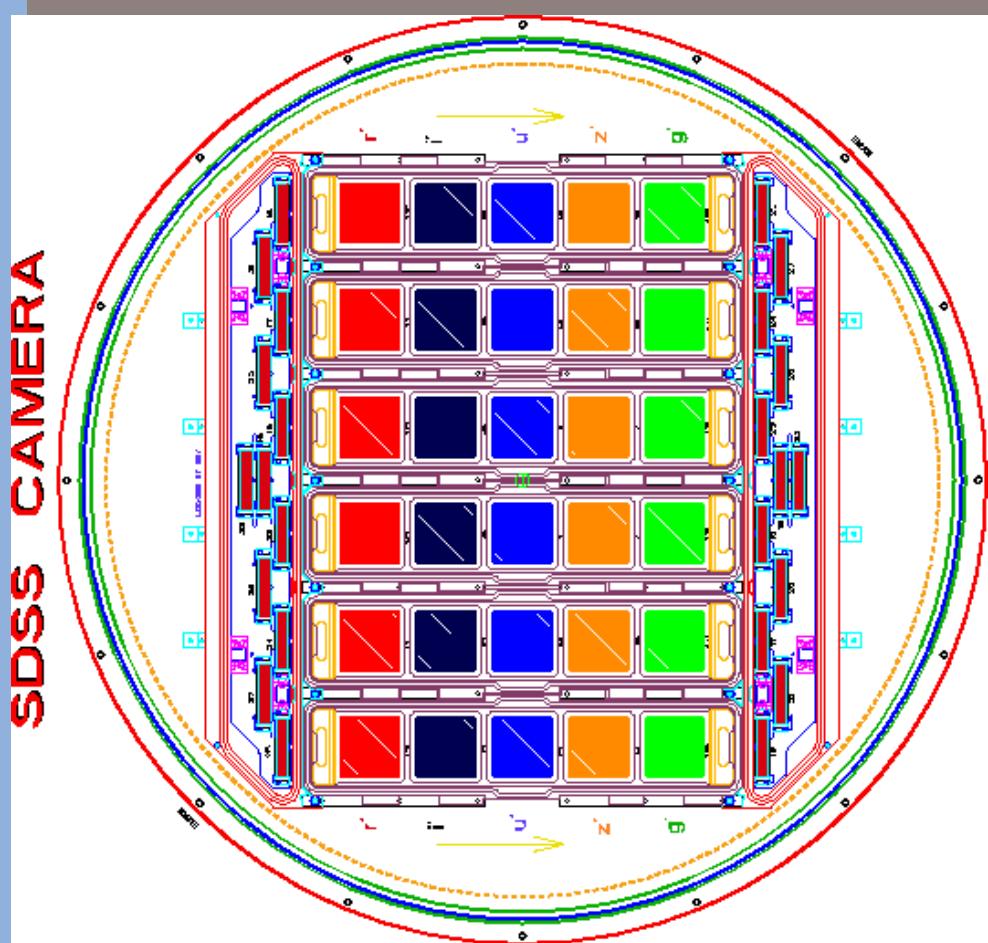
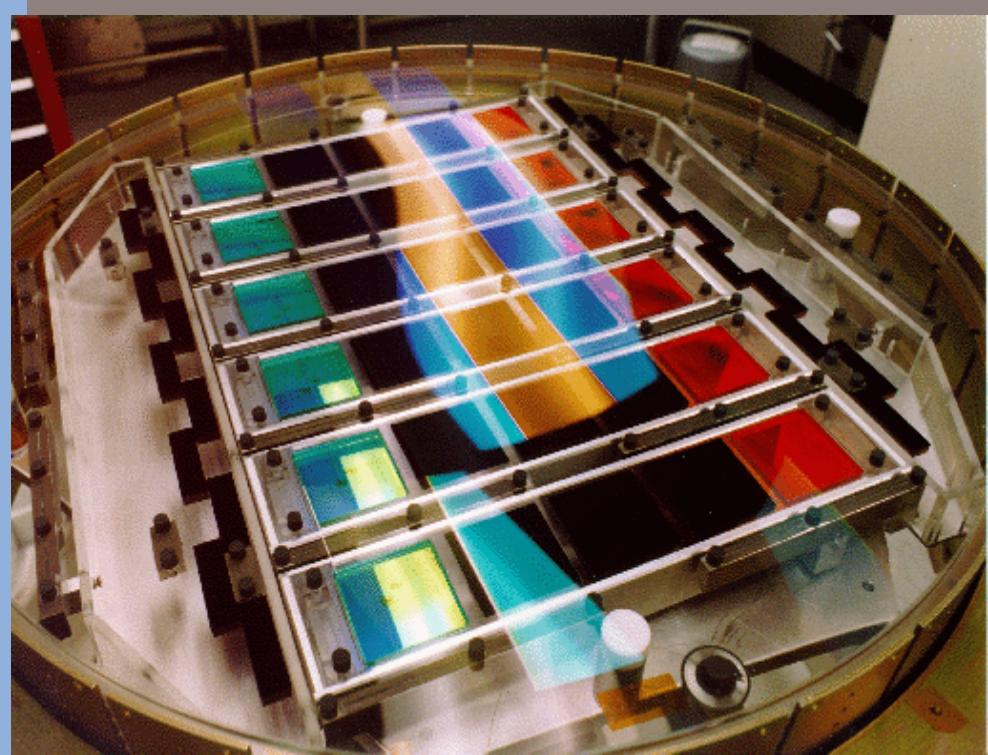
- 1 milyon galaksi
- 100,000 kuazar
- 100,000 yıldız

İki yüksek hızlı spektrograf

Spektral aralık 3900-9200 Å.
Eş zamanlı 640 fiber spektrum.
Çözünürlük $R=2000$.

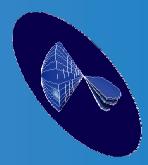


The Mozaik Kamera



CCD Mozaik Kamera

- Mozaik CCD 54 CCD den oluşur:
 - 30 tanesi görüntüleme ($2k \times 2k$)
 - 22 tanesi astrometri ($2k \times 0.4k$)
 - 2 tanesi odak ayarı ($2k \times 0.4k$)
- CCD ler likit nitrojen ile -80°C soğutulur.
- 1 sn 8.2 MB veri, bir gece 200GB ham veri

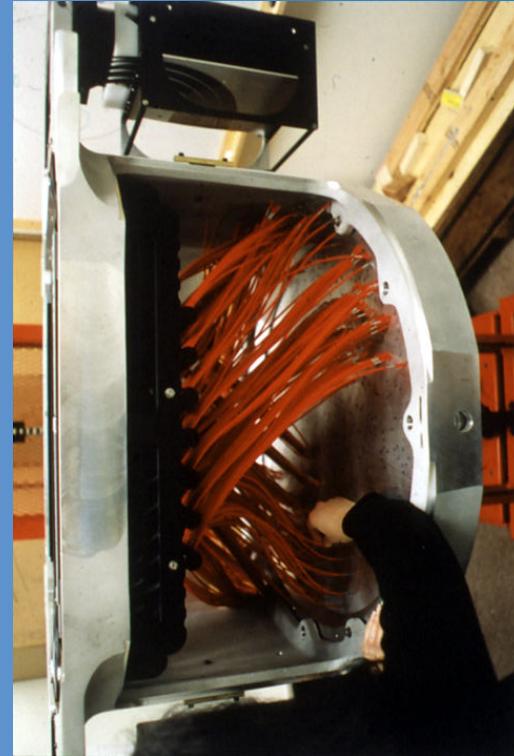
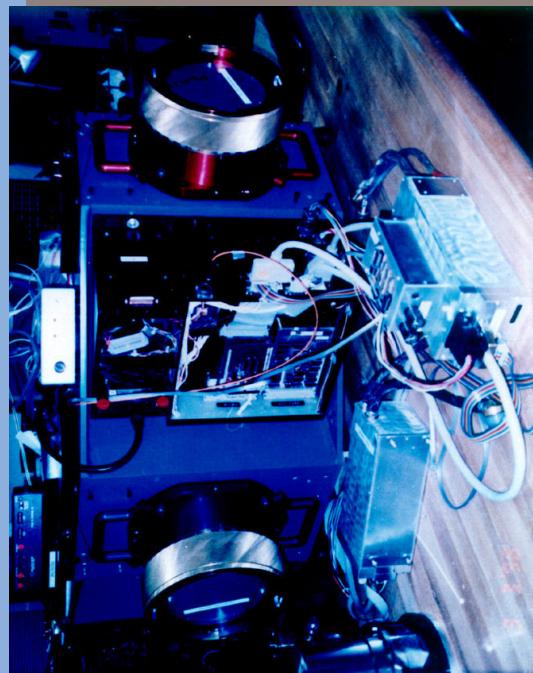


Spektrograflar

Alüminyum plakalar üzerine açılan 640 deliğe yerleştirilen fibre kablolar, seçilen kaynakların spektrumlarının alınmasında kullanılıyor.

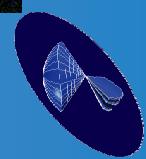
Fiberlerden gelen veriler iki spektrografa yönlendiriliyor.

Spektrograflardan geçen ışık CCD (2K x 2K) üzerine düşüyor.



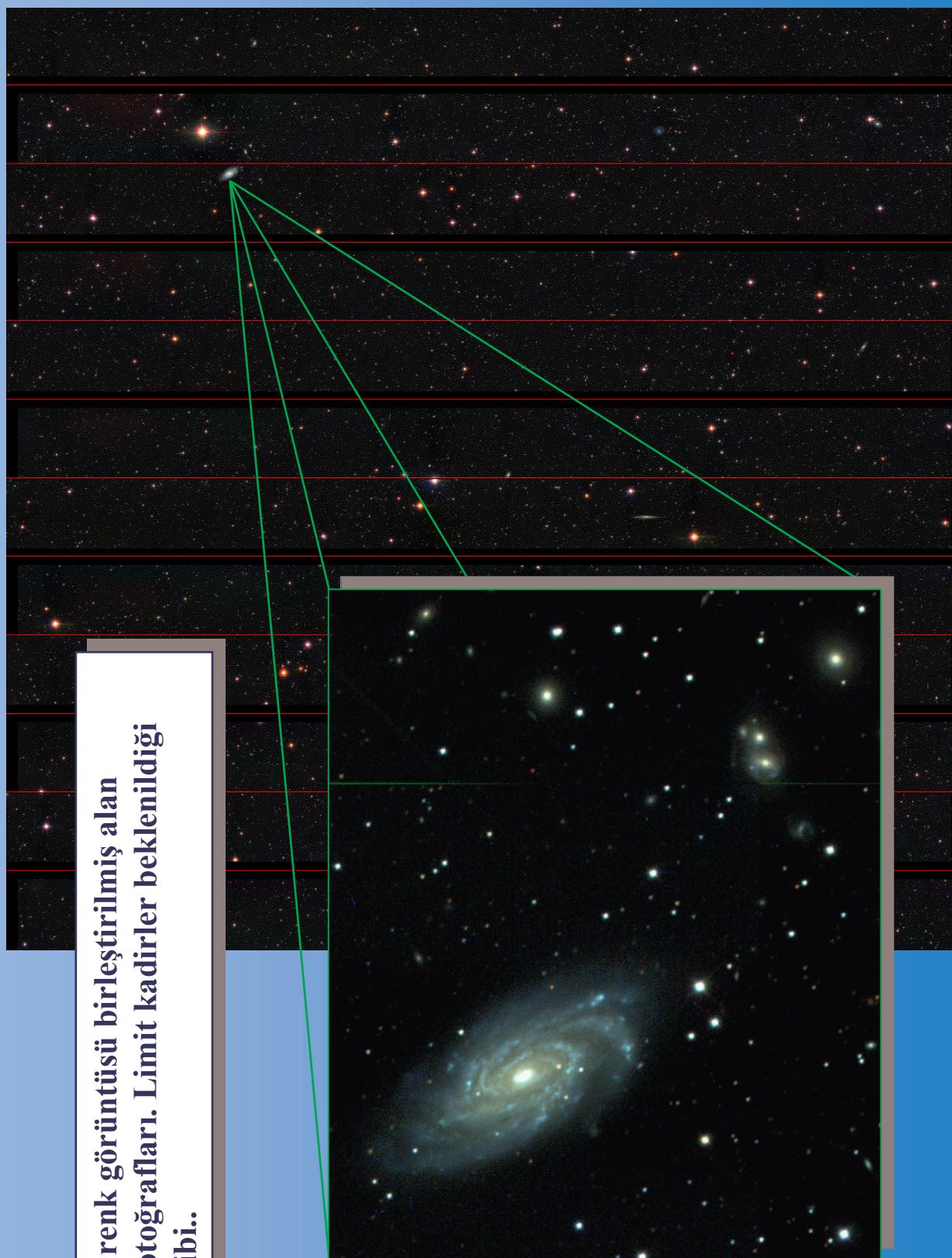
İlk İşık Görüntüleri

İlk İşık 9 Mayıs 1998



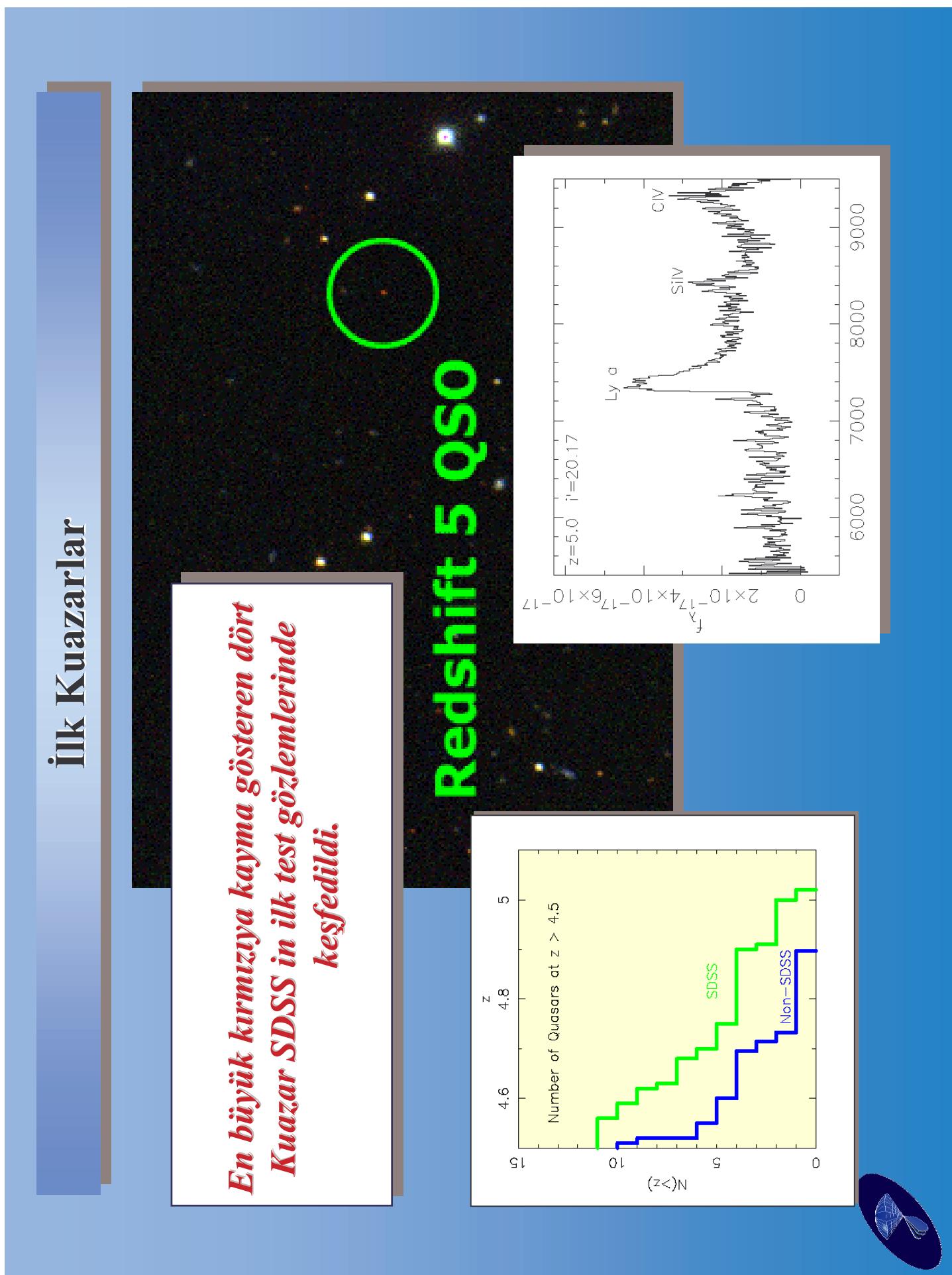
İlk Gözlemler

5 renk görüntüsü birleştirilmiş alan fotoğrafları. Limit kadirler beklenildiği gibi..



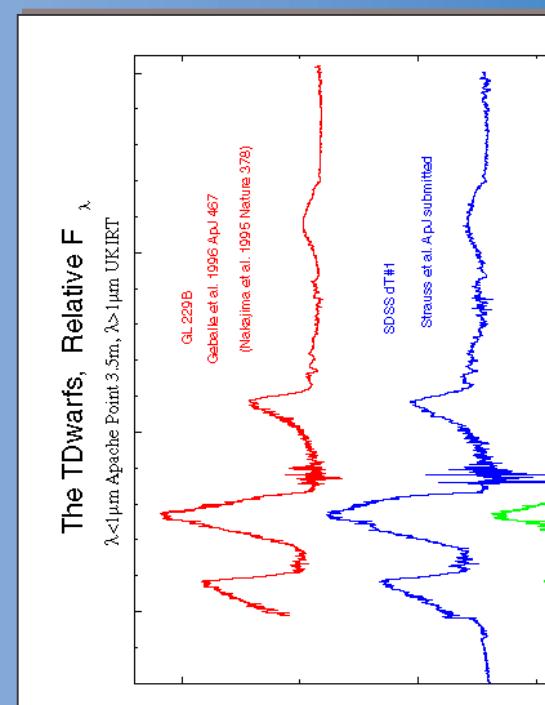
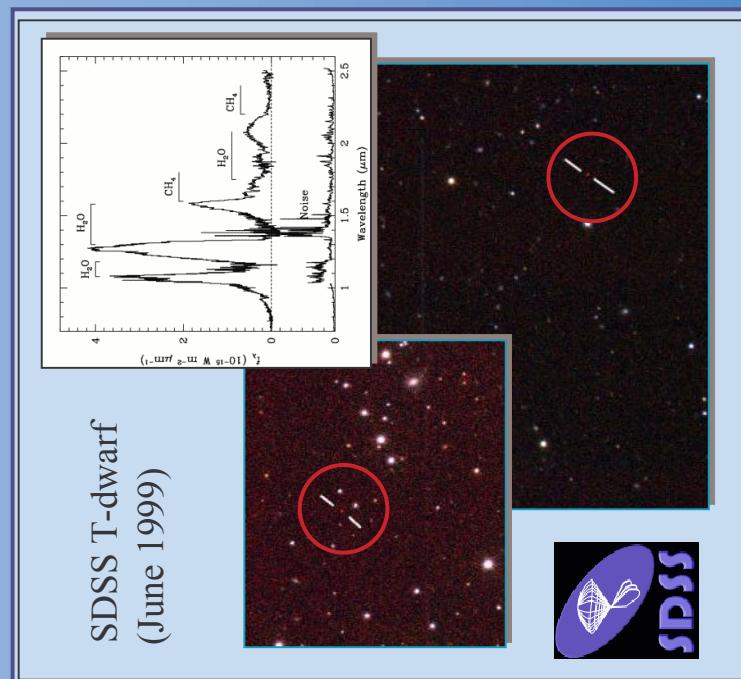






Metan/T Cücesi

Cok sayıda yeni cisim
SDSS & 2MASS ile keşfedildi.



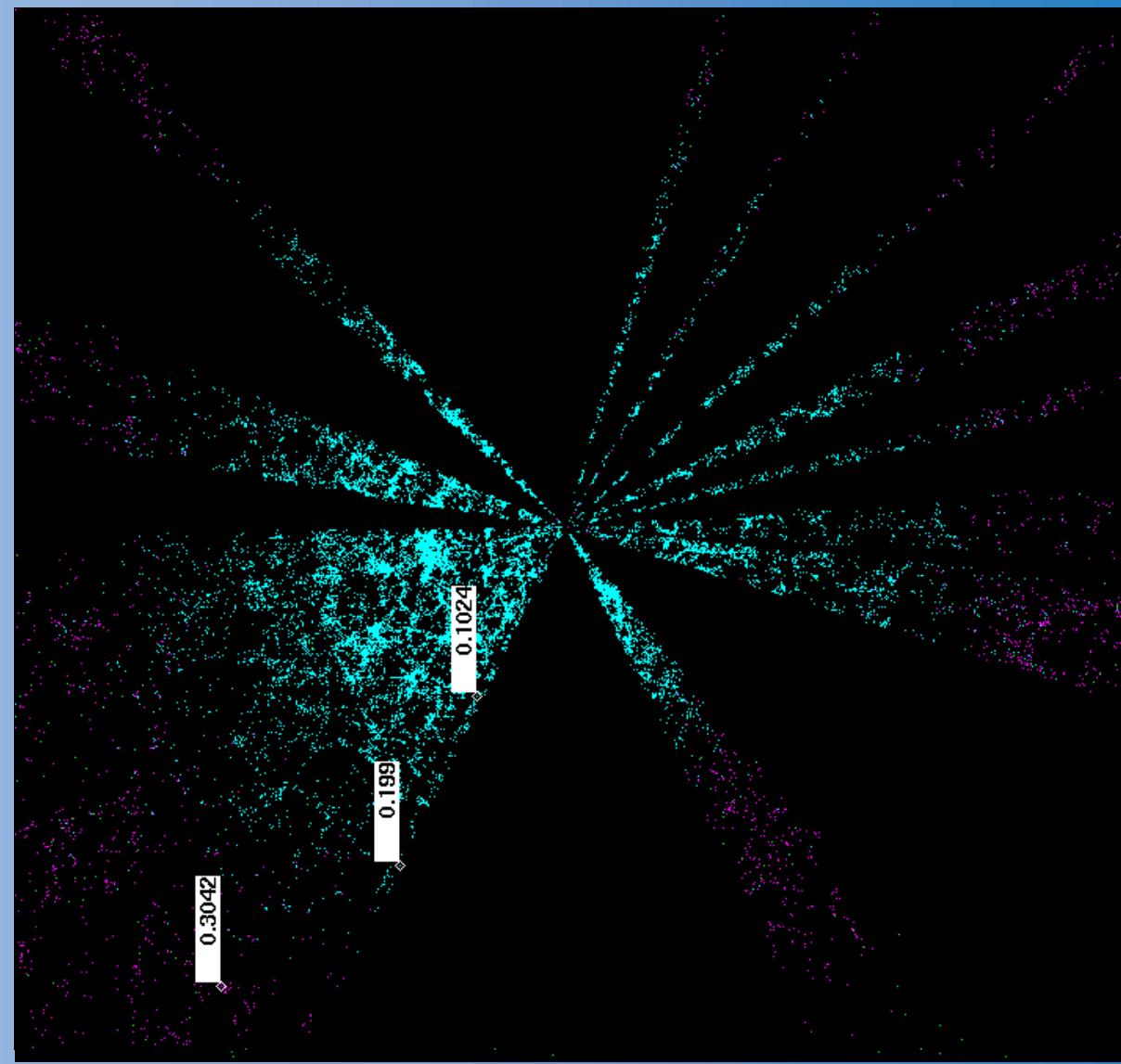
THE NEW YORK TIMES NATIONAL TUESDAY, JUNE 1, 1999

Astronomers Detect New Category of Elusive 'Brown Dwarfs'

By JOHN NOBLE WILFORD
CHICAGO, May 31 — Ambitious
Astronomers have detected four new brown dwarfs, the detection of four other objects was reported separately by scientists at the California Institute of Technology and the Jet Propulsion Laboratory last week.



İlk 35 000 kırmızıya kayma

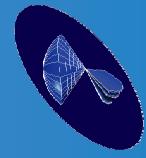
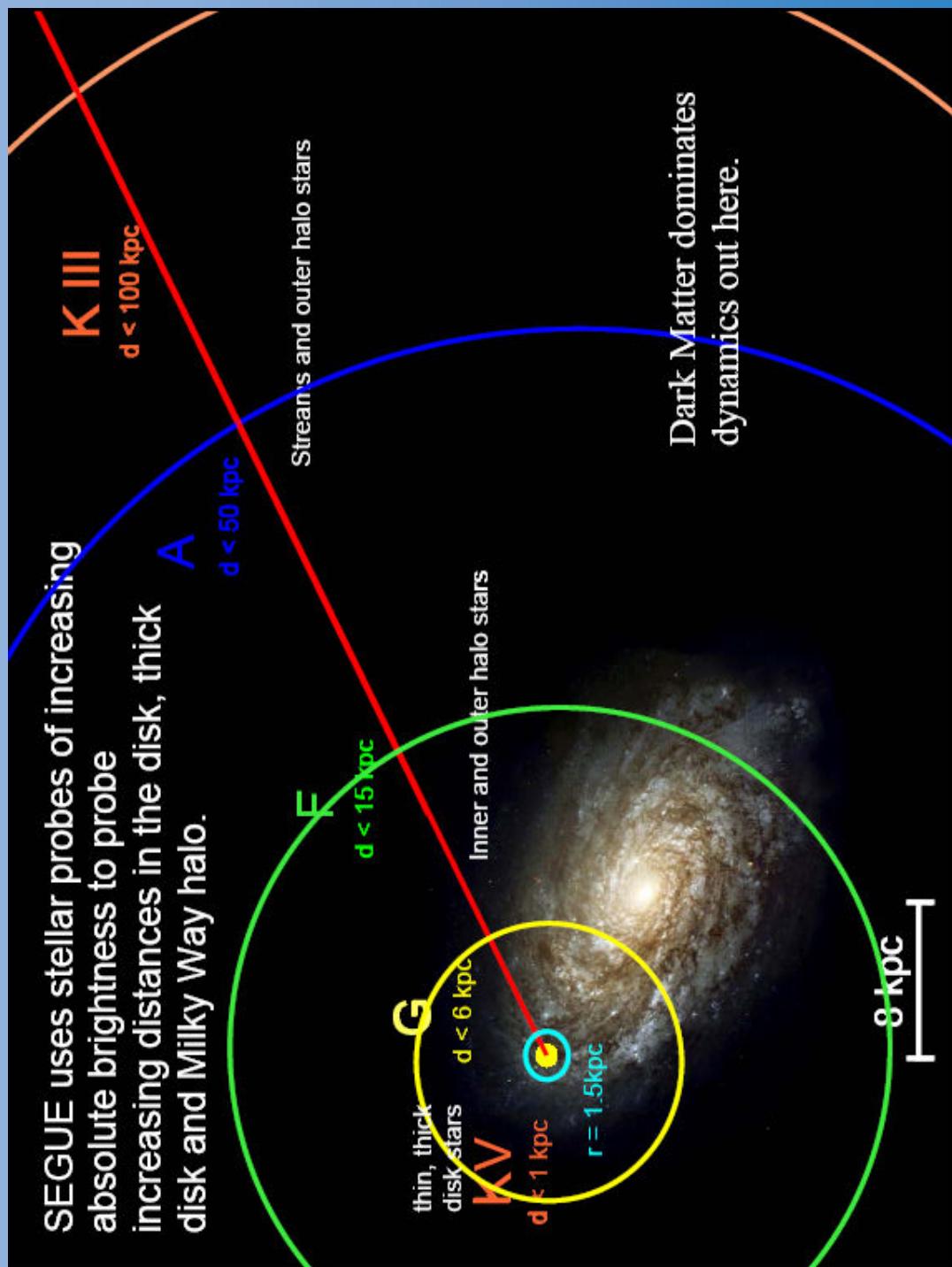


SDSS'in Evreleri - I

- **SDSS – I (2000-2005) Birinci Evre**
 - 5 filtrede 8000 derece kare tarandi. 200 milyon cismin fotometrik verisi elde edildi.
 - 675 000 Galaksi, 90 000 Kuazar, 1 85 000 yıldızın tayfi alımıstır.
- **SDSS – II (2005 – 2008) İkinci Evre**
 - *Sloan Legacy Survey, SEGUE, Sloan Supernova Survey*
 - Sloan Legacy Survey: Evrenin geniş ölçekteki yapısının incelenmesi
 - SEGUE (Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration) amacı: düşük galaktik enlemlerde 3500 derece karelik uzay bölgesindeki yıldızların görüntü ve spektrumların alınmasıdır. 240 000 yıldızın spektrumu alınacak. Radyal hızlardaki tipik doğruluk 10 km/sn, Metal bolluğuundaki belirsizlik 0.3 dex. Bu çalışma galaksinin yapısının anlaşılmاسında kullanılacaktır.
 - Sloan Supernova Survey: SDSS güney galaktik bölgede yaklaşık 120 derece boyunda 2.5 derece genişliğindeki gökyüzü bölgesinin çok renk fotometresi ile birçok kez gözlemleri yapılarak Tip Ia süpernovaalarını keşfetmektedir. Şimdiye kadar üç farklı 3 aylık 3 dönem 200 yakın Tip Ia süpernova keşfedilmiştir ($z=0.1-0.3$).

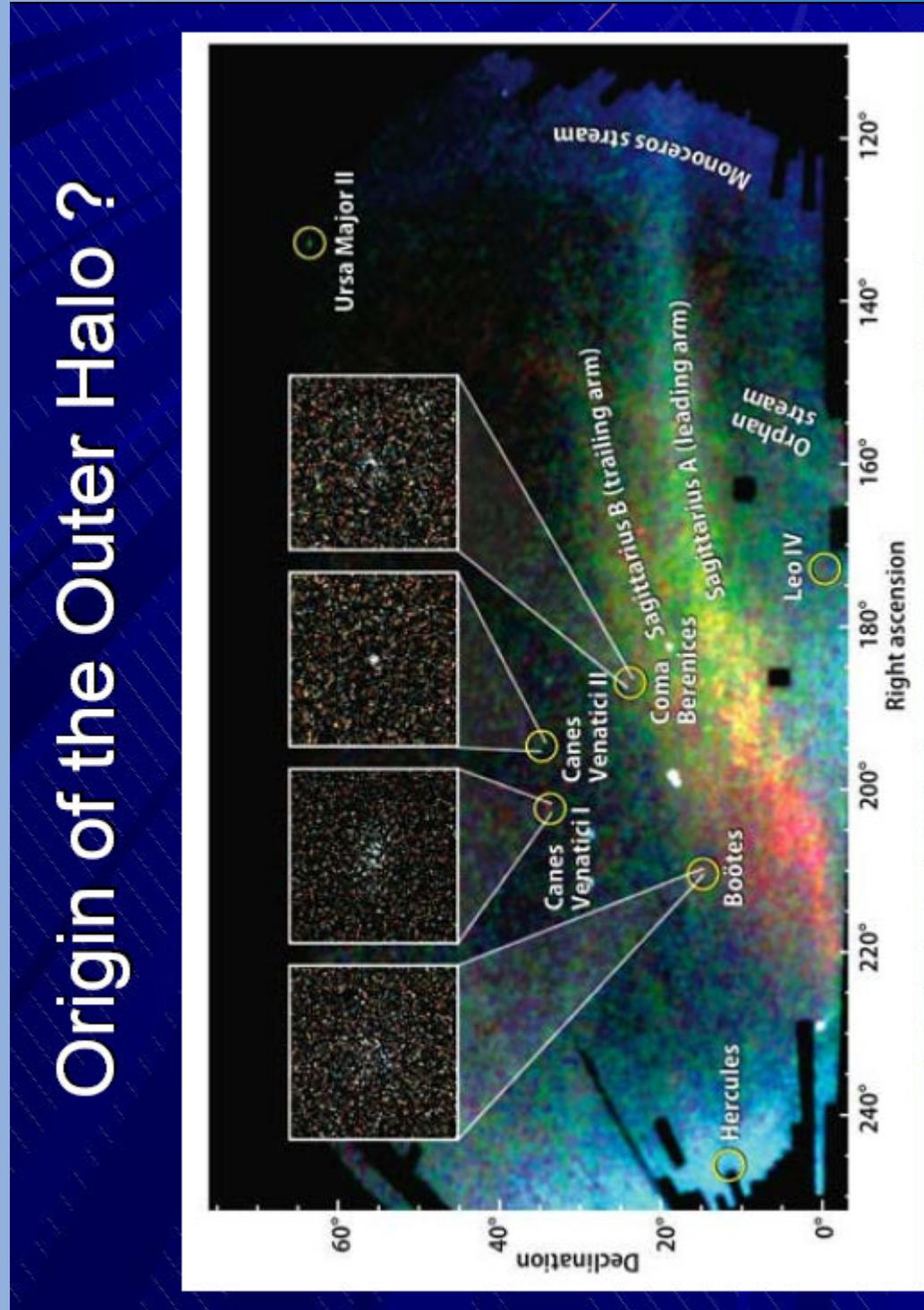


SEGUE



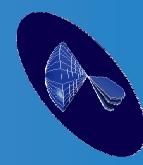
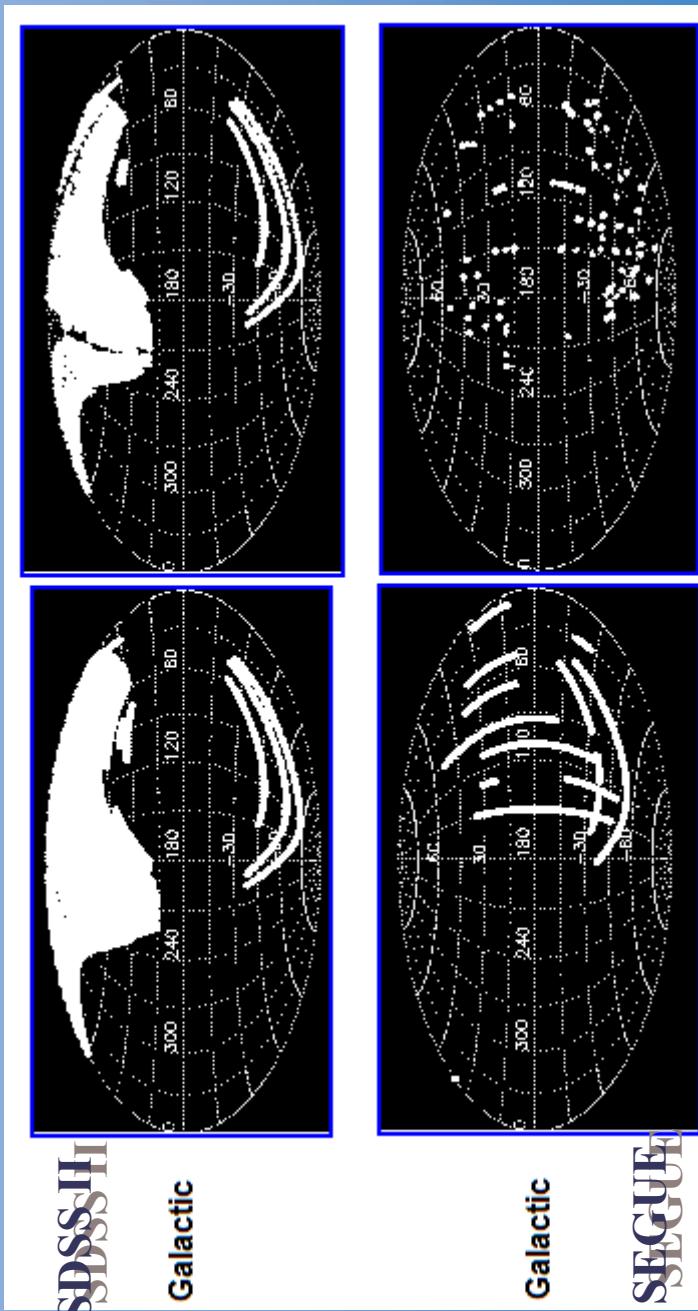
SEGUE

Origin of the Outer Halo ?



SDSS – II DEKİ SON DURUM

Fotometrik Spektroskopik



SDSS'in Evreleri - II

- SDSS – III (2008-2014)
 - Yeni çalışma gruplarının bir araya gelmesi bekleniyor.
 - Çalışmanın hedef konuları:
 - Karanlık enerji, kozmolojik parametreler,
 - Galaksının yapı, dinamik ve kimyasal evriminin araştırılması.
 - Yakın yıldızlarda yeni gezegen sistemlerinin keşfi.
 - Bu hedefler dört yeni proje ile bir araya getirilmiştir:
 - **BOSS:** geniş ölçekte galaksi dağılımındaki kümeler yolu ile kozmik uzaklık ölçümü ve Lyman alfa forest.
 - **SEGUE-2:** Samanyoluunun yapı, kinematik c kimyasal evriminin araştırılması
 - **APOGEE:** Galaksının iç kısımlarının yüksek çözünürlüklü spektroskopisinin yapılması
 - **MARVELS:** Güneş civarındaki 11000 yıldızın radyal hızları incelenerek dev gezegenlerin keşfi.



SDSS'in Literatüre Etkisi - I

- Geçen 8 yıl içerisinde astronomlara açık 6 veri salinimi oldu.
- Yalnız “6” teknik makale şimdide kadar 100 – 450 arasında değişen atıflar aldı!
- Literatürde “SDSS” başlığını içeren 5002 (tümü) ve 1403 (hakemli) yayın yer alıyor.

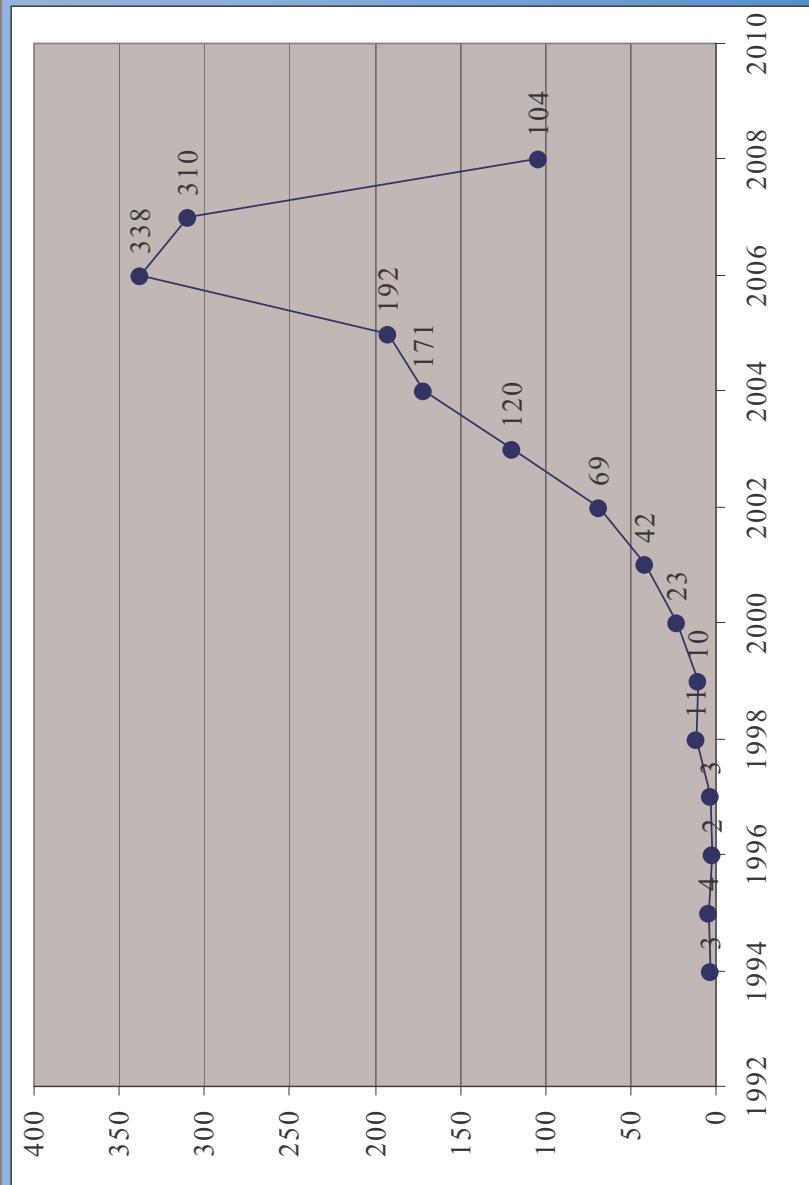
Görüntü Spektrum

Footprint area	Spectroscopic area		Total	7425 sq. deg. Legacy	6860 sq. deg. SEGUE
	Wavelength coverage	Resolution			
SEGUE	3800-9200Å	1800-2200			
Signal-to-noise	>4 per pixel at $g=20.2$				
Redshift accuracy	30 km/sec rms				
Target magnitude limits	form main samples				
All	1,271,680	1,163,520	108,160		
Galaxies	790,860	790,220	640		
Quasars ($z < 2.3$)	90,108	89,458	650		
Quasars ($z \geq 2.3$)	13,539	12,892	647		
M stars and later	69,052	64,895	4,157		
Other stars	218,019	126,351	91,668		
Sky spectra	68,770	59,843	8,927		
Unknown	21,332	19,861	1,471		
640 spectra are observed simultaneously on one plate. There are:					
<ul style="list-style-type: none">• 1520 Legacy (“main-survey”) plates.• 64 repeat observations (“extra plates”) of 55 distinct Legacy plates.• 234 observations of 226 distinct <u>special dates</u>, and• 169 observations of 162 distinct <u>special dates taken under SEGUE</u>.					
Data volume	Calibrated spectra ("2d")	80 GB			
	Specra, redshifts, line measurements ("1d")	230 GB			
Data volume					

www.sdss.org/dr6

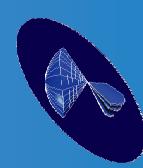


SDSS'in Literatüre Etkisi - II



• **1402** hakemli dergilerde yayınlanmış SDSS çalışmalarının yıllarına göre dağılımı. 2008 in verisi Nisan ayına kadar geçerlidir.

- 1402 SDSS yayınına, toplam 14139 çalışma **47764 !!** atıf vermiştir.



SDSS Literatüre Bilimsel Katkıları (Seçme konular)

- *The Milky Way has a double halo* (12.12.2007)
- *The Galaxy Zoo welcomes a flood of visitors* (08.08.2007)
- *SDSS-II releases 10 terabytes of data to the public* (12.06.2007)
- *Multiple galaxy mergers continue in the Milky Way* (8.5.2006)
- *The Sloan Digital Sky Survey reveals a new Milky Way neighbor* (09.01.2007)
- *SDSS-II Supernova Survey explodes with new findings* (12.01.2006)
- *Andromeda 9 — The faintest galaxy ever: Sloan Digital Sky Survey discovers the lowest luminosity galaxy yet: Andromeda IX, a new satellite of M31* (31.05.2004)
- *Dark Energy's Shadow: Sloan Digital Sky Survey detects physical evidence for dark energy* (19.07.2003)

The ASTROPHYSICAL JOURNAL, 624:463–484, 2005 May 10
© 2005. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

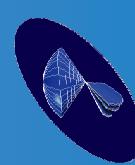
A MAP OF THE UNIVERSE

J. RICHARD GOTTF III,¹ MARIO JURIC,¹ DAVID SCHLEGEL,¹ FIONA HOYLE,² MICHAEL VOGELEY,²
MAX TEGMARK,³ NETA BAHCALI,¹ AND JON BRINKMANN⁴
Received 2003 November 18; accepted 2005 January 3

ABSTRACT

We have produced a new conformal map of the universe illustrating recent discoveries, ranging from Kuiper Belt objects in the solar system to the galaxies and quasars from the Sloan Digital Sky Survey. This map projection, based on the logarithm map of the complex plane, preserves shapes locally and yet is able to display the entire range of astronomical scales from the Earth's neighborhood to the cosmic microwave background. The conformal nature of the projection, preserving shapes locally, may be of particular use for analyzing large-scale structure. Prominent in the map is a Sloan Great Wall of galaxies 1.37 billion light-years long, 80% longer than the Great Wall discovered by Geller and Huchra and therefore the largest observed structure in the universe.

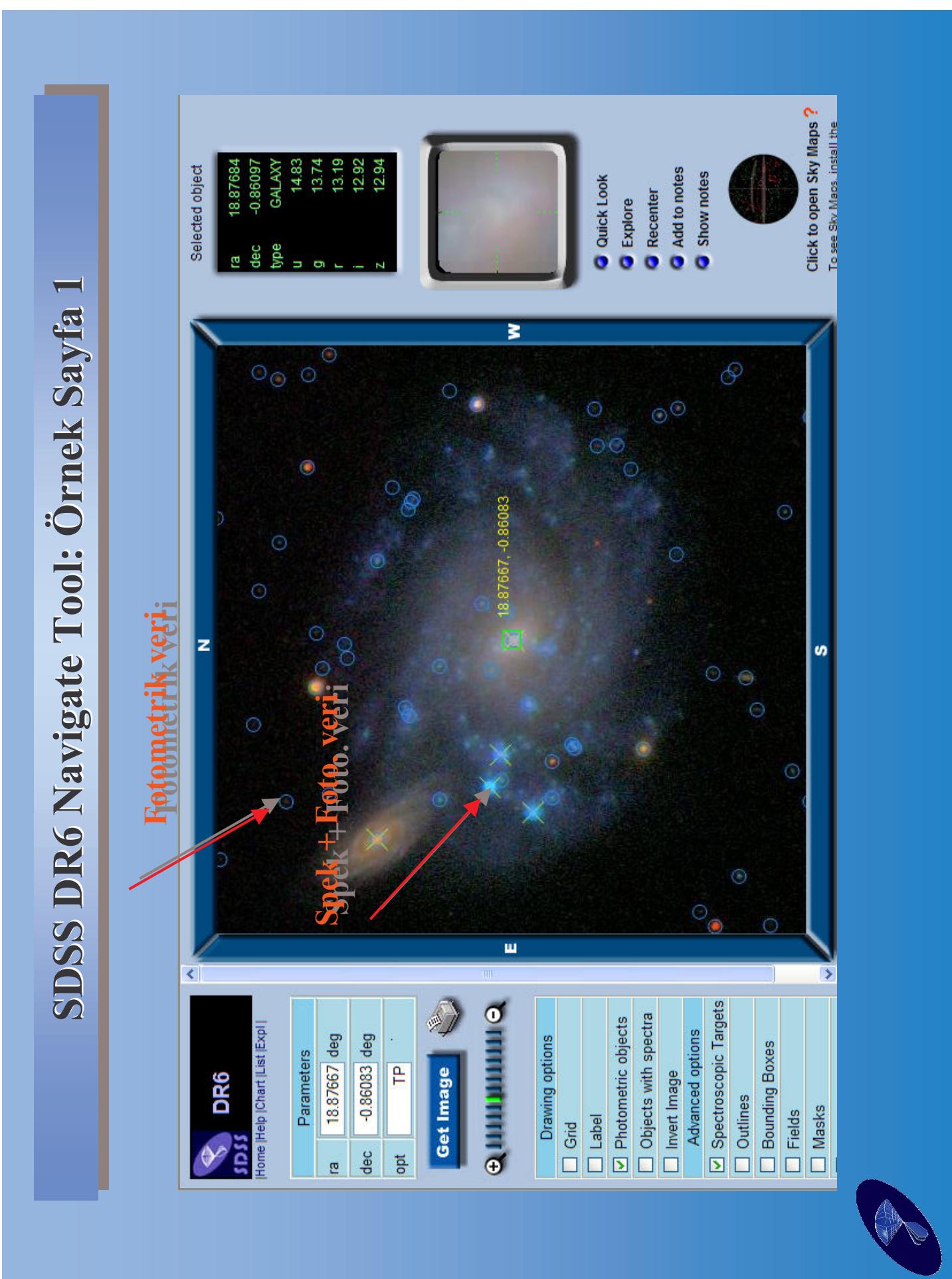
Subject headings: large-scale structure of universe — methods: data analysis



SDSS den veri almak

- SDSS Skyserver: (<http://cas.sdss.org/dr6/en/tools/>)
 1. **SDSS DR6 Finding Chart Tool:** İstenen bir cismin JPEG görüntüsü geliyor.
 2. **SDSS DR6 Navigate Tool:** İstenen bir cismin interaktif çalışması yapılıyor.
 3. **SDSS DR6 Image List Tool:** Çoklu cisim verileri girilerek “küçük” görüntüleri ekran'a getiriliyor.
 4. **Quick Look:** İstenen cisim hakkında temel parametreler ekran'a çıkıyor (temel veri, yıldız/galaksi, kırmızıya kayma, spektrum vb)
 5. **Explorer:** Tek tek cisimlerin farklı özelliklerine ulaşlıyor.
 6. SQL veya WEB tabanlı veri isteği...





SDSS DR6 SQL WEB Form: Örnek Sayfa 2

DR6 Tools

SQL Search

Please note: To be fair to other users, queries run from SkyServer search tools are restricted in how long they can run and how much output they return, by **timeouts** and **row limits**, please see the [Query Limits help page](#). To run a query that is not restricted by a timeout or number of rows returned, please use the [CasJobs batch query service](#).

```
-- Please read the note above regarding query limits and spatial queries
select top 10 objid,ra,dec,u,g,r,i,z
from PhotoObj
where
    u between 0 and 19.6
    and g between 0 and 20
```

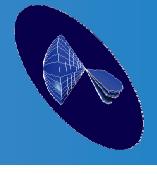
Check Syntax Only? Submit HTML XML CSV Reset

Object Crossid
CasJobs

Getting Started
Famous places
Get images
Scrolling sky
Visual Tools
Search
- Radial
- Rectangular
- Search Form
- Query Builder
- SQL

To find out more about the database schema use the [Schema Browser](#).

For an introduction to the Structured Query Language (SQL), please see the [Searching for Data](#) How-To tutorial. In particular, please read the [Optimizing Queries](#) section. If your query is timing out or running much slower than you think it should, please see also the [the Bookmark Lookup bug](#) section of the SQL Intro.



Türkiye & SDSS

- CV hakkında : 1 adet yayın
- Kalibrasyonlar : 4 adet yayın
- Galaksi Modelleri : 4 adet yayın

Not: Yayınlar 2005 den bugüne kadar...

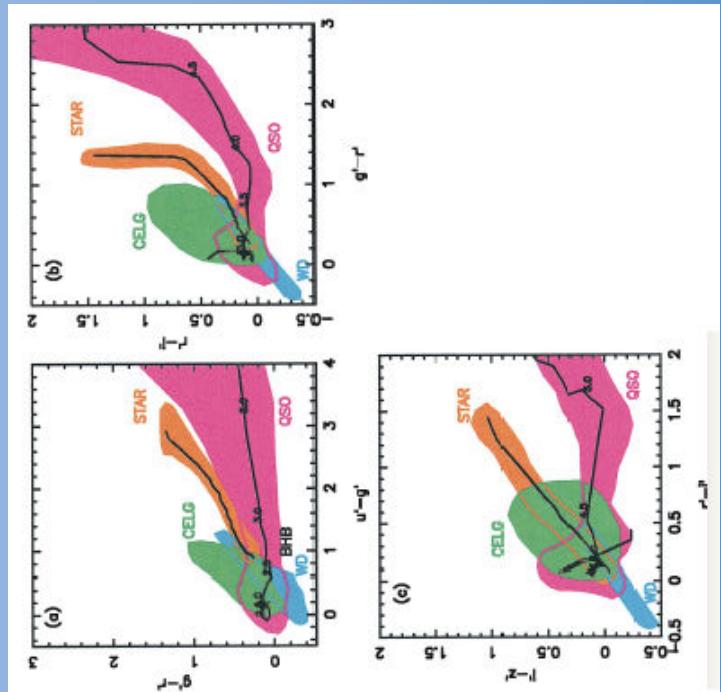
• Evrenin haritası yeniden şekillendirilirken,
neler yapabiliriz?

• Acaba yine fırsatları kaçardık mı?



Neler yapılabilir?

- Renk uzaylarından (ug, gr, ri, iz) yeni tür cisimler keşfedilebilir.
- Renk uzaylarından kuazar, beyaz cüce, kahverengi cüce, metalce çok fakir yıldızlar, vb cisimler keşfedilebilir.
- Yeni tür cisimlerin çok renk verileri bir araya getirilebilir (Virtual Observatory).
- Sönüklük cüce galaksiler aranabilir.
- Fotometrik sistemler arasında dönüşüm formülleri elde edilebilir.
- Aday gökcisimleri SDSS veri tabanından belirlenerek, TUG veya Üniversite gözlemevlerinden tekrarlı gözlemleri yapılabilir.



Cataclysmic variables (CVs) using colors

-- Search for Cataclysmic Variables and pre-CVs with White Dwarfs and
-- very late secondaries. Just uses some simple color cuts from Paula Szkody.
-- Another simple query that uses math in the WHERE clause

```
SELECT run,  
       camCol,  
       rerun,  
       field,  
       objID,  
       ra, dec  
     , u, g, r, i, z,  
     -- just get some basic quantities  
     -- From all primary detections, regardless of class  
FROM PhotoPrimary  
WHERE u - g < 0.4  
      AND g - r < 0.7  
      AND r - i > 0.4  
      AND i - z > 0.4  
      -- that meet the color criteria
```

