YILDIZLARARASI ORTAM

Serdar Evren

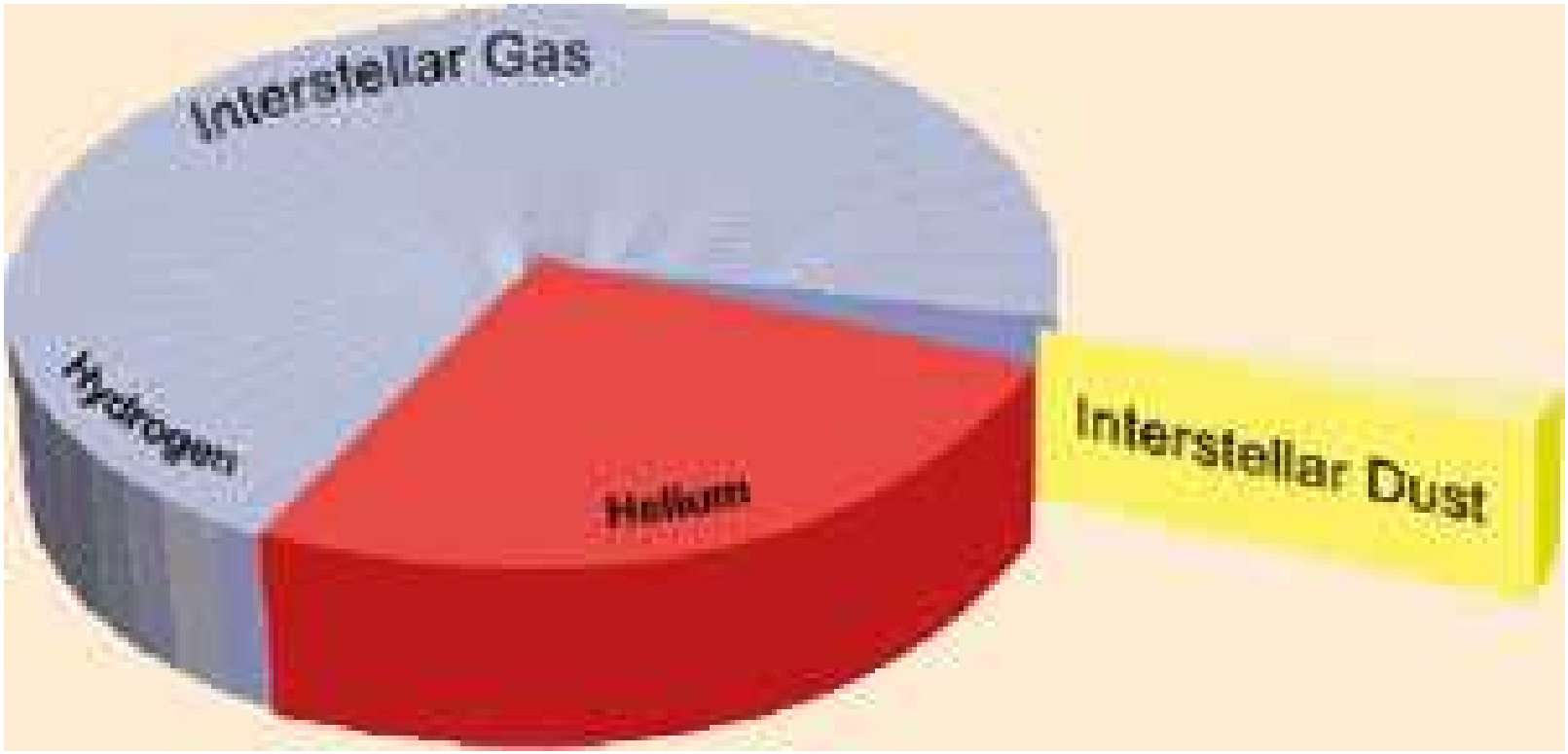
Astronomiye Giriş II - 2015

- Samanyolu gibi bir gökadadaki yıldızlar arasında ortalama 2-3 parsek uzaklık vardır. Yıldızlar arasındaki uzay yayılmış madde ile doludur. Bu maddenin kütlesi kendi gökadamız için, yıldızların toplam kütlesinin onda biri kadardır.

- Yıldızlararası ortam (YAO) ve yıldızlar birbirinden çok ayrı iki bölge gibi düşünülemez. Çünkü, yıldızlar bu ortam içinde doğar ve evrimleşir.

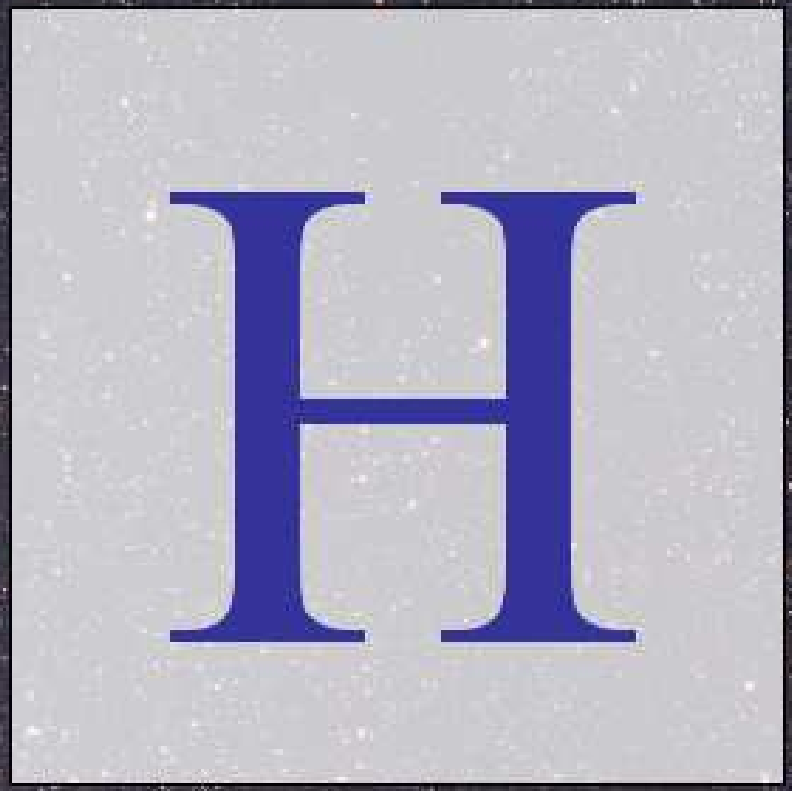
- YAO bir yerden bir yere değişir ve birçok formda gözlenir. Gözle görülmeyen karanlık bulutlar parlak Samanyolu arasında ancak belli olur. Gökyüzünün bu bölgelerinde yoğun yıldız bulutlarını görmemizi engelleyen büyük gaz ve toz kütleleri bulunur.

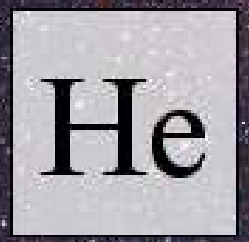
Yıldızlararası ortamın bileşenleri: Gaz ve Toz



http://www-ssg.sr.unh.edu/ism/what1.html

Elementlerin uzaydaki bollukları elementlerin sembollerinin gösterildiği alanlarla orantılıdır.





- Uzun bir süredir bilinen gaz bulutsular yıldızlararası gazın diğer bir görünüşüdür. Burada genelde sıcak yıldızlar bulunur. Bu yıldızlardan çıkan ışınım gazı iyonlaştırır (H II bölgeleri) veya ortamdaki tozun parlamasına yol açar (Yansıma Bulutsusu).

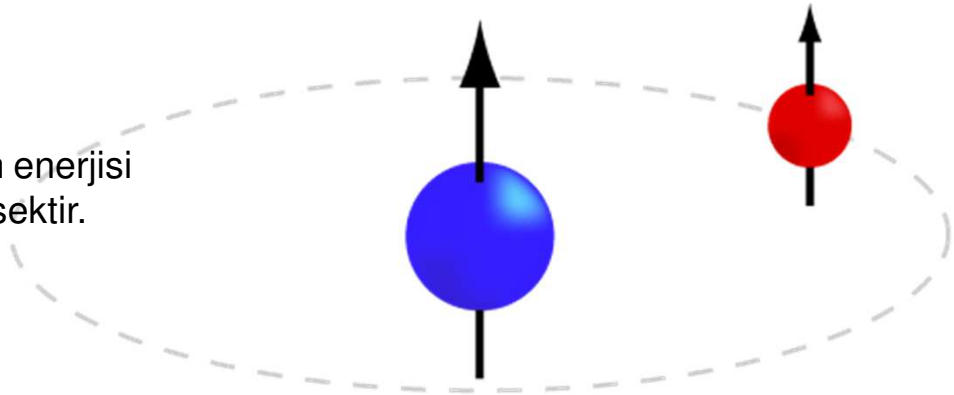
- Gözlemler, yıldızlararası gazın çoğu yerde yıldızlararası bulut formunda yoğunlaştığını ve çalkantılı hareketler gösterdiğini ortaya koymuştur. Yıldızlararası madde (YAM) sıcak yıldızların tayfında görülen soğurma çizgilerinden (Na, K gibi) giderek dolaylı yoldan da saptanabilir.

- Gözlemlere göre yıldızlararası gaz (YAG) dağınık bir yol izleyerek ortalama 10 km/s' lik bir hızla hareket etmektedir. Bu sürekli hareket bulutların çarpışıp birleşmesine veya parçalanmasına neden olur.

- YAO üzerine en iyi bilgi edinmenin bir yolu da gaz tarafından salınan radyo dalgalarının gözlemidir.

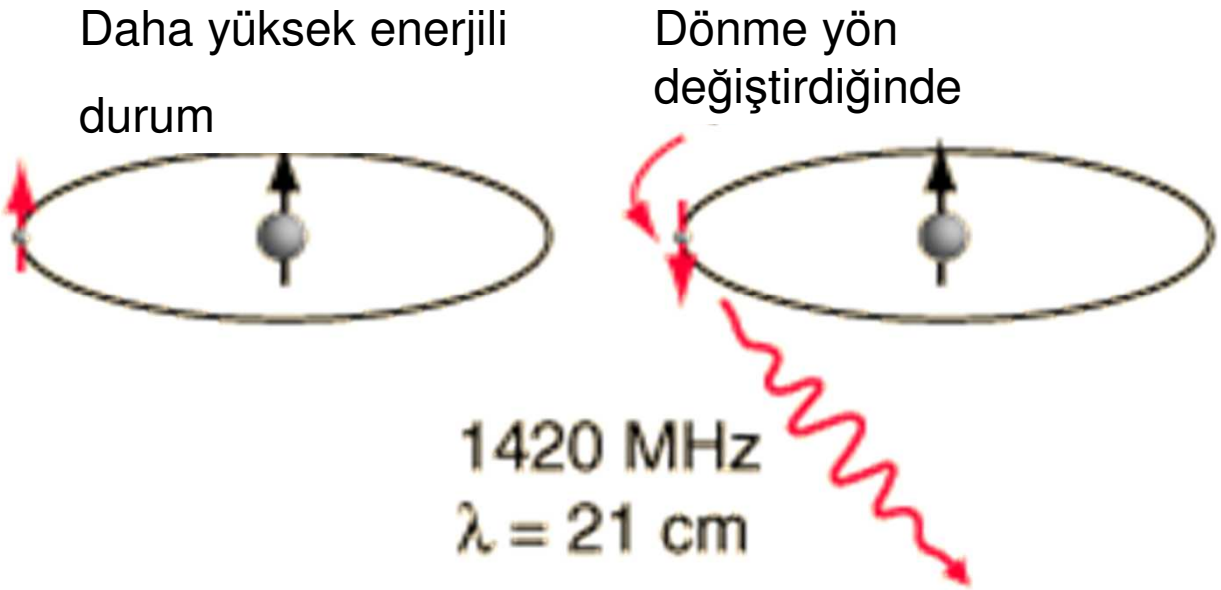
- Hidrojen, düşük sıcaklık ve yoğunluklarda 21.11 cm dalgaboyunda ışınım salar. Uzayda her yüz atomdan doksanı hidrojen atomudur. 21.11 cm dalgaboyundaki gözlemler gökadamızın hidrojence zengin bölgelerinin haritasını çıkarmamıza olanak tanır.

Bir protonla aynı dönme yönüne sahip bir elektronun enerjisi zıt yönlü olandan daha yüksektir.



- Bu gözlemler sonucunda hidrojenin, gökadanın diski yerine merkez bölgede ve dört sarmal kolda yoğunlaştığı görülmüştür.

21-cm Nötr Hidrojen Çizgisi



http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/h21.html

- Bunların dışında daha büyük kütleli, daha yoğun ve daha soğuk olan moleküler bulutlar da vardır. Milimetre dalgaboyunda yapılan gözlemler bunların varlığını ortaya koymaktadır.

- Bunlar moleküller içeren yıdızlararası gaz yapılardır. İçlerinde 60' dan fazla molekül ve radikal türü bulunmuştur. En bol bulunanı doğal olarak hidrojen molekülüdür (H_2).

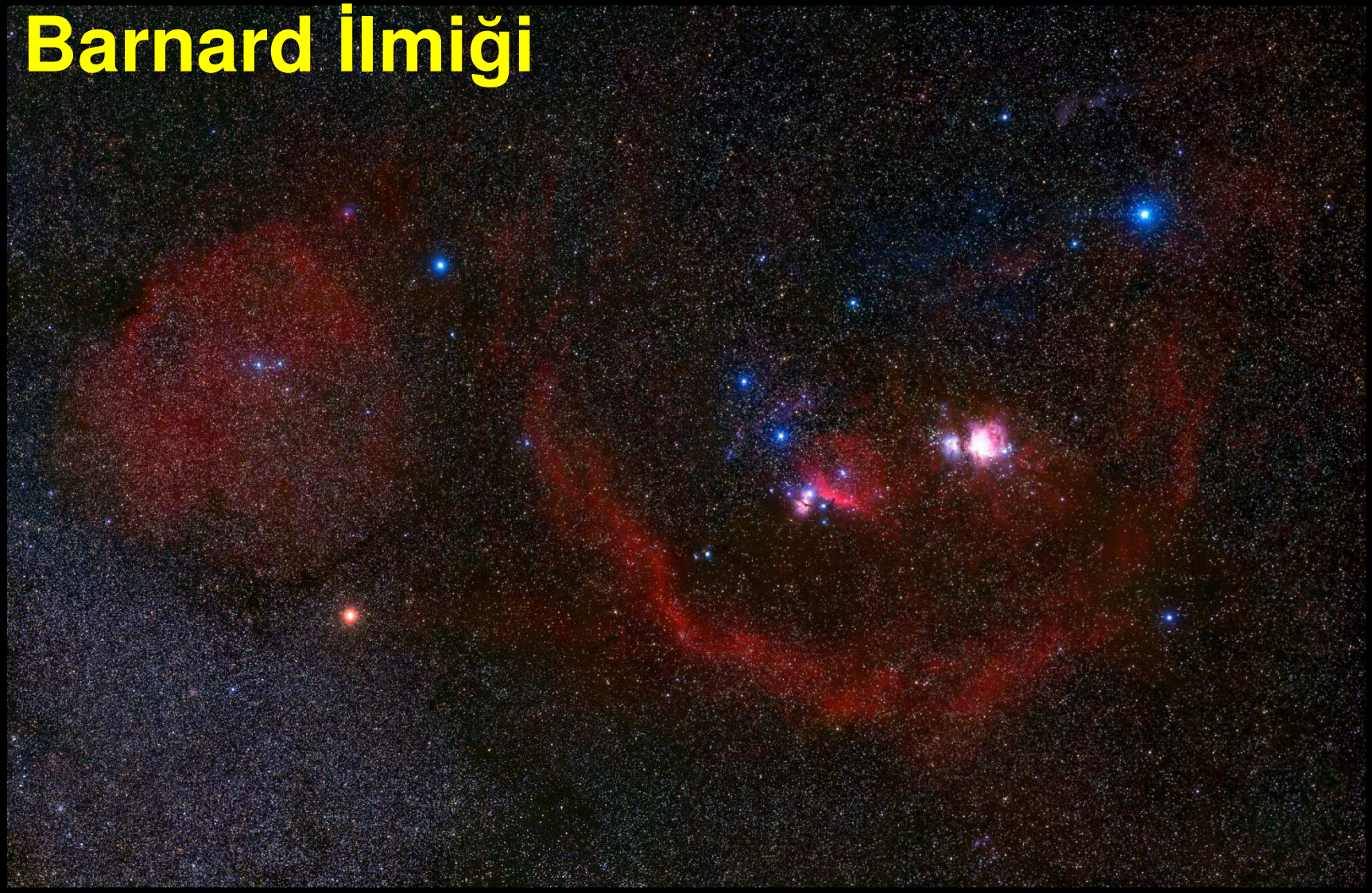
- Bazı moleküler yapıların kütleleri 500 000 $M_\odot$' i aşarken merkez bölgelerindeki yoğunluk cm^3' de 10 000 parçacıktan daha fazla olabilir.

- Sıcaklık ise 10 K' den daha düşüktür. Yaşları bilinmemektedir. Çok büyük kütlelere sahip olduklarından kendi çekim kuvvetleri altında çökeceklerdir. Kızılöte gözlemleri bu bölgelerde bugün yıldız oluşumlarının olduğunu göstermektedir. YAO'ın kütlesinin yarısı moleküler bulut biçiminde yoğunlaşmıştır.

GAZ BULUTSULAR

- Bulutsular, yıldızlararası uzaydaki maddenin varlığını gösteren en açık işaretlerdir. Gökadamızda yüzlercesi sayılmıştır. Gökada diskimizin yakınlarına dağılmışlardır. Birbirlerinden ayrılan dört tür bulutsu vardır:
  - H II bölgeleri veya İyonlaşmış Hidrojen Bölgeleri,
  - Yansıma bulutsuları,
  - Gezegenimsi bulutsular,
  - Süpernova kalıntıları.

Orion'un Kuşağı etrafında görülen Barnard İlmiği

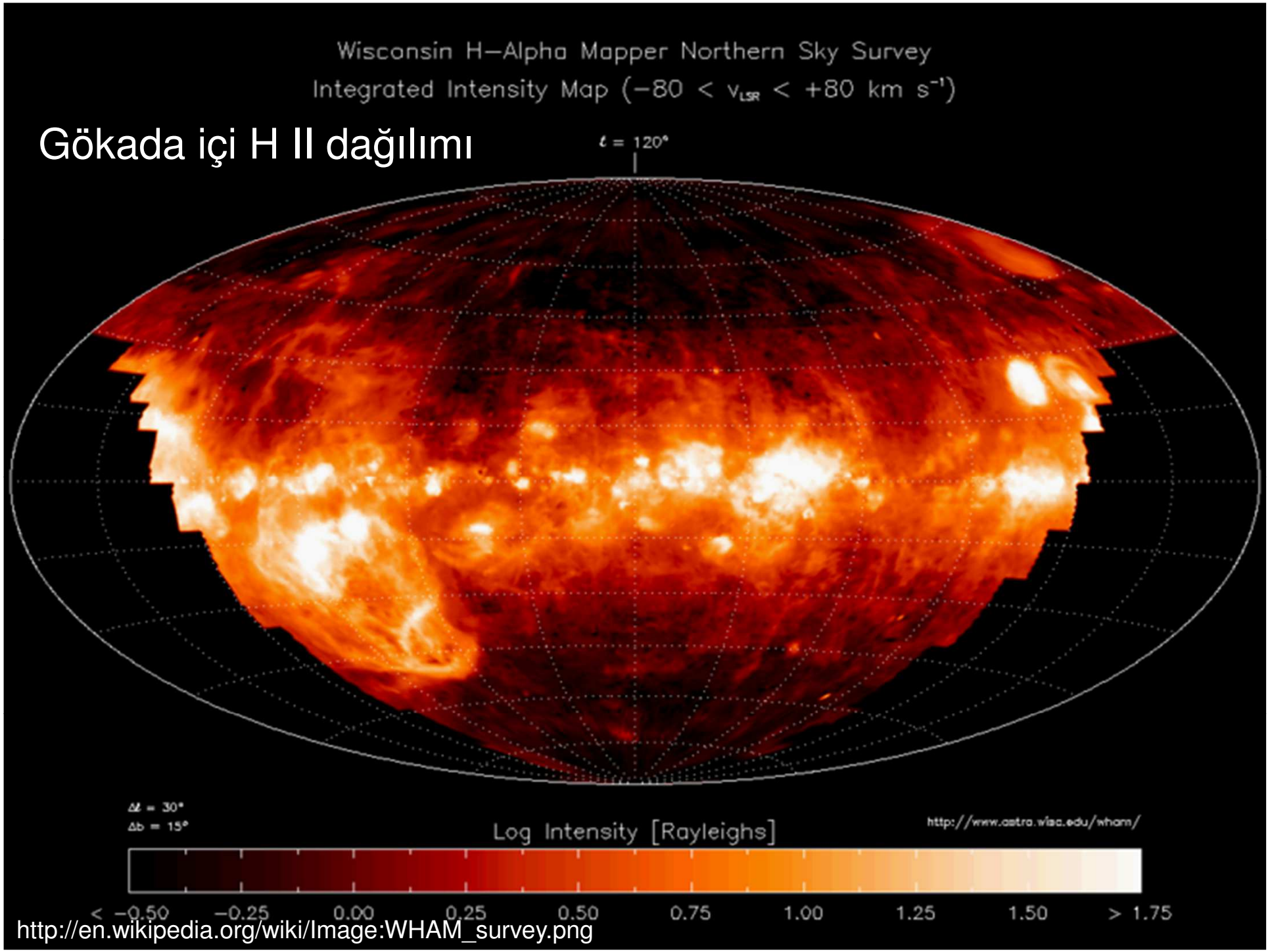


http://www.sai.msu.su/apod/ap050420.html

H II Bölgeleri

- H II bölgeleri, çok büyük kütleli, çok sıcak ve çok yeğin moröte ışınımı salan O türü yıldızlar tarafından oluşur.
- Yeğin moröte akı gaz baloncuklarının sıcaklığını 10 000 K'e kadar yükselterek ısıtır ve iyonlaştırır.
- Bulutun kalbinde bulunan bu sıkışık H II bölgeleri başlangıçta kendini göstermez. Genellikle sıcak tozdan salınan kızılöte ve radyo dalgalarıyla saptanabilir.
- Daha sonra baloncukların basıncı YAO' ın basıncından daha yüksek olur ve iyonlaşmaya başlayarak optik olarak görünür.

Gökada içi H II dağılımı



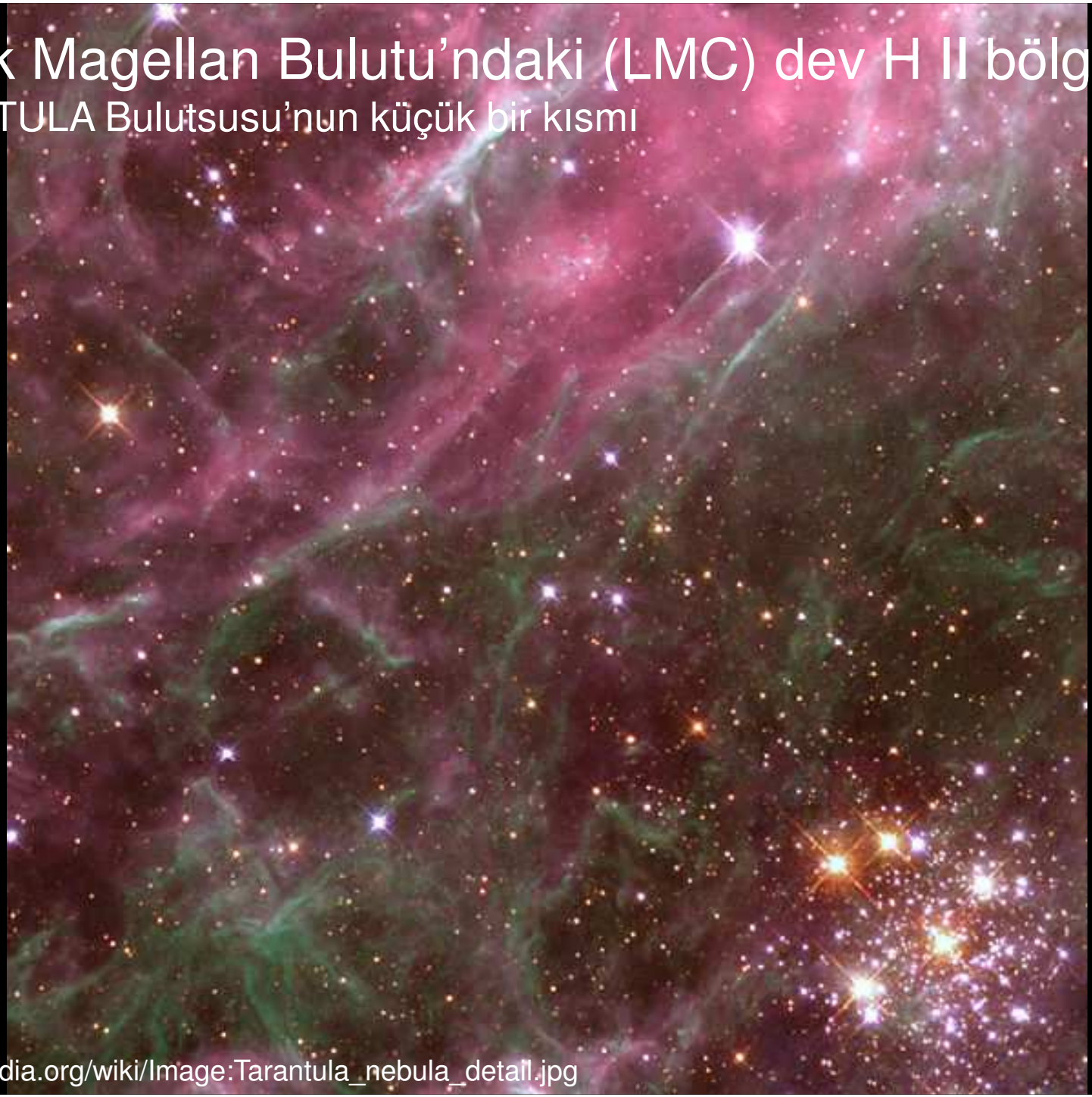
http://en.wikipedia.org/wiki/Image:WHAM_survey.png

Whirlpool Gökada'nın kollarında H II bölgeleri (kırmızı bölgeler)

http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Messier51.jpg

Büyük Magellan Bulutu'ndaki (LMC) dev H II bölgeleri

TARANTULA Bulutsusu'nun küçük bir kısmı



http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Tarantula_nebula_detail.jpg

Sh2-242; Taurus takımyıldızındaki Simeis 147 süpernova kalıntısının güneydoğusunda bulunan dev bir molekül bulut kenarındaki küçük bir H II bölgesi

http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/HII.html

Yansıma Bulutsuları

- Yansıma bulutsuları tamamen farklı bir kökene sahiptir. Bu bölgeler yıldızlararası tozca zengindir ve yakınlardaki parlak yıldızlardan gelen ışığı yayarlar.

- Mavimsi renkleriyle karekterize olurlar. Mikrometrenin onda biri boyutlarına sahip toz parçacıkları mavi ışığı kırmızı ışıktan daha çok yansıtarak, daha kolay görünmelerine neden olurlar.

- Aynı neden, sigara dumanının dolaylı olarak aydınlatıldığı zaman mavi görünmesinde de geçerlidir. Fakat ışık, dumanın arasından geçirildiğinde sigara dumanı kırmızı renkte görünür.

Ülker açık yıldız kümesindeki yansıma bulutları

M42 ORION Bulutsusu

http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/1995/45/image/a/format/large_web/

M20 TRIFID Bulutsusu

http://www.astrocruise.com/m20.htm

Kızılötede

Gezegenimsi Bulutsular

- Gezegenimsi bulutsuların adı onların teleskoptaki disk-benzeri görüntülerinden dolayı verilmiştir.
- Aslında, H II bölgeleri gibi merkezlerindeki çok sıcak yıldız tarafından iyonlaştırılan gaz bulutlardır. Parlak gaz merkezdeki yıldızın iyonlaşmış yüzey katmanlarının fırlatılması sonucunda oluşmuştur.
- Gezegenimsi bulutsular H II bölgelerine karşıt olarak sarmal kollarda bulunurlar. Orta kütleli dev yıldızların evrimlerinin son basamaklarıdır.

ESKİMO Gezegenimsi Bulutsusu

http://apod.nasa.gov/apod/ap031207.html

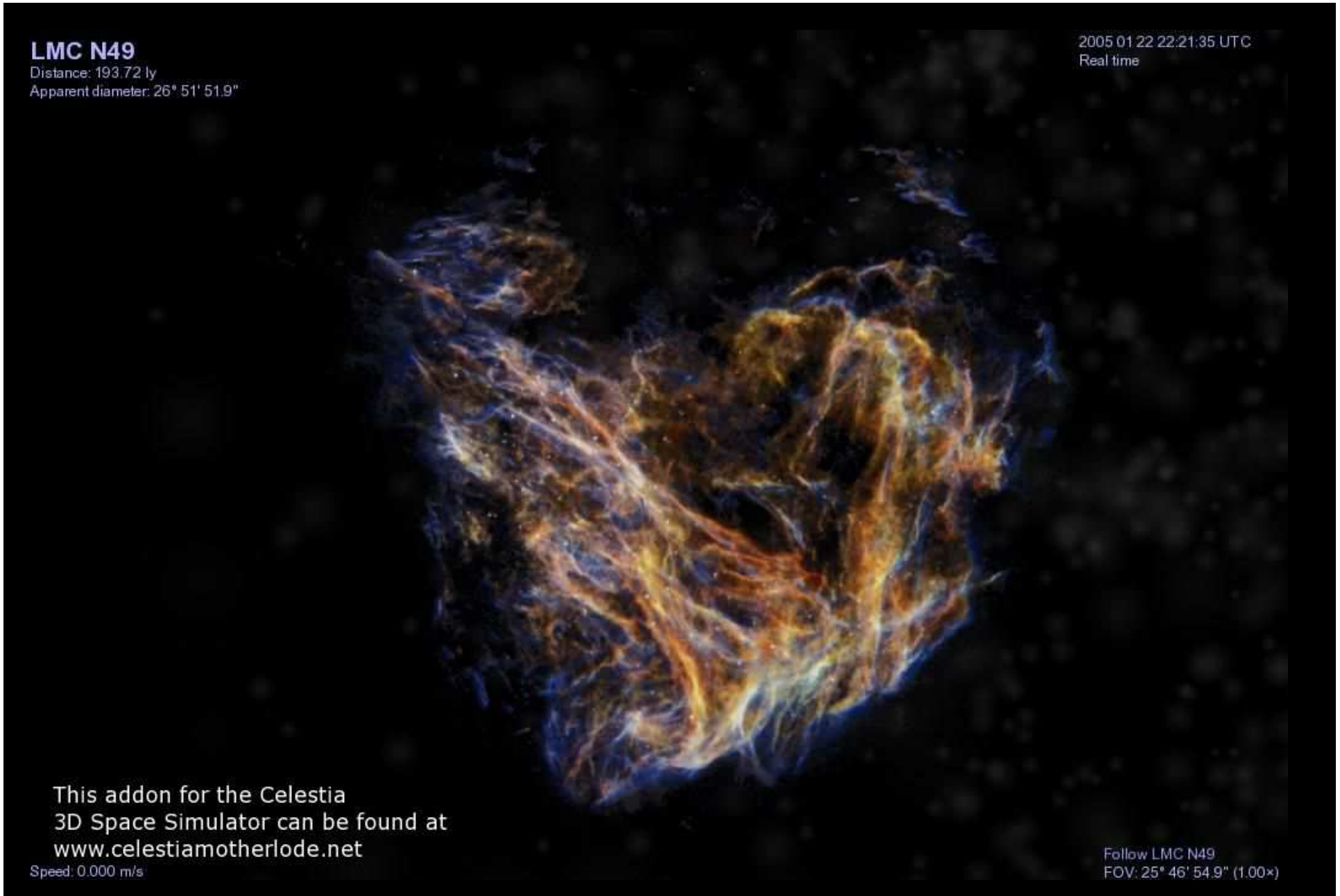
ESKİMO Gezegenimsi Bulutsusu

Süpernova Kalıntıları

- Süpernova kalıntısı (SNR) bir yıldızın ölümcül büyük patlamasının bir sonucudur. Kalıntı terimini kullanmak aslında hatalıdır. Çünkü, ışık salan bu bölge bir yıldızın kütlesinden daha büyük kütleli gaz içerir ve yeni yıldızların oluşumuna fayda sağlar.

- Patlama sonucu serbest kalan büyük enerji miktarı büyük hızlarla ilerleyen bir şok dalgası üretir. Bu durum genç bir kalıntıda sıcaklığın bir milyon Kelvin' den daha fazla artmasına ve elektromanyetik tayfın her bölgesinde ışınım yaymasına neden olur.

- Yaşlandıkça, SNR soğur ve ortamla aynı sıcaklığa sahip olur. Bazı büyük boyutlu yaşlı kalıntılarda filament yapılı kabuklar görülür. Burada yoğunluk yüksektir ve filamentlerin optik olarak görünmesini sağlar.



http://www.celestiamotherlode.net/catalog/images/screenshots/
various/nonmessiernebulae_LMC_N49_Supernova_remnan_1__Reinhard_F.jpg

MOLEKÜLER BULUTLAR

- Moleküller YAO'da ilk defa 1937 yılında F. Adams tarafından 400 nm dalgaboyunda parlak yıldızların tayfında CN, CH^+ ve CH radikallerinden alınan soğurma çizgileri olarak gözlenmiştir. Bu çizgiler çok dardır ve ancak düşük sıcaklıklarda elde edilebileceklerinden gözlenen yıldızların genişlemiş atmosferlerinde bulunamazlar.

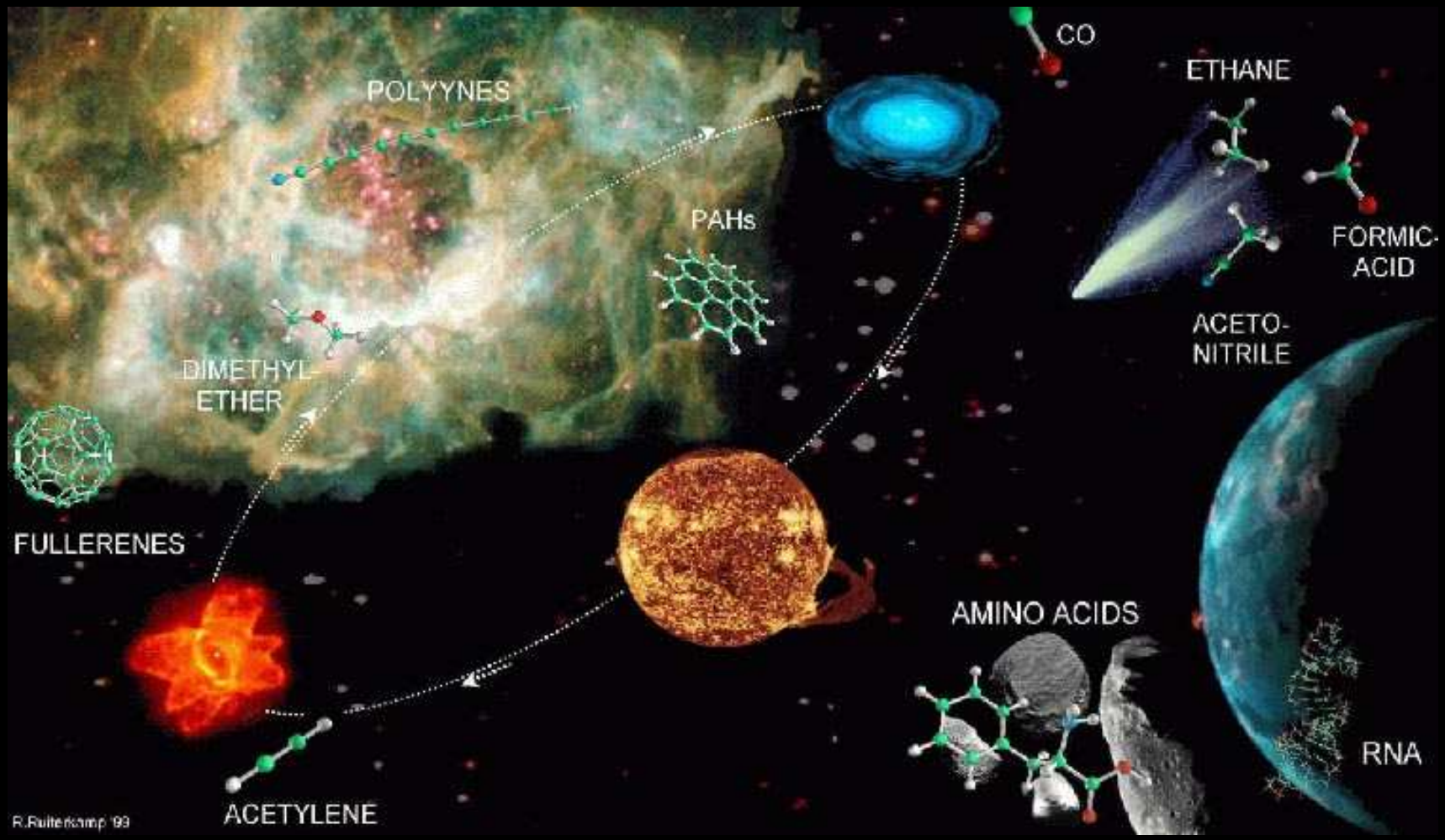
- Moleküllerin saptanması günümüzde radyo astronomi teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. 1963 yılında gökadamız merkez doğrultusunda hidroksil (OH) radikali bulundu.

- Yıldızlararası moleküller üzerine yapılan çalışmalar 1968'den sonra yoğunluk kazanmıştır. Santimetre ve milimetre dalgaboylu gözlemlerle elliden fazla molekülün varlığı saptamıştır. Uzayda bulunan bir çok molekül (alkol, asit gibi) canlılarda bulunan moleküllerden daha az karmaşık yapıdadır.

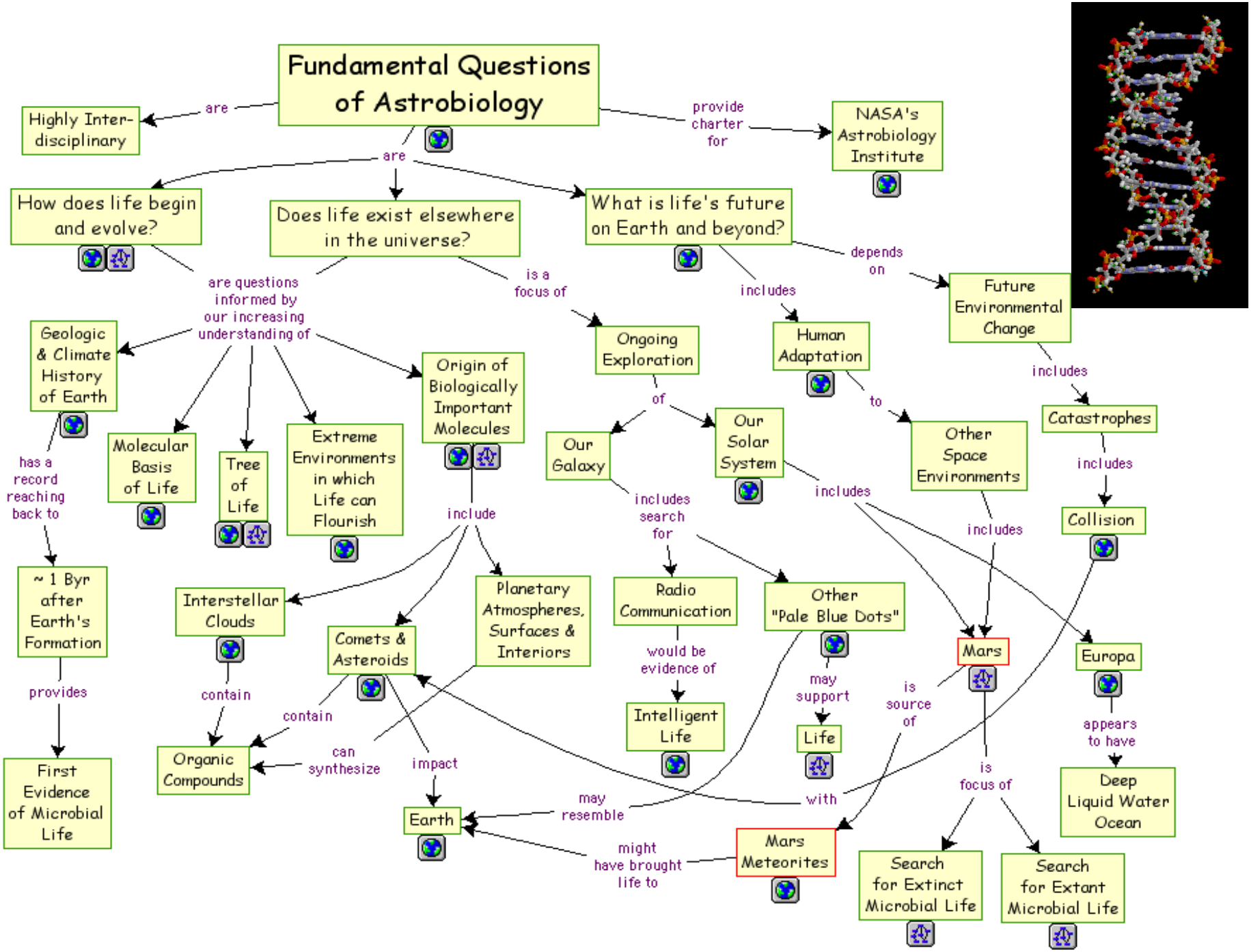
Uzayda gözlenen moleküllerin listesi

Number of Atoms										
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12+
H_2	C_3	c-C_3H	C_5	C_5H	C_6H	CH_3C_3N	CH_3C_4H	CH_3C_5N?	HC_9N	C_6H_6
AlF	C_3H	l-C_3H	C_4H	l-H_2C_4	CH_2CHCN	$HCOOCH_3$	CH_3CH_2CN	$(CH_3)_2CO$		$HC_{11}N$
AlCl	C_2O	C_3N	C_4Si	C_2H_4	CH_3C_2H	CH_3COOH?	$(CH_3)_2O$	NH_2CH_2COOH?		PAHs
C_2	C_2S	C_3O	l-C_3H_2	CH_3CN	HC_5N	C_7H	CH_3CH_2OH			C_{60}"?
CH	CH_2	C_3S	c-C_3H_2	CH_3NC	$HCOCH_3$	H_2C_6	HC_7N			
CH^+	HCN	C_2H_2	CH_2CN	CH_3OH	NH_2CH_3	$HOCH_2CHO$	C_8H			
CN	HCO	CH_2D^+"?	CH_4	CH_3SH	c-C_2H_4O					
CO	HCO^+	HCCN	HC_3N	HC_2NH^+						
CO^+	HCS^+	$HCNH^+$	HC_2NC	HC_2CHO						
CP	HOC^+	HNCO	HCOOH	NH_2CHO						
CSi	H_2O	HNCS	H_2CHN	C_5N						
HCl	H_2S	$HOCO^+$	H_2C_2O							
KCl	HNC	H_2CO	H_2NCN							
NH	HNO	H_2CN	HNC_3							
NO	MgCN	H_2CS	SiH_4							
NS	MgNC	H_3O^+	H_2COH^+							
NaCl	N_2H^+	NH_3								
OH	N_2O	SiC_3								
PN	NaCN	CH_3								
SO	OCS									
SO^+	SO_2									
SiN	c-SiC_2									
SiO	CO_2									
SiS	NH_2									
CS	H_3^+									
HF	H_2D^+									

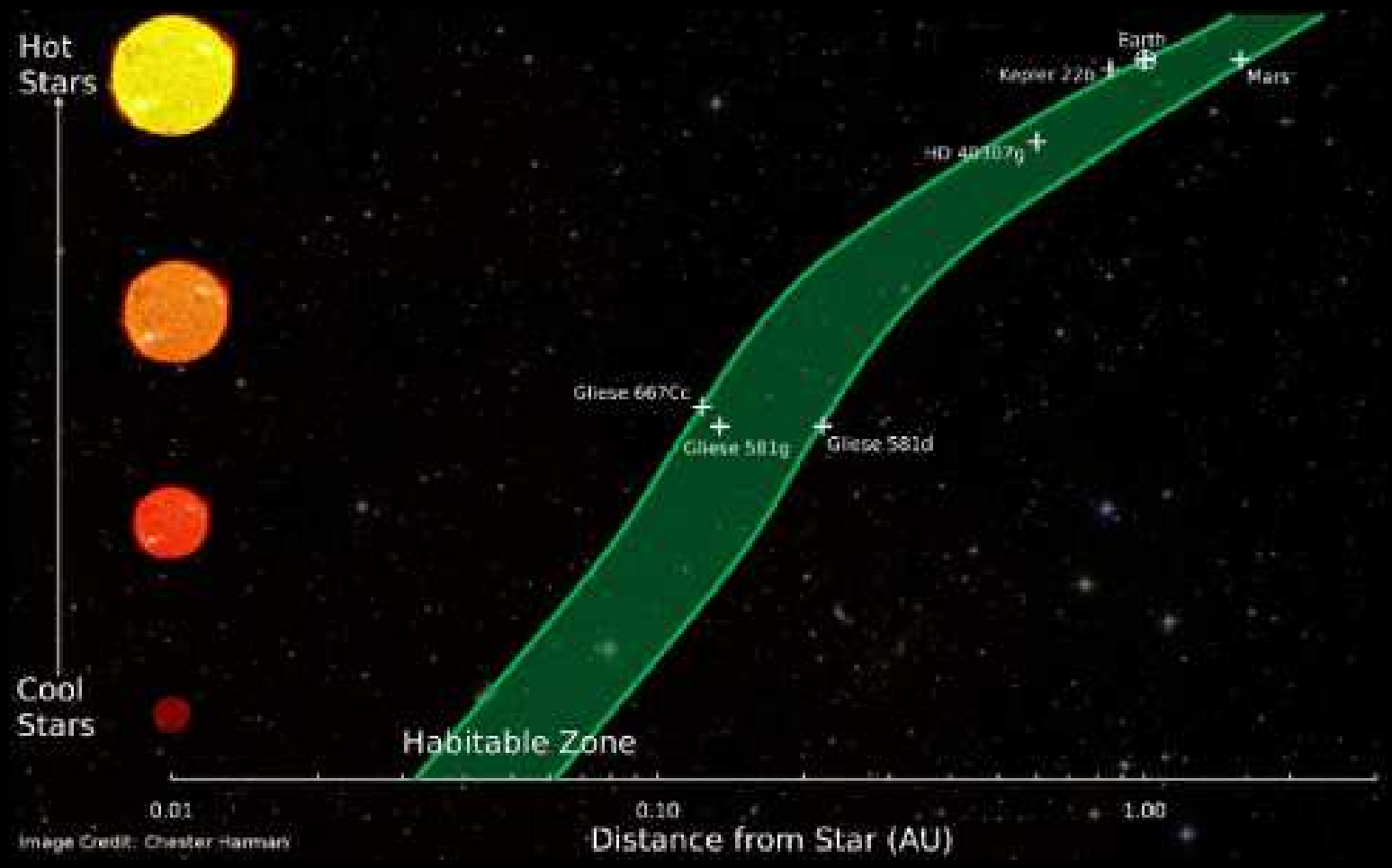
Astrokimya ve Astrobiyoloji



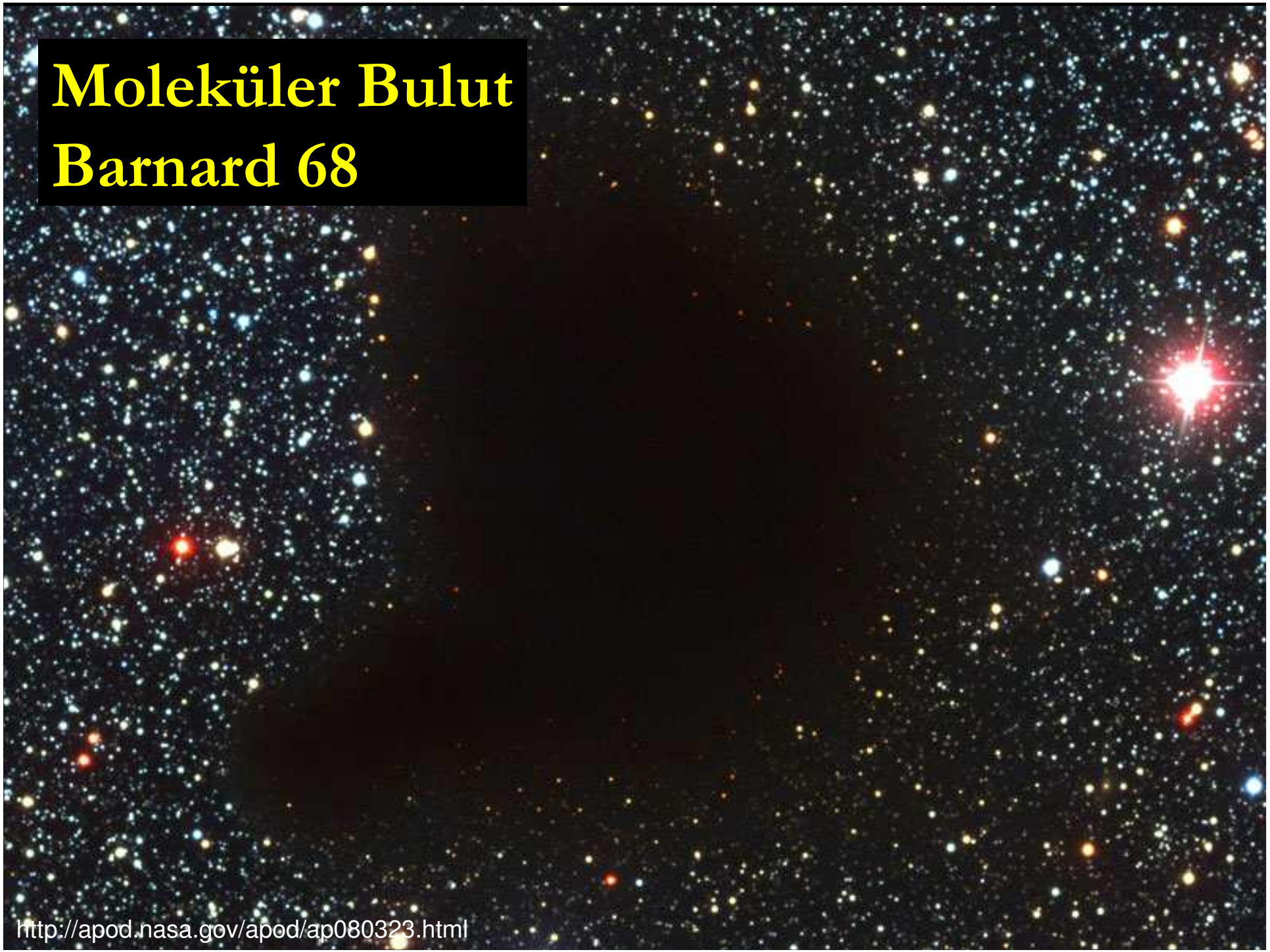
http://science.gsfc.nasa.gov/solarsystem/astrochemistry/

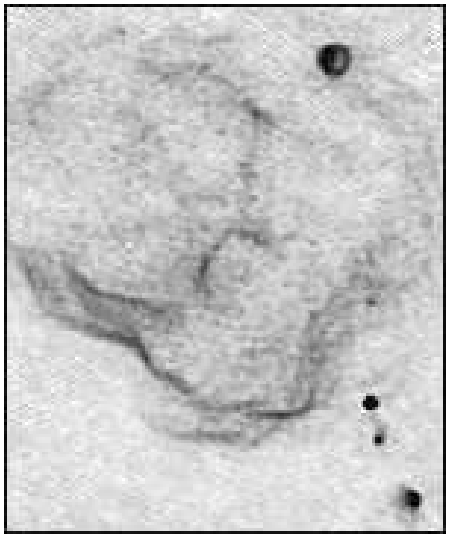

Fundamental Questions of Astrobiology
are
Highly Inter-disciplinary
provide charter for
NASA's Astrobiology Institute
are
How does life begin and evolve?
Does life exist elsewhere in the universe?
What is life's future on Earth and beyond?
are questions informed by our increasing understanding of
Geologic & Climate History of Earth
Molecular Basis of Life
Tree of Life
Extreme Environments in which Life can Flourish
Origin of Biologically Important Molecules
has a record reaching back to
~ 1 Byr after Earth's Formation
provides
First Evidence of Microbial Life
include
Interstellar Clouds
Comets & Asteroids
Planetary Atmospheres, Surfaces & Interiors
contain
Organic Compounds
can synthesize
impact
Earth
is a focus of
Ongoing Exploration
of
Our Galaxy
Our Solar System
includes search for
Radio Communication
would be evidence of
Intelligent Life
Other "Pale Blue Dots"
may support
Life
may resemble
with
might have brought life to
Mars Meteorites
includes
Human Adaptation
to
Other Space Environments
includes
Mars
is source of
is focus of
Search for Extinct Microbial Life
Search for Extant Microbial Life
depends on
Future Environmental Change
includes
Catastrophes
includes
Collision
Europa
appears to have
Deep Liquid Water Ocean

Yaşanabilir bölgeler



https://astrobiology.nasa.gov/


Moleküler Bulut
Barnard 68
http://apod.nasa.gov/apod/ap080323.html



- Moleküller daha çok büyük yıldızlararası bulutlar içinde çok bol olarak saptanmıştır. Dev moleküler bulut "**Sagittarius B2**" uzun bir süredir özel bir alan olarak incelenmektedir. Bilinen moleküllerin çoğu bu bölgeden oluşarak dışarı akmaktadır.

- Tahminlere göre şu anda, gökadamızdaki yıldızlararası gazın, yarı kütlesini moleküler formda içinde barındırmaktadır. Bu moleküllerden en bol olanı şüphesiz hidrojen molekülüdür.

- Ne yazık ki bu molekül; görsel, kızılöte ve radyo bölgesinde kolayca saptanabilecek kadar şiddetli bir çizgi değildir. Karbon monoksit (CO) molekülü kolayca saptanabilen H_2 molekülünden 100 000 kat daha az bolluğa sahip bir moleküldür.

- Moleküler gaz, üç değişik yıldızlararası toz türü içinde gözlenir:
  - Karanlık bulutlar,
  - Moleküler bulutlar,
  - Dev moleküler kompleksler.
- Bu üç bulut da çok büyük miktarda yıldızlararası toz içerir.

YILDIZLARARASI TOZ

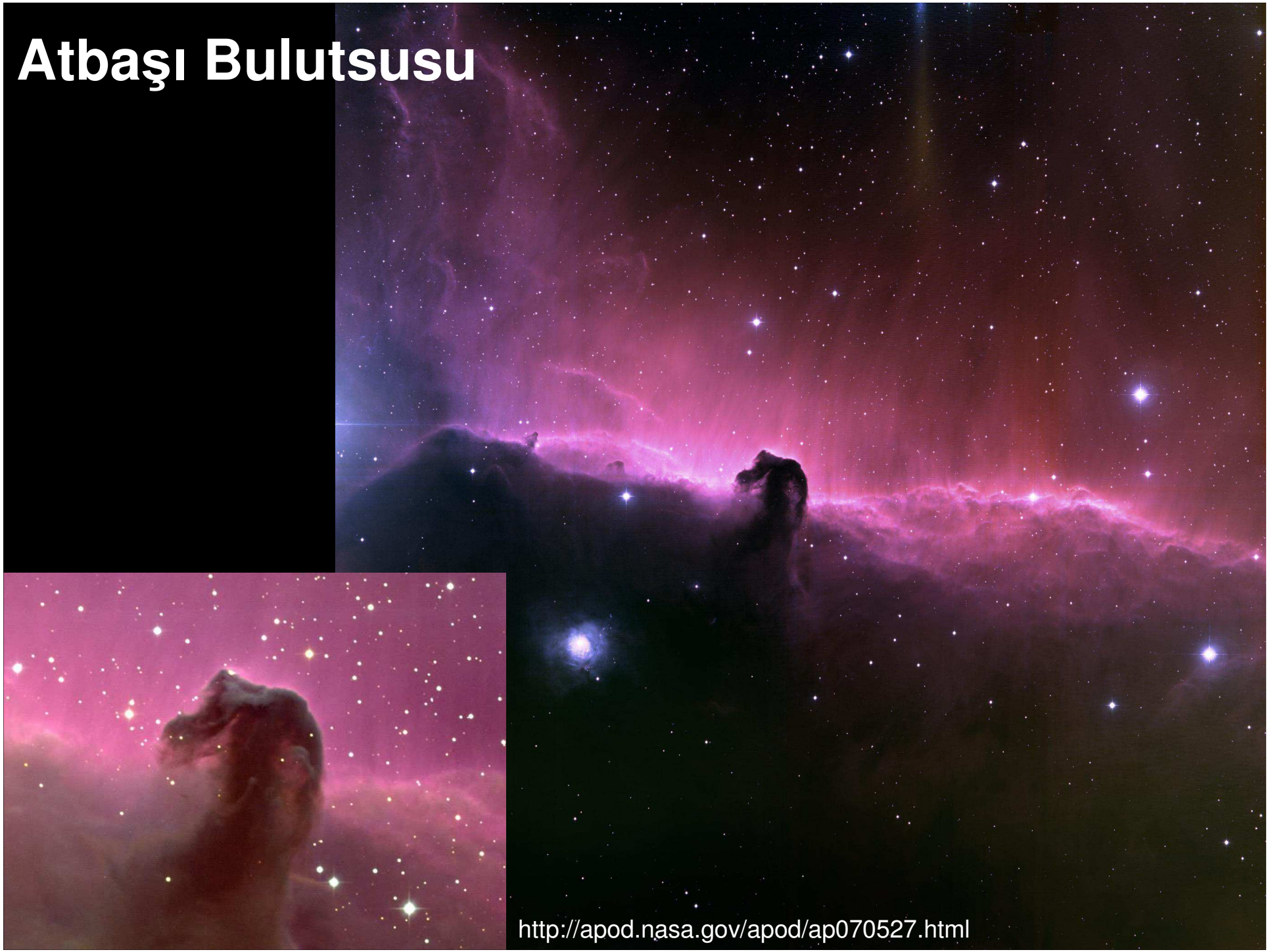
- YAM çoğunlukla gaz içermesine rağmen ince yapılı toz parçacıklara da sahiptir. Bu parçacıklar çok küçük ve YAM' nin kütlesinin %1-2'sinden biraz daha fazlasına sahip olmasına rağmen, astronomide önemli rol oynarlar.

- Aslında bunlar yıldızlardan gelen ışığı etkilerler ve evrende çok bulunan hidrojen moleküllerinin oluşum yerlerinde bulunurlar.

- Yıldızlararası toz ardalanda bulunan yıldızların ışığını engeller. Yıldızlararası sönükleştirme olarak bilinen bu soğurma olayı, toz parçacıkları tarafından ışığın kısmen soğurulması ve ışığın yayılma doğrultusunun değiştirilmesi, yani saçılmasıdır.

- Saçılma olayı aslında optikte bilinen ışığın kırılma olayıdır. Soğurma gibi yıldızdan gelen ışığın yeğinliğinin azalmasına neden olur. Bir yıldız tam bir toz bulutu arkasındaysa, yayılmış ışık bulutun bir kısmını aydınlatır. Buna daha önce de söz edildiği gibi yansıma bulutsusu (aslında saçılma bulutsusu adlandırılması daha iyidir) denir.

Atbaşı Bulutsusu



- Yıldızlararası sönükleştirme astronomide çok can sıkıcı bir olaydır. Çünkü, Samanyolu' ndaki toz, simetri düzlemi yakınındaki uzak yıldızlardan gelen ışığı engeller.

- Bundan başka Samanyolu, karanlık toz bantlardan dolayı bölünmüş parçalar halinde görünür. Yıldızlararası sönükleştirme dalgaboyuna kuvvetle bağlıdır.

- Yakın kızılötede zayıf, uzak kızılötede ve radyo bölgesinde hemen hemen yok gibidir. Sönükleştirme daha ziyade görsel ve özellikle de moröte ışıkta çok belirgindir. Bundan dolayı, gökadamız kızılötede görsel ışıktan daha geçirgendir.

- Yıldız ışığı yıldızlararası engellemeden dolayı değişir ve kızıllaşır. Bu renk değişimi ölçümü "**yıldızlararası kızıllaşma**" olarak bilinir. Bizimle gözlenen yıldız arasındaki tozun miktarını tahmin etmemize yardım eder. Bu miktar genelde yıldızlararası gaz miktarıyla orantılıdır.

YILAN (SNAKE) Karanlık Bulutsusu

http://apod.nasa.gov/apod/ap050521.html