

AST406

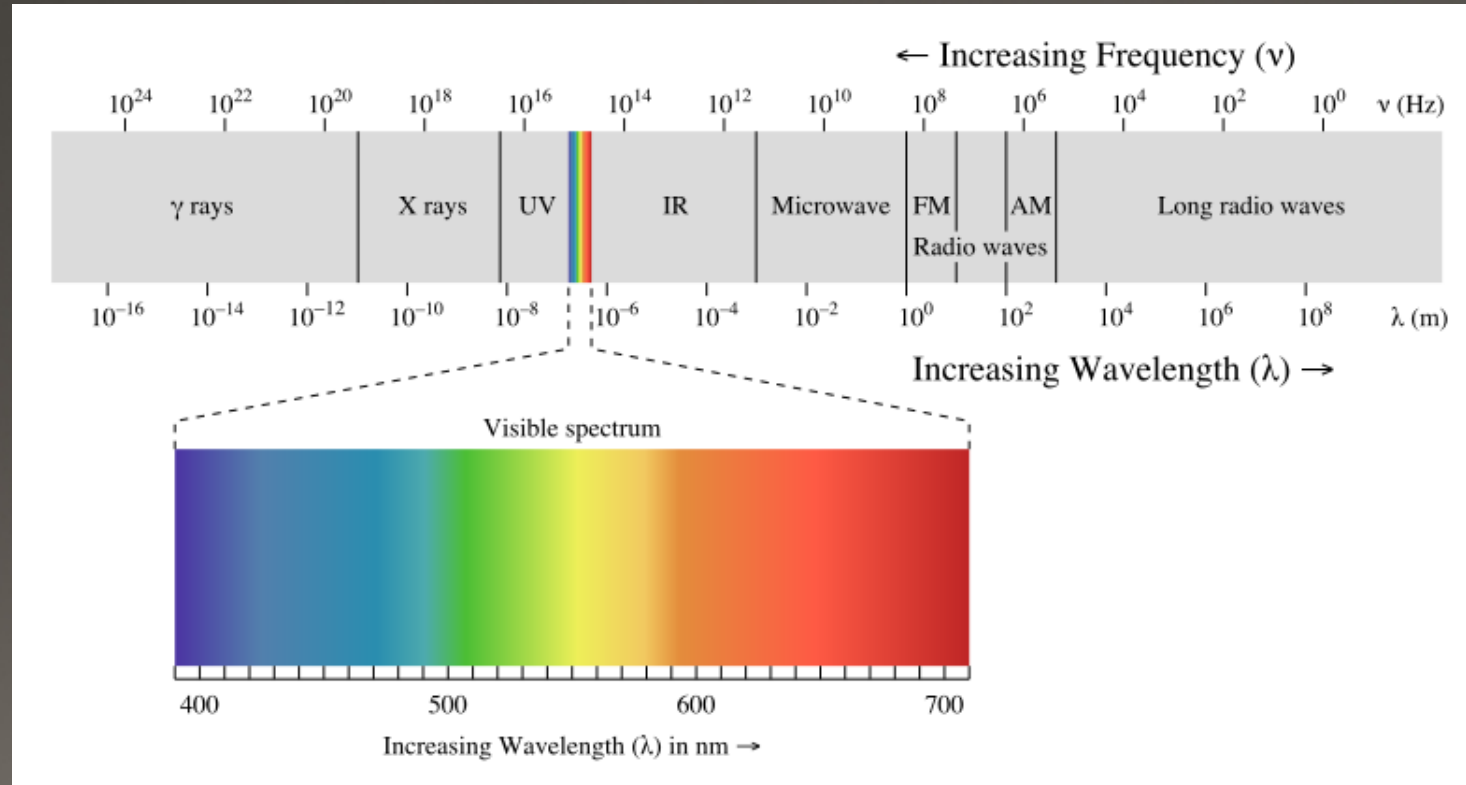
UZUN DALGA ASTRONOMİSİ

KAYNAKLAR

- Bernard F. Burke and Francis Graham-Smith, 1997, An Introduction to Radio Astronomy, Cambridge Univ. Press
- J. S. Hey, 1983, The Radio Universe, Third Edition, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt
- Chr. Sterken and J. Manfroid, 1992, Astronomical Photometry, A Guide, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London
- Zeki Aslan, 1982, Radyo Astronomi Ders Notları, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi Bölümü, Ankara
- http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/timeline/timeline_onepage.html
- The Invisible Universe, Gerrit L. Verschuur, 2007 Springer Science+Business Media, LLC, ISBN-10: 0-387-30816-4
- Tools of Radio Astronomy, Thomas L. Wilson, Kristen Rohlfs ve Susanne Hüttemeister, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009, ISBN: 978-3-540-85121-9

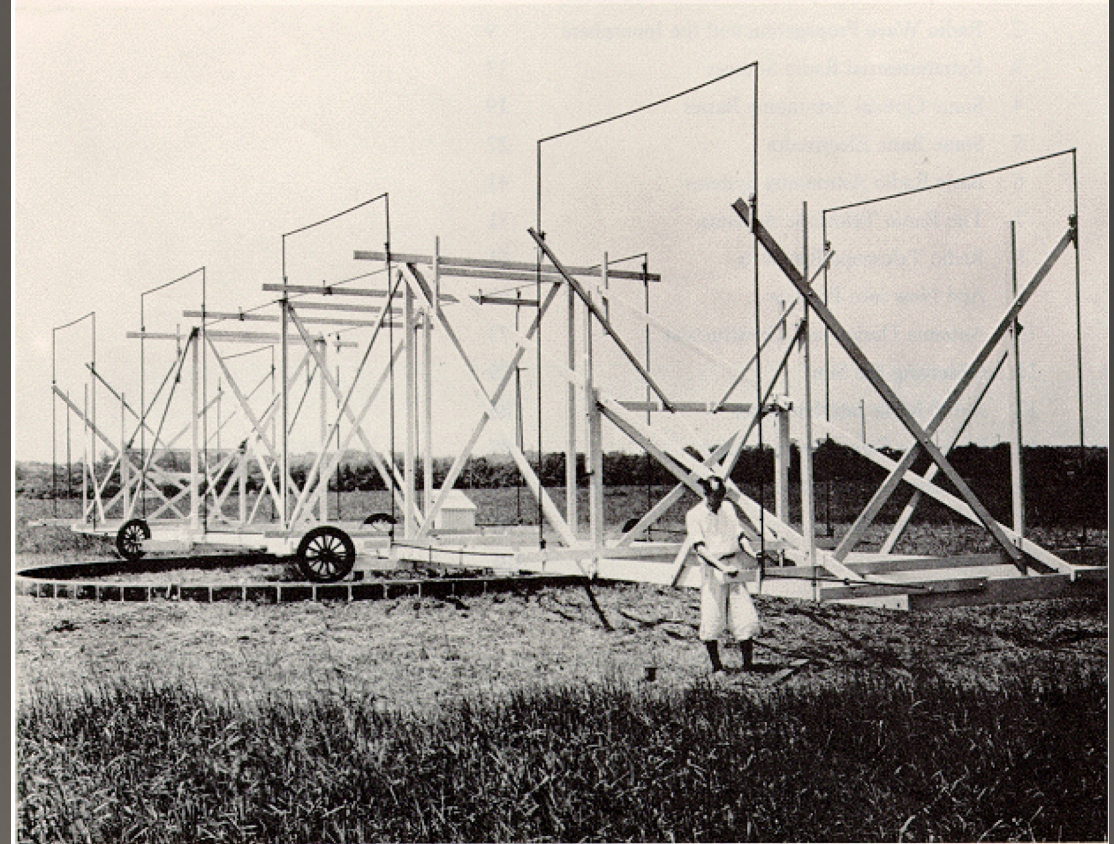
Uzun Dalga Astronomisi Nedir?

- Uzun dalga astronomisi, elektromanyetik ışınımını uzun dalgaboylarında yayan ($\lambda > 100$ mikron) gök cisimlerin incelemesini kapsar.



Radyo Astronomi

- Radyo astronomi 1932 de Karl G. Jansky ile başlar. Bell Telefon Laboratuvarında radyo mühendisi olarak gök gürültüsünün neden olduğu parazit doğrultularını belirleyerek iletişimi geliştirmeye çalıştı. Yaklaşık 30 m uzunluğunda ve 4 m yükseklikte bir anten yaptı. Bu anteni bir motor ile dairesel bir ray üzerinde dört tekerlek üzerinde 20 dakikada bir kez döndürdü. 14.6 m dalgaboyunda yaptığı bu gözlemlerde beklenmeyen bir radyo bileşenin varlığını tespit etti. Bu bileşenin geliş doğrultusu sürekli yer değiştiriyor ve 24 saatte bir dönüşü tamamlıyordu. Her gün verilen bir yerel saatte aynı doğrultudan gelen bu radyo gürültüsü aylar geçince doğrultusunu yavaş yavaş değiştiriyordu. Jansky, başlangıçta radyo kaynağın Güneş'i izlediğini sandı ama gözlemlerini yıldız zamanının kullanarak yaptığı zaman bu kaynağın gökten hep aynı doğrultudan geldiğini saptamış oldu. Böylece kaynağın Güneş sistemi dışında, doğrultusunun da Galaktik merkez doğrultusu olduğu sonucuna vardı. Jansky'nin bu buluşu radyo astronominin temelini attı.



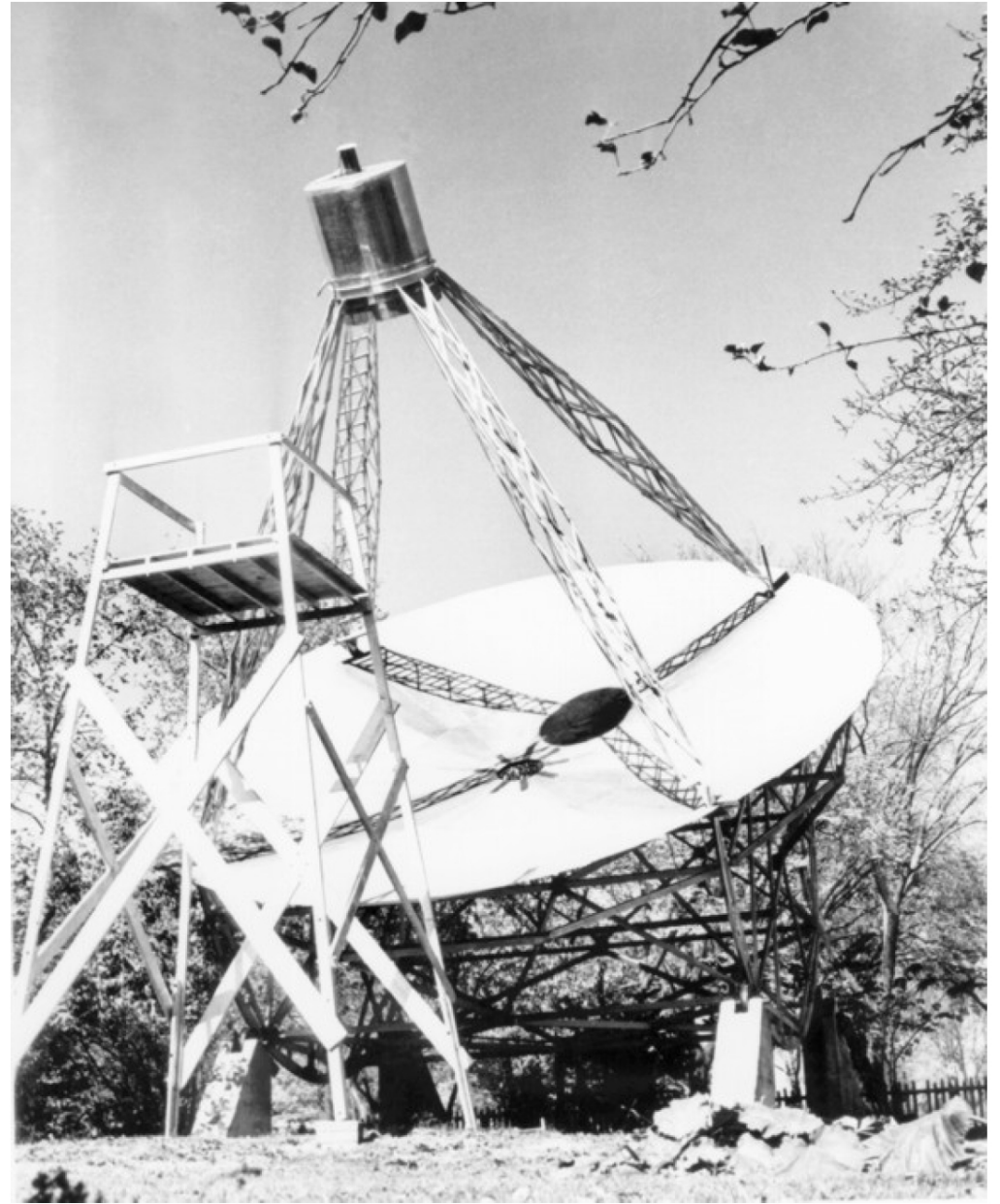
Radyo Astronomi

- *Karl Jansky gökada düzleminden yayılan kozmik gürültüyü gösterirken.*



Radyo Astronomi

- Jansky'nin buluşundan çok etkilenen radyo mühendisi Grote Reber evinin bahçesine geçiş aleti biçiminde 10 m çapında parabolik bir yansıtıcı kurdu. Çeşitli dalgaboylarını deneyerek **1.87** m dalgaboyunda (160 MHz) göğün radyo haritasını elde etti ve yayınladı (1940, 1944).
- Böylece radyo astronomi başlamış oldu.

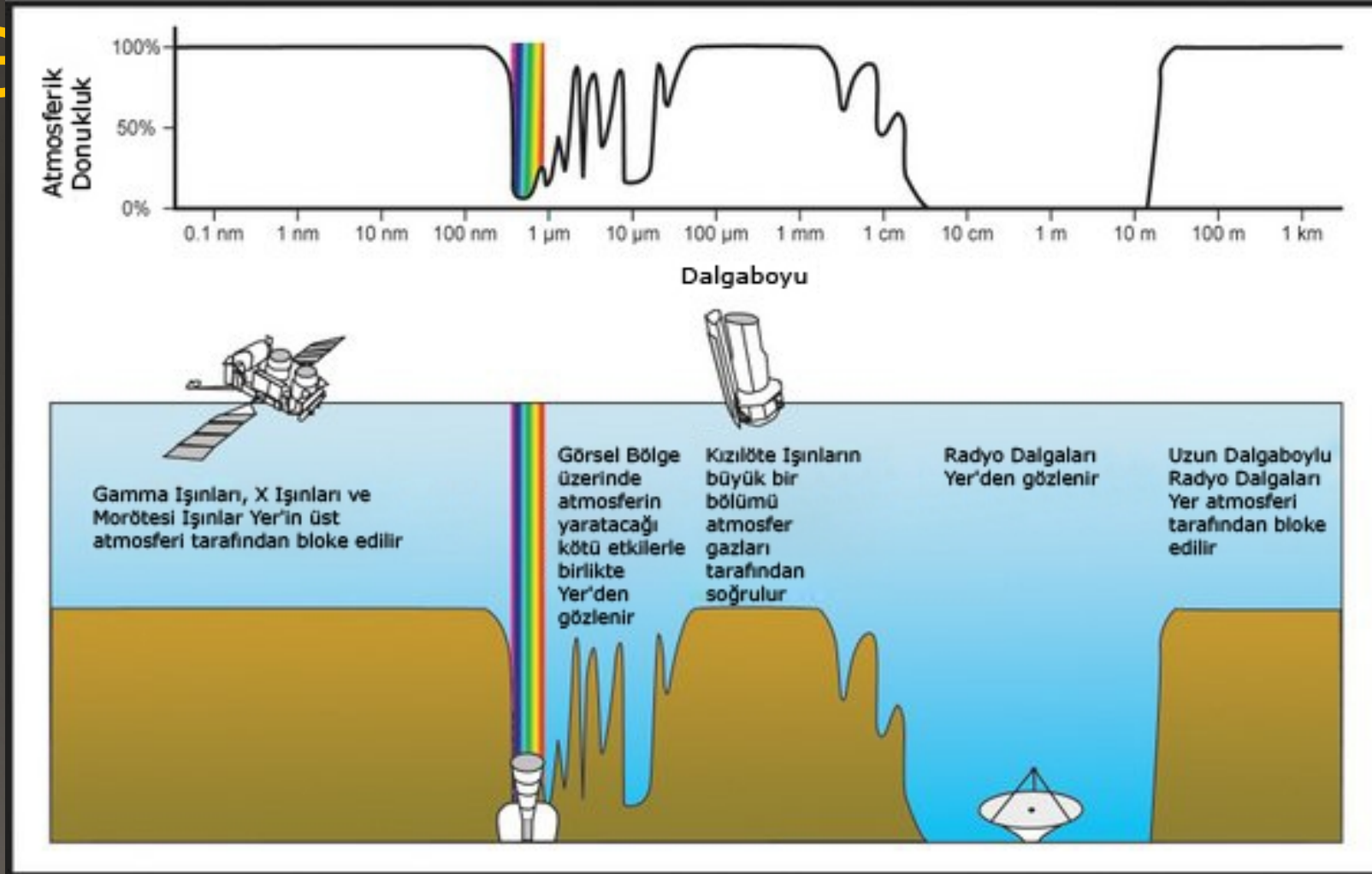


Radyo Astronomi

- Radyo penceresi, sınırları kesin olmamakla birlikte **1 mm – 100 km** arasındaki dalgalarına karşılık gelir. Yani 300 Hz-3000 GHz frekans aralığı. Bunlara radyo frekansları (RF) denir. Gözlemsel radyo astronominin temel işlevi gökcisimlerinden gelen radyo ışınımı ölçmektir.
- Ancak, radyo frekans bölgeleri üç faktörle belirlenir; atmosferik geçirgenlik, teknoloji, ve temel kuantum limiti.
-

Atmosferin Geçirgenlik

Pe



Atmosfer Pencere

Atmosferin Geçirgenlik Penceresi

- Görsel bölge bu pencerede son derece dar bir bölgeye karşılık gelir. Bu bölgeye karşılık gelen karacisim sıcaklıkları $T \sim 3000 \text{ K}$ ile $T \sim 10000 \text{ K}$ arasındadır. Bu nedenle, eski gözlemsel astronomi çalışmaları sınırlı kalmıştır. Yıldız oluşumlarını, kümeleri, galaksilerdeki yıldızları, sıcak iyonize bölgeleri gibi cisimleri gözlemleyememişlerdir. 1932'de radyo mühendisliğin gelişmesiyle Galaksilerdeki güçlü radyo salmaları da görülmeye başlandı.

Radyo Astronomi

- Radyo bölge elektromanyetik (EM) tayfta çok geniş bir bölgeyi kapsamaktadır. Bu nedenle bu bölge 6 ayrılmıştır.
- Mikrodalga (1 cm – 30 m)
- Milimetre (1 mm – 10 mm)
- Milimetre-altı (< 1 mm)
- Wireless
- GSM (10 – 15 cm)
- Radyo dalgaların büyük bir çoğunluğu atmosferdeki toz'dan etkilenmez. Bu nedenle gece ve gündüz gözlem yapılabilir.

Radyo Astronomi

- Radyo astronomide önemli bazı keşifler şunlardır;
- - Samanyolu gökadası ve diğer gökadalarda ısısal olmayan ışınımın varlığı
- - Gökadaların ve Kuazarların kozmolojik evrimi
- - Soğuk yıldızlararası gaza ait salma
- - Nötron yıldızları
- - Kütle çekimsel ışınım
- - Kütleçekimsel mercekleme

Radyo astronomide dalgaboyu yerine genelde frekans (ν) kullanılır. Buna göre $\lambda = 1\text{cm}$ dalgaboyu $\nu = c/\lambda$ göre $\nu = 30\text{ GHz}$ karşılık gelir.

Radyo Astronomi

- Radyo bölgede gökyüzü daima karanlık görülür. Hatta Güneş gök yüzünde olsa bile.
- Çünkü atmosferdeki toz tanelerin boyutu radyo dalgaların boyutundan çok daha küçük olduğu için radyo dalgalarını yansıtamaz.
- Bu nedenle birçok parlak yıldız radyo bölgede görülmez. Öyle ki çok güçlü radyo kaynakları bile son derece zayıf görünürler.
- Görsel bölgede ve radyo bölgede benzer kaynaklar farklı görünürler ve bize farklı fizik koşulları hakkında bilgi verirler.

Radyo Astronomi

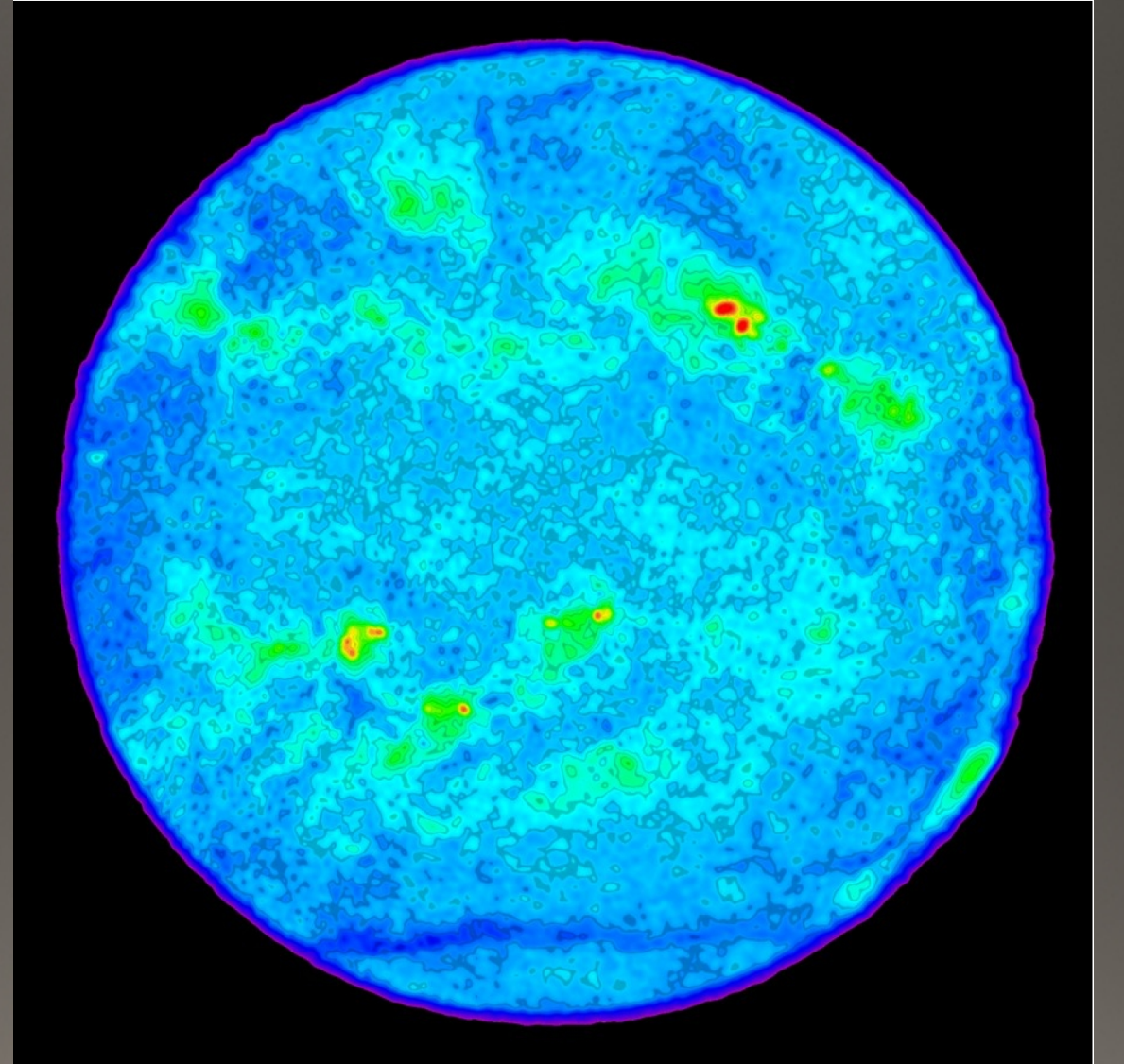
- Çıplak gözle yaklaşık 2000 tane yıldız görebiliriz. Oysa radyo bölgede ise gökyüzü şekildeki gibi olacaktır.
- Şekilde nokta kaynaklı olanların pek çoğu yıldız değildir. Bunlar milyarlarca ışık yılı uzaklıktaki parlak radyo galaksileri ve kuazarlardır.
- En parlak ve düzensiz bir biçimde görünen kaynaklar parlak genç yıldızlar tarafından iyonize edilmiş hidrojen bulutları ve süpernova kalıntılarıdır.



Radyo Astronomi

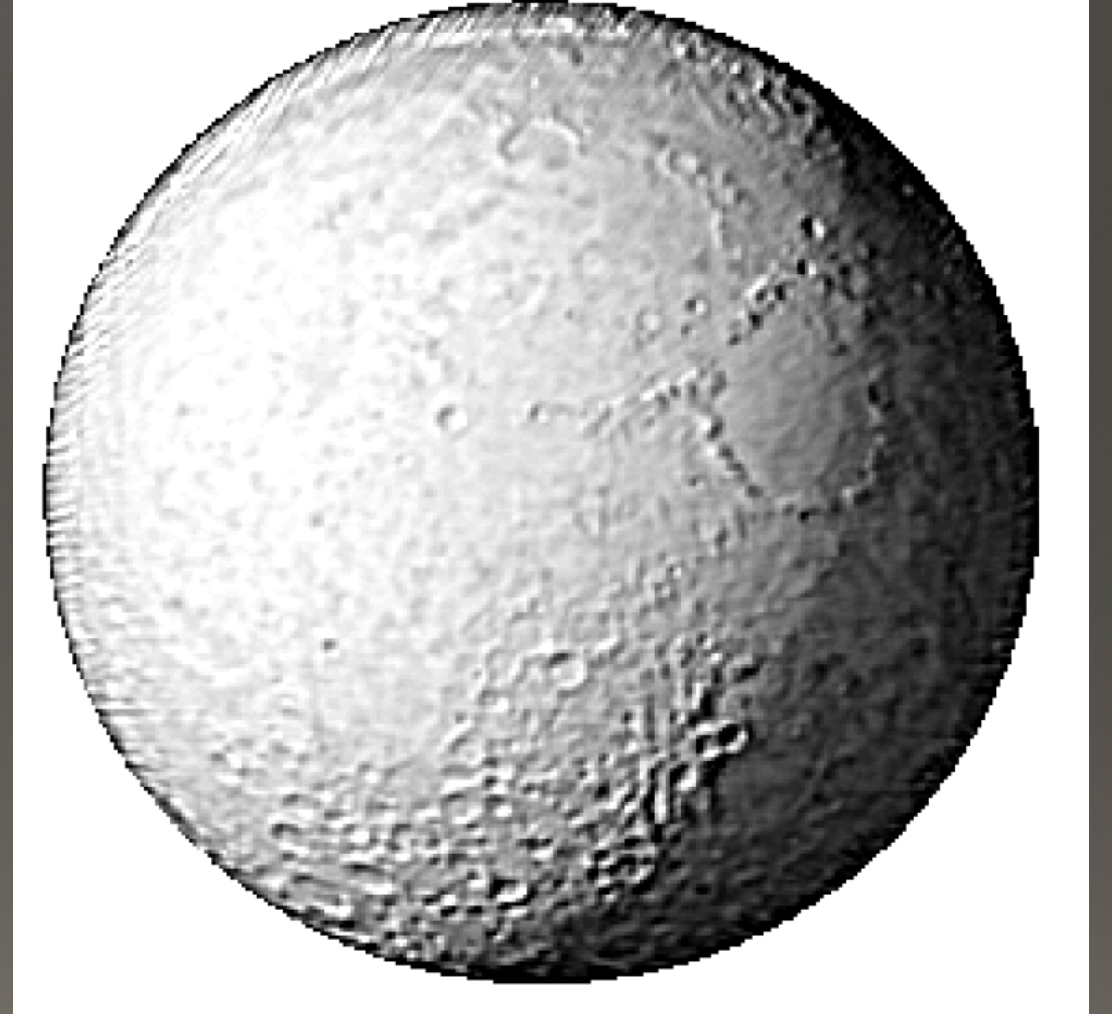
- Radyo bölgede Güneş. En parlak alan kırmızı ile gösterilmiştir ve bunlarda Güneş lekeleridir. Bunların parlaklık sıcaklıkları $T \sim 10^6$ K dir.
- Yeşil alanlar Güneş'in atmosferindeki daha yoğun olduğu bölgeleri göstermektedir ve parlaklık sıcaklıkları $T \sim 10^4$ K kadardır.
- Mavi alanlar daha radyo bölgede daha soğuk alanları ve uzantılar ise filament kanallarını göstermektedir.

(c) <http://www.nrao.edu/imagegallery/php/level3.php?id=506>



Radyo Astronomi

- Gezegenler ve Ay Güneş ışığını yansıtıkları için radyo bölgede görülemezler. Ancak onlar ısısal ve ısısal-olmayan bir ışınım yayınlatabilirler.
- Şekilde $\lambda=850 \mu\text{m}$ de Ay'ın ısısal ışınımı görünmektedir.
- Ay'ın ısısal ışınımı aylara göre değiştiğinden bu ısısal ışınım yardımıyla Ay yüzeyindeki kaya ve tozların ısı kapasitesi ve iletkenliği ölçülür.



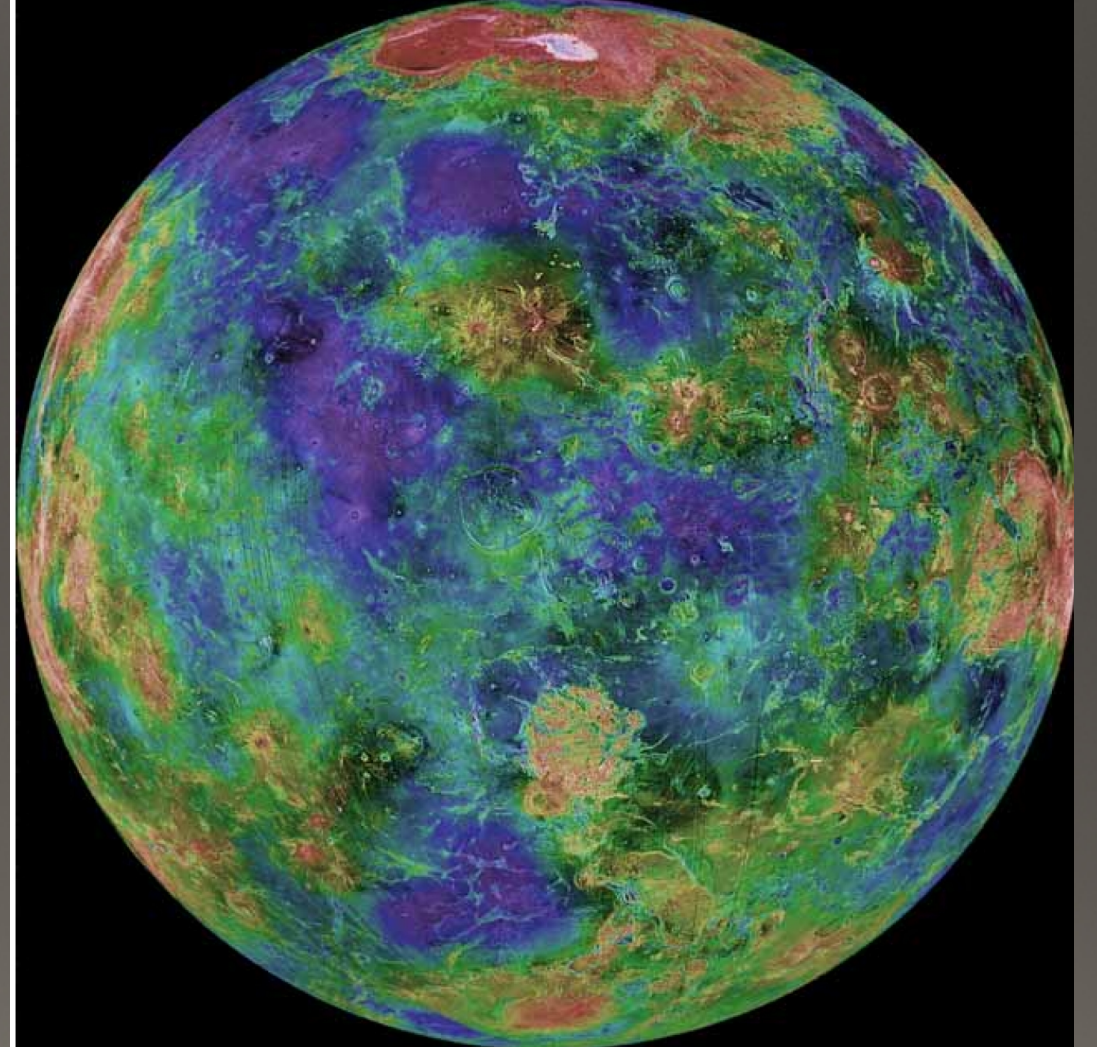
Radyo Astronomi

- Buradan Őu anlaŐılması; radyo astronomi Güneş sistemi iÇin elveriŐsizdir anlamına gelmemektedir.
- Güneş sistemi nesneleri iÇin daha çok radar tekniği kullanılır.
- ÖrneĐin bu teknikle optik olarak kalın bir atmosfere sahip Venüs'e radar dalgaları gönderilerek onun dönme dönemi elde edilebildi.
- Bunun yanında karasal gezegen ve uyduların topografik haritaları çıkartıldı, asteroid ve kuyruklu yıldızların takibinde kullanıldı.
- Yakın zamanda bu teknikle Ay'ın kutup bölgesinin yakınında soğuk bazı kraterlerde gizlenmiŐ su buzunun varlığı ortaya çıkartıldı.

Radyo Astronomi

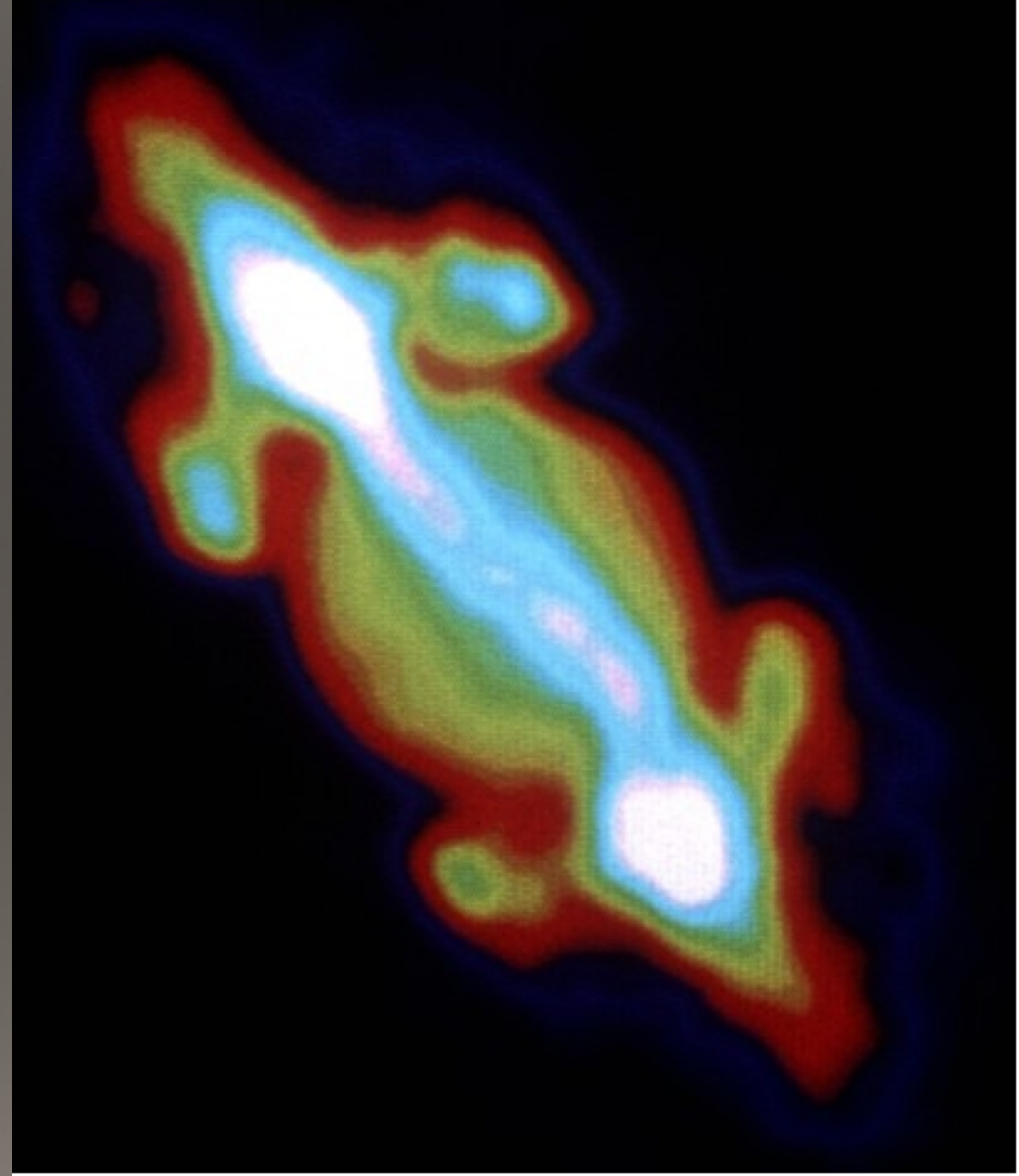
- Venüs'ün radar yöntemiyle elde edilmiş yüzey haritası

© <http://www.solarviews.com/cap/venus/venus1.htm>



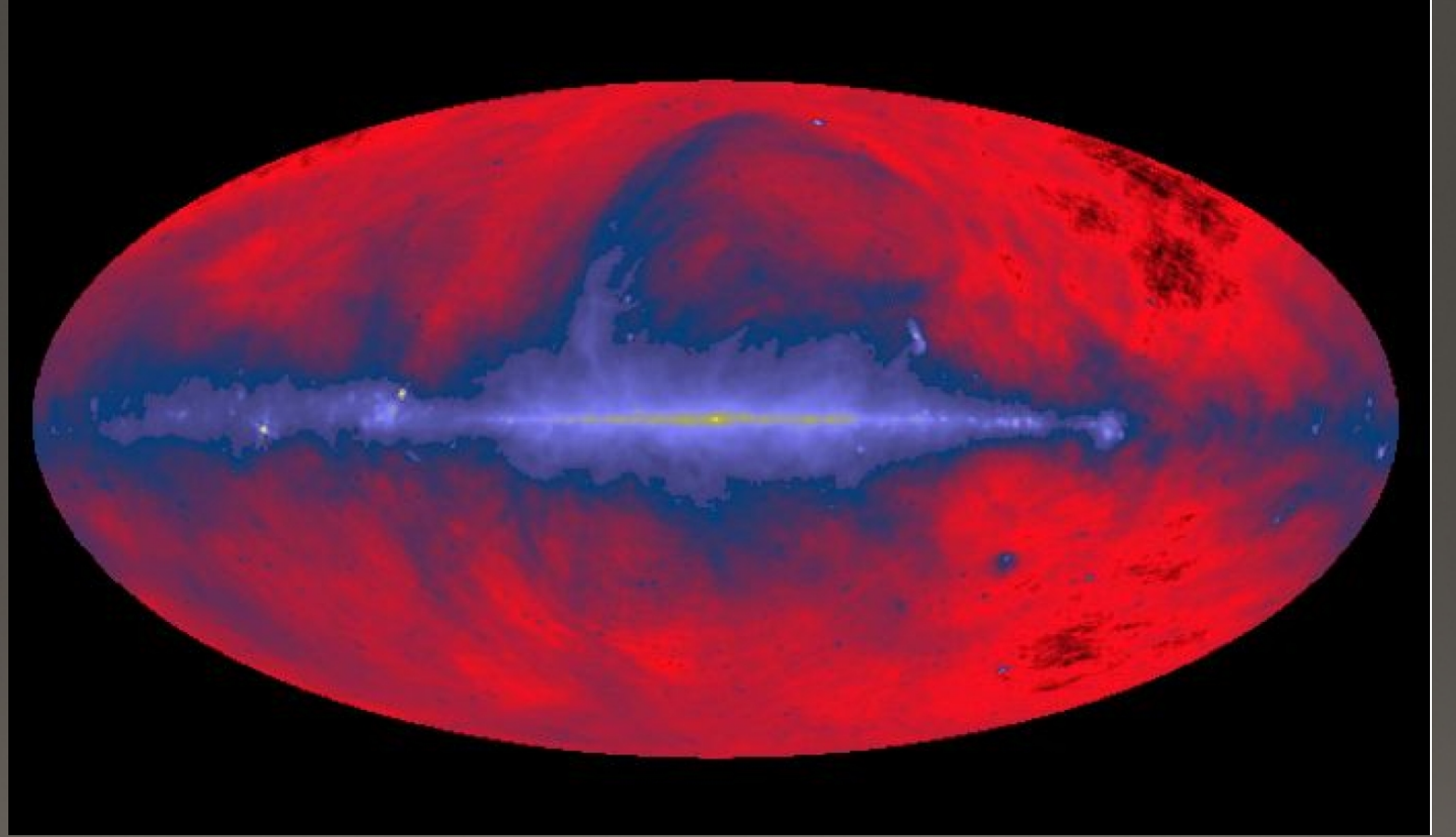
Radyo Astronomi

- Jüpiter'in VLA teleskobu ile elde edilmiş radyo gözlemleri. Gezegene hiç benzemeyen bu görüntünün nedeni Jüpiter'in manyetik alanında elektronların neden olduğu synchrotron ışınımı nedeniyledir.



Radyo Astronomi

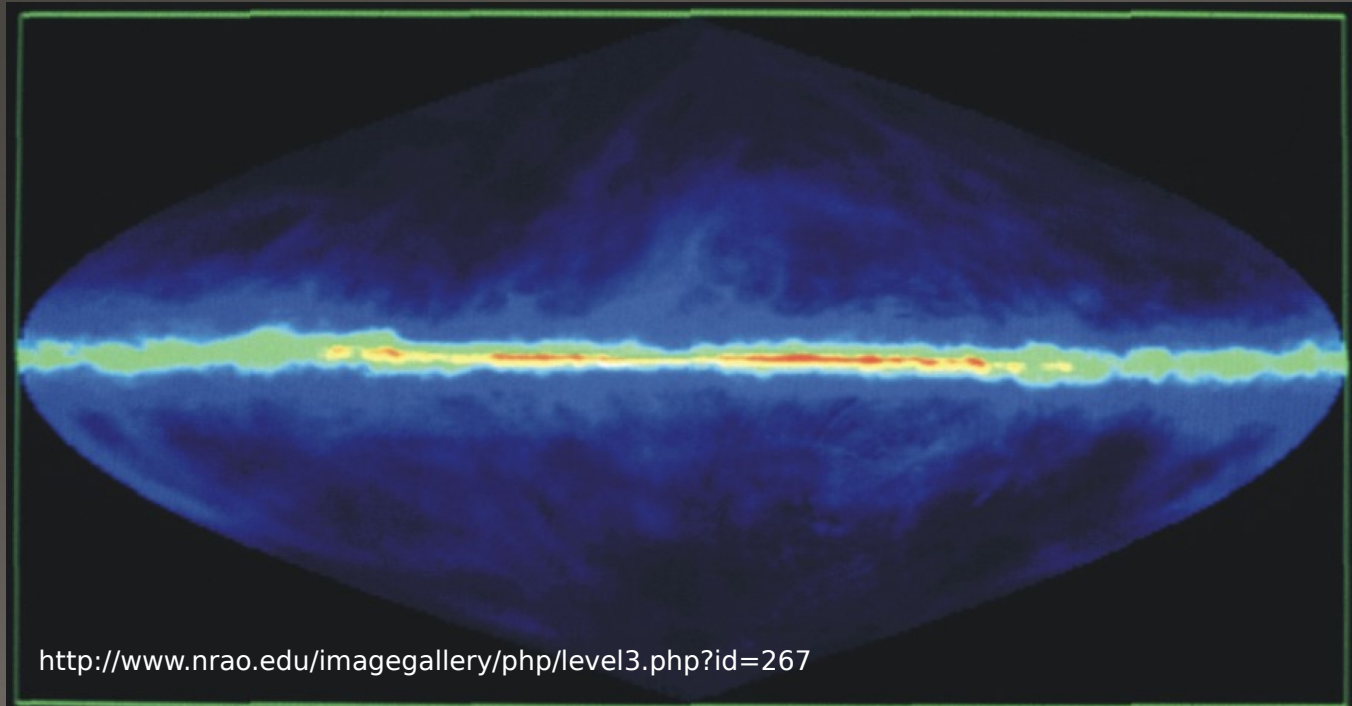
- Samanyolu gökadasının 408 MHz deki radyo görüntüsü.



Haslam et al. 1982, A&AS, 47, 1

Radyo Astronomi

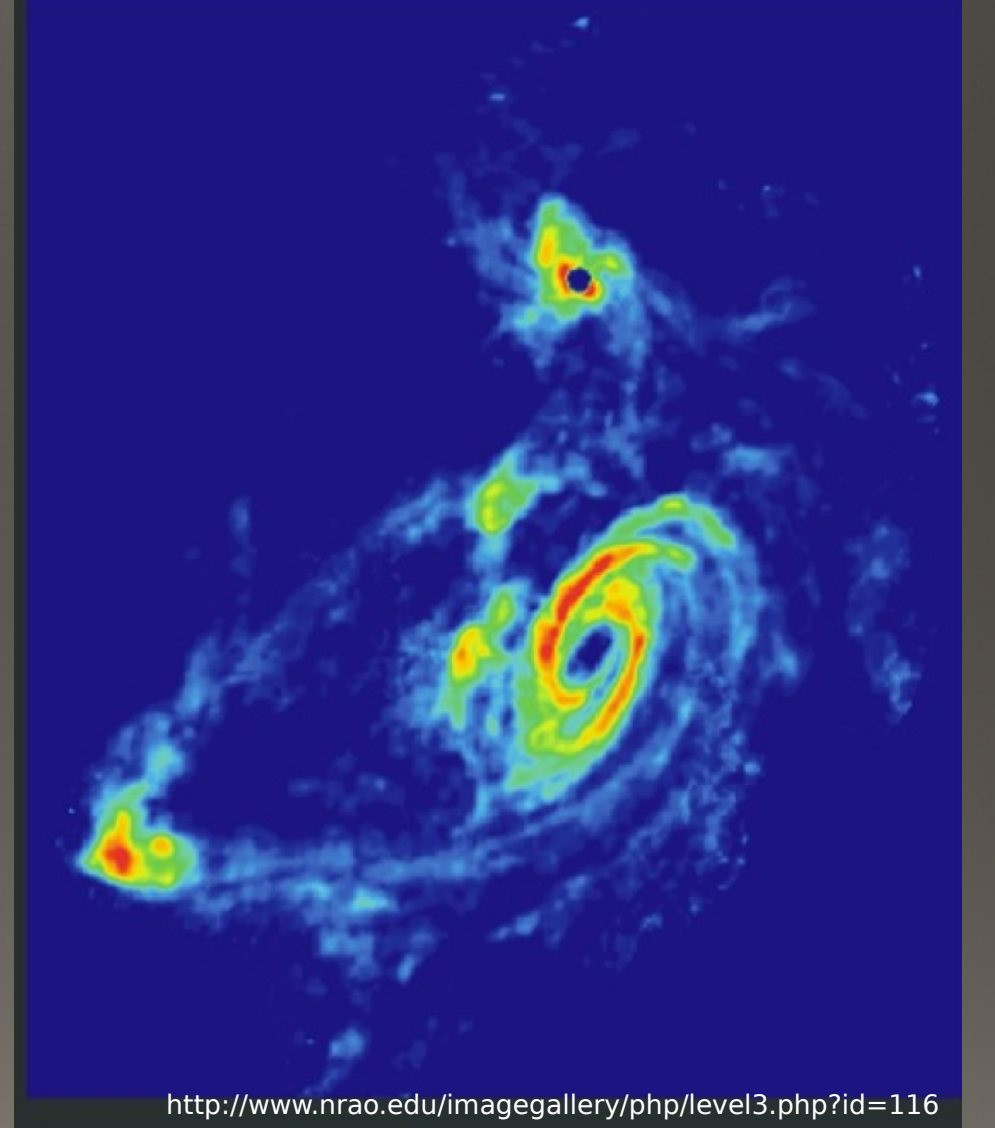
- Samanyolu gökadasındaki yıldızlararası gaz sürekli salmanın yanında tayfsal bir salma daha verir.
- Bunun nedeni nötr hidrojenin $\lambda=21$ cm dalgaboyuna karşılık gelen ince yapı geçişidir. Şekilde kırmızı bölgeler nötr hidrojen yoğunluğun yüksek olduğu yerlerdir.



Radyo Astronomi

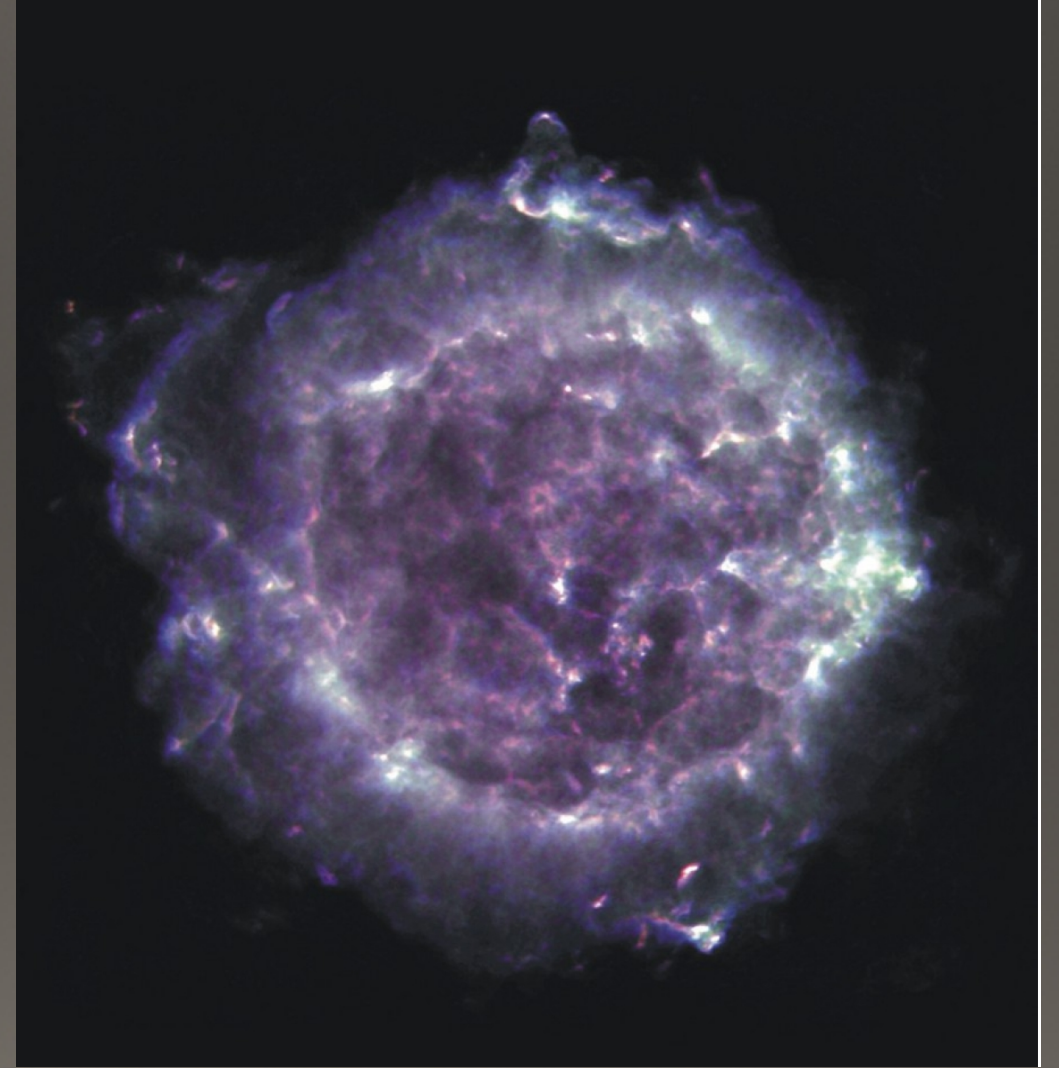
- M81 grubu içerisinde gökadalardan birbiri ile olan etkileşimi. Bu olgu hidrojenin 21 cm çizgi gözlemlerinden elde edilmiştir.

21 cm HI Distribution



Radyo Astronomi

- 300 yıl önce meydana gelmiş bir süpernova patlaması artığı olan Cassiopeia A (Cas A). Görüntü VLA teleskopları ile 1.4, 5.0 ve 8.4 GHz frekanslarında elde edilmiştir.
- Çapı 11000 ışık-yılıdır. Büyük kütleli bir yıldızın ölüm sonrasını yansıtmaktadır.



Radyo Astronomi

- Crab bulutsusunun içerisindeki pulsarın görüntüsü. Görüntüdeki mavi X-ışın teleskopları ile alınan görüntüyü, yeşil ise görsel bölgede alınan görüntüyü ve kırmızı ise radyo bölgede alınan görüntüyü göstermektedir.

<http://chandra.harvard.edu/photo/2002/0052/more.html>



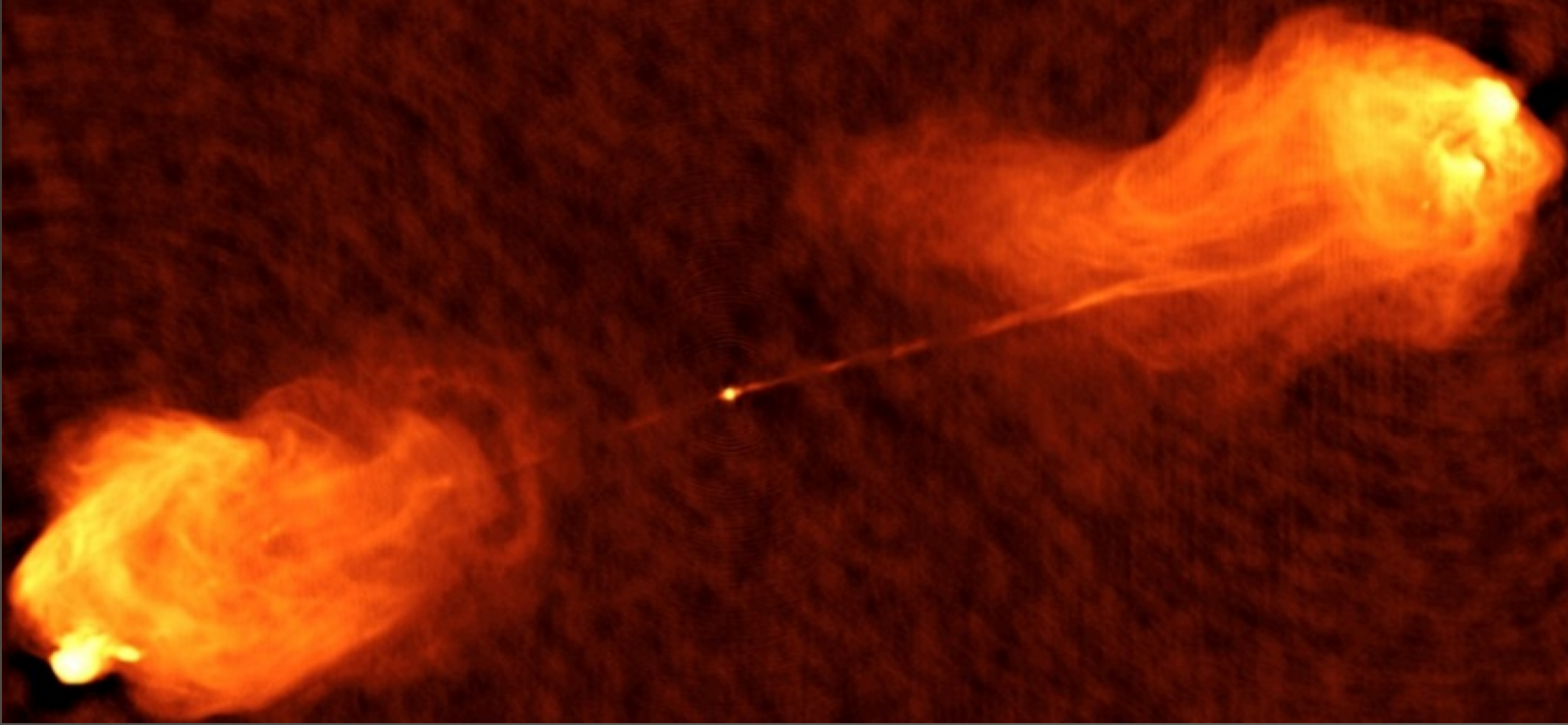
Radyo Astronomi

<http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/2006/14/image/a>

- M82 yıldız patlamalı gökadası. Gökada mavi bir diskte ve merkez bölgelerden hidrojenin patlamalı bir şekilde atılmış görüntüye sahiptir. Gökada merkezinde Samanyolu ile kıyaslandığında yıldız oluşumu hızı 10 katı daha fazladır.



Radyo Astronomi



- Gökyüzünde en güçlü gökada kaynağı Cygnus A radyo gökadasıdır. Çok güçlü bir radyo ışınımı ($\sim 10^{45}$ erg/sn) yaydığı için neredeyse evrenin her yerinden görülebilir. Gökadanın çapı 100 kpc kadardır. Enerjisinin ana kaynağı kara delik nedeniyle kütle çekimsel enerjidir.

Radyo Astronomi

- Evrende bilinen en yüksek kırmızıya kayma gösteren ($z=0.16$) 3C 273 kuazarı. Parlak bir yıldız gibi görünmektedir. Jet akımları radyo gözlemleri elde edilmiş ve görüntü üzerine eklenmiştir.

