



**BEYAZ CÜCELER,
NÖTRON YILDIZLARI
VE
KARADELİKLER**



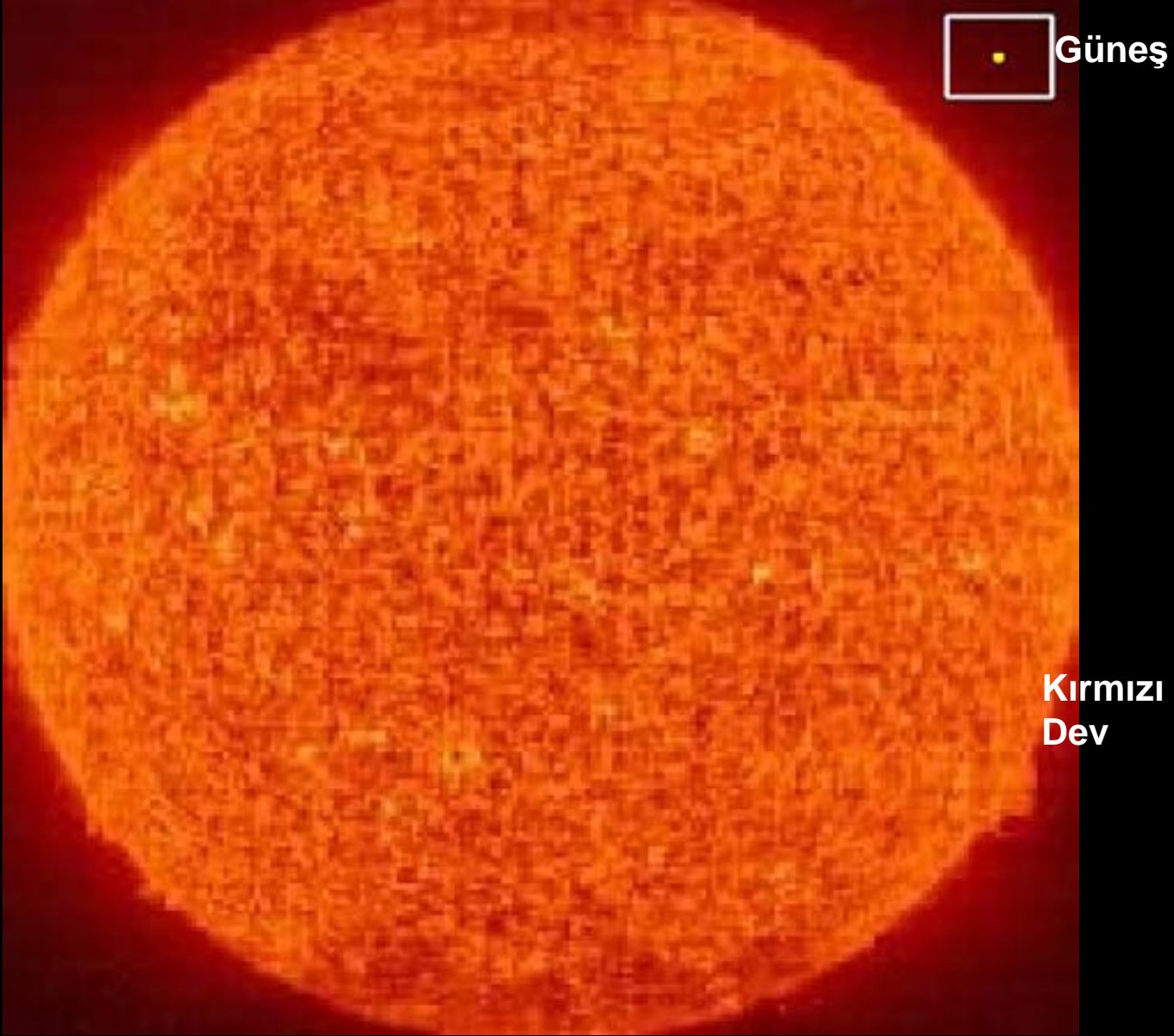
**BEYAZ CÜCELER, NÖTRON YILDIZLARI VE
KARADELİKLER, EVRİMLERİNİN SON
SAFHALARINDA OLAN YILDIZLARDIR.**

**BİR YILDIZ ANAKOLDAKİ EVRİMİ BOYUNCA,
ÇEKİRDEĞİNDEKİ HİDROJENİ TERMONÜKLEER
TEPKİMELEER İLE HELYUMA ÇEVİREREK ENERJİ
ÜRETİR.**

**MERKEZİNDEKİ HİDROJENİN TAMAMINI YAKARAK
TÜKETMİŞ OLAN BİR YILDIZ ARTIK ANAKOL
EVİRİMİNİN SONUNA GELMİŞTİR.**

**BU AŞAMADAN SONRA YILDIZ GENİŞLEYEREK BİR
“KIRMIZI DEV” HALİNİ ALIR.**

**KIRMIZI DEV AŞAMASINA GELMİŞ OLAN YILDIZIN
EVİRİMİNİN BUNDAN SONRASINI BELİRLEYEN
KRİTER O ANKI KÜTLESİDİR.**



**TİPİK BİR KIRMIZI DEV İLE GÜNEŞ'İN BÜYÜKLÜKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.
SAĞ ÜST KÖŞEDE ÇERÇEVE İÇERİSİNDE GÜNEŞ GÖRÜLMEKTEDİR.**

**KIRMIZI DEVLERİN İÇ YAPISI ANAKOL
YILDIZLARINDAN (GÜNEŞ'İNKİNDEN) OLDUKÇA
FARKLIDIR.**

**YILDIZ MADDESİNİN BÜYÜK BİR KISMI MERKEZDE
TOPLANMIŞ, DIŞ KATMANLAR İSE GENİŞLEMİŞ,
YILDIZIN YARIÇAPI MUAZZAM ÖLÇÜDE ARTMIŞTIR.**

**MERKEZDE HERHANGİ BİR ENERJİ ÜRETİMİ
OLMADIĞINDAN; ÇEKİRDEKTE TOPLANAN MADDE
KENDİ KÜTLE ÇEKİMİ SONUCU İÇİNE DOĞRU
ÇÖKMEYE BAŞLAR.**

**KIRMIZI DEVİN ÇEKİRDEĞİNİN KENDİ İÇERİSİNE
DOĞRU ÇÖKMESİ, MERKEZDEKİ YOĞUNLUĞUN VE
SICAKLIĞIN HIZLA ARTMASINA NEDEN OLUR.**

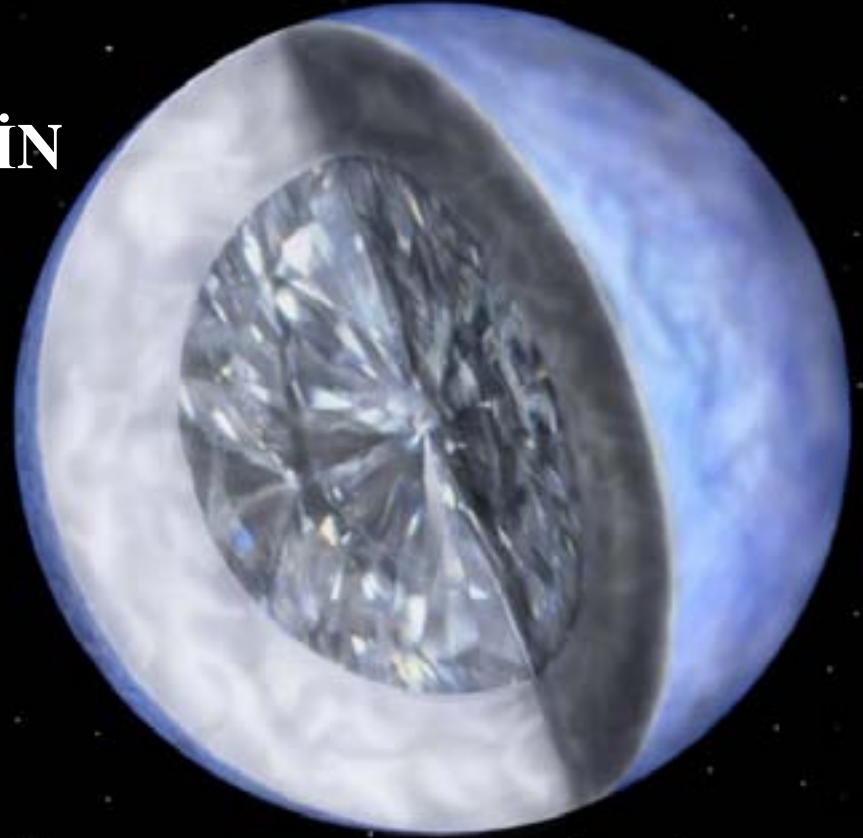
**YILDIZIN SONUNU BELİRLEYEN İŞTE BU ÇÖKMENİN
NEREDE VE NE ZAMAN DURACAĞIDIR.**

ASTRONOMİ BİLGİLERİMİZE GÖRE YILDIZLARIN DÖRT ÇEŞİT SONU VARDIR:

- 1. GÜÇLÜ BİR PATLAMA SONUCU YILDIZ TAMAMEN
YOKOLUR**
- 2. YILDIZ BİR BEYAZ CÜCE OLUR**
- 3. YILDIZ BİR NÖTRON YILDIZI OLUR**
- 4. YILDIZ BİR KARADELİK OLUR**

BEYAZ CÜCELER

KIRMIZI DEV EVRESİNE
GELMİŞ, GÜNEŞ KÜTLELİ
BİR YILDIZDA, ÇEKİRDEĞİN
BÜZÜLMESİ SONUCU
MERKEZDEKİ SICAKLIK
ARTARAK YAKLAŞIK 100
MİLYON DERECEYE
ULAŞTIĞINDA HELYUM
TEPKİMELERİ BAŞLAR:



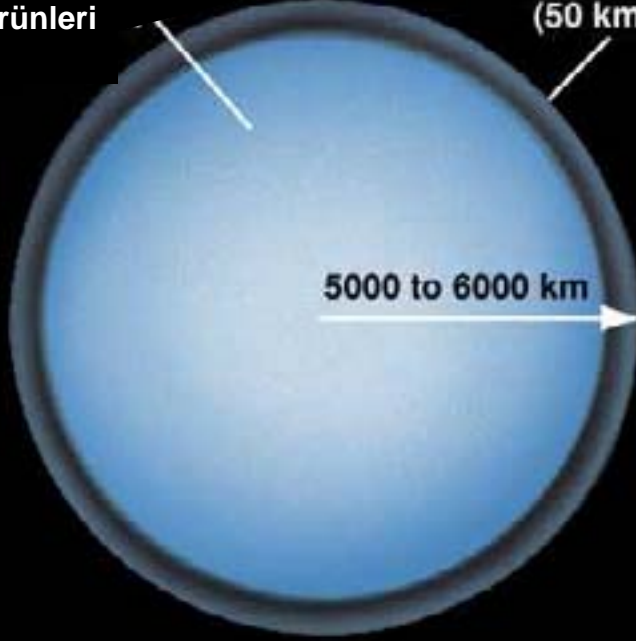
**MERKEZDEKİ HELYUM TAMAMEN YANARAK
KARBONA ÇEVİRİLDİĞİNDE YILDIZIN ÇEKİRDEĞİ
TEKRAR BÜZÜLMEMEYE BAŞLAR.**

**GÜNEŞ KÜTLESİNDEKİ BİR YILDIZ İÇİN ÇEKİRDEĞİN
BÜZÜLMESİ, MERKEZİ SICAKLIĞI KARBON
TEPKİMELERİNİ BAŞLATACAK KADAR YÜKSELTEMEZ
VE YILDIZ, DIŞ KATMANLARINDAKİ MADDEYİ
ATARAK BİRKAÇ YÜZBİN YIL İÇERİSİNDE BİR
KARBON – OKSİJEN BEYAZ CÜCESİ HALİNE GELİR.**

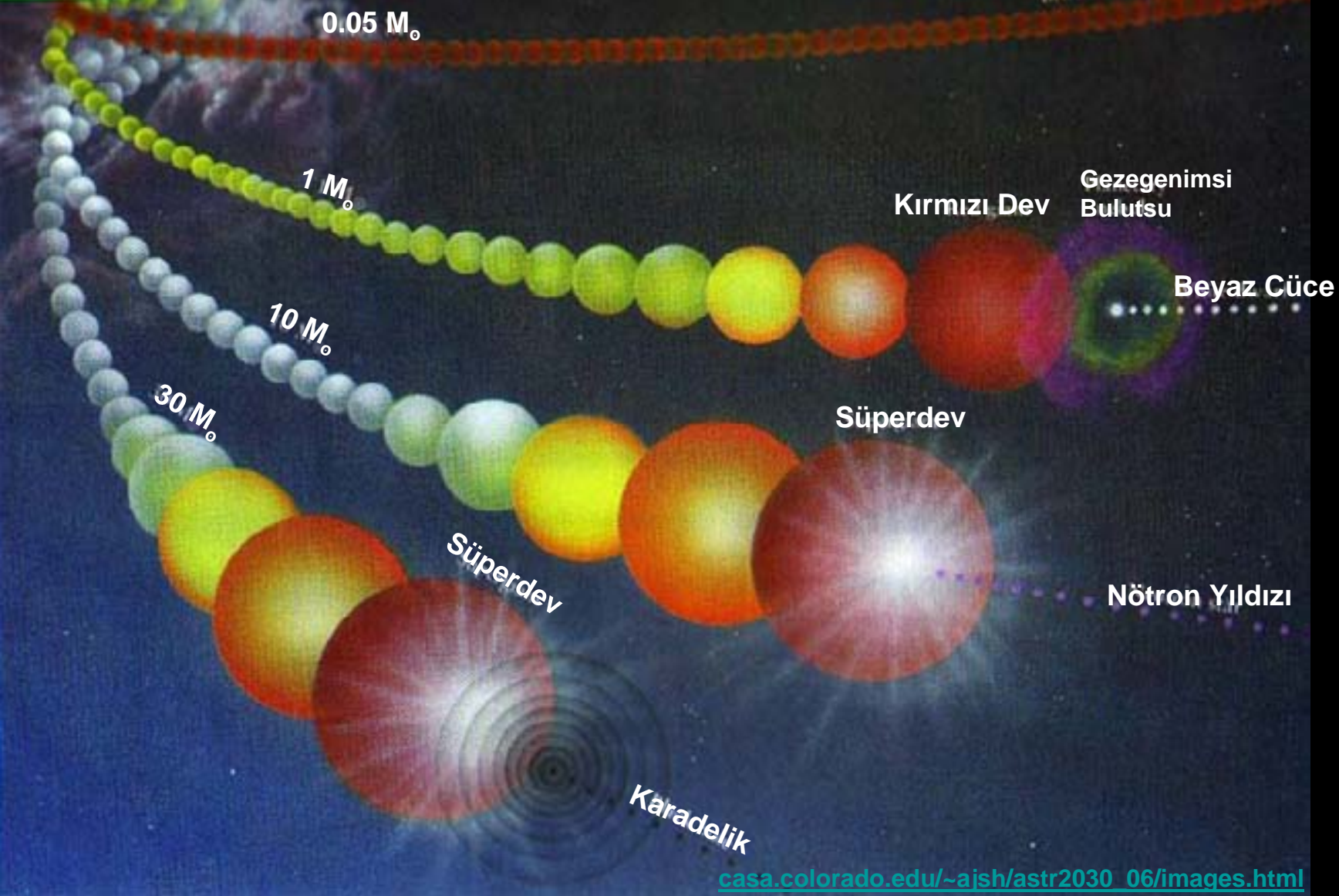
**ENERJİ ÜRETMEK İÇİN BİR KAYNAĞI OLMAYAN
BEYAZ CÜCE, SOĞUYARAK BİRKAÇ MİLYAR YIL
SONRA BİR KARA CÜCE HALİNE GELİR.**

Dejenere madde
(Helyum, Karbon
veya diđer
reaksiyon ürünleri
olabilir)

Normal Gaz
(50 km thick)



**KÜTLESİ BİRKAÇ 0.1 GÜNEŞ KÜTLESİ CİVARINDA
OLAN KÜÇÜK KÜTLELİ YILDIZLAR İSE
ÇEKİRDEKLERİNDEKİ HELYUMU KARBONA ÇEVİREN
TEPKİMELERİ BAŞLATAMAZLAR VE EVRİMLERİNİN
SONUNDA BİRER HELYUM BEYAZ CÜCESİ OLURLAR.**



Güneş küçük kütleli bir yıldızdır. Güneş evrim yolu boyunca, önce kırmızı dev aşamasına gelecek ardından da nova patlamasıyla bir beyaz cüceye dönüşecektir.

**BÜYÜK KÜTLELİ YILDIZLAR İSE; KÜTLELERİNİN
BÜYÜKLÜĞÜNE GÖRE ÖNCE KARBONU YAKIP
OKSİJEN, NEON, SODYUM VE MAGNEZYUM GİBİ
ELEMENTLERE, DAHA SONRA DA BUNLARI YAKARAK
DEMİR GRUBU ELEMENTLERE ÇEVİRİRLER.**

**BU TÜR DEMİR ÇEKİRDEK OLUŞTURABİLEN
YILDIZLARIN DAHA SONRAKİ EVRİM SAFHASI İSE BİR
SÜPERNOVA PATLAMASIDIR.**

**SÜPERNOVA PATLAMASI SONUCUNDA GERİYE KALAN
KÜÇÜK VE YOĞUN ÇEKİRDEK BİR NÖTRON
YILDIZIDIR.**

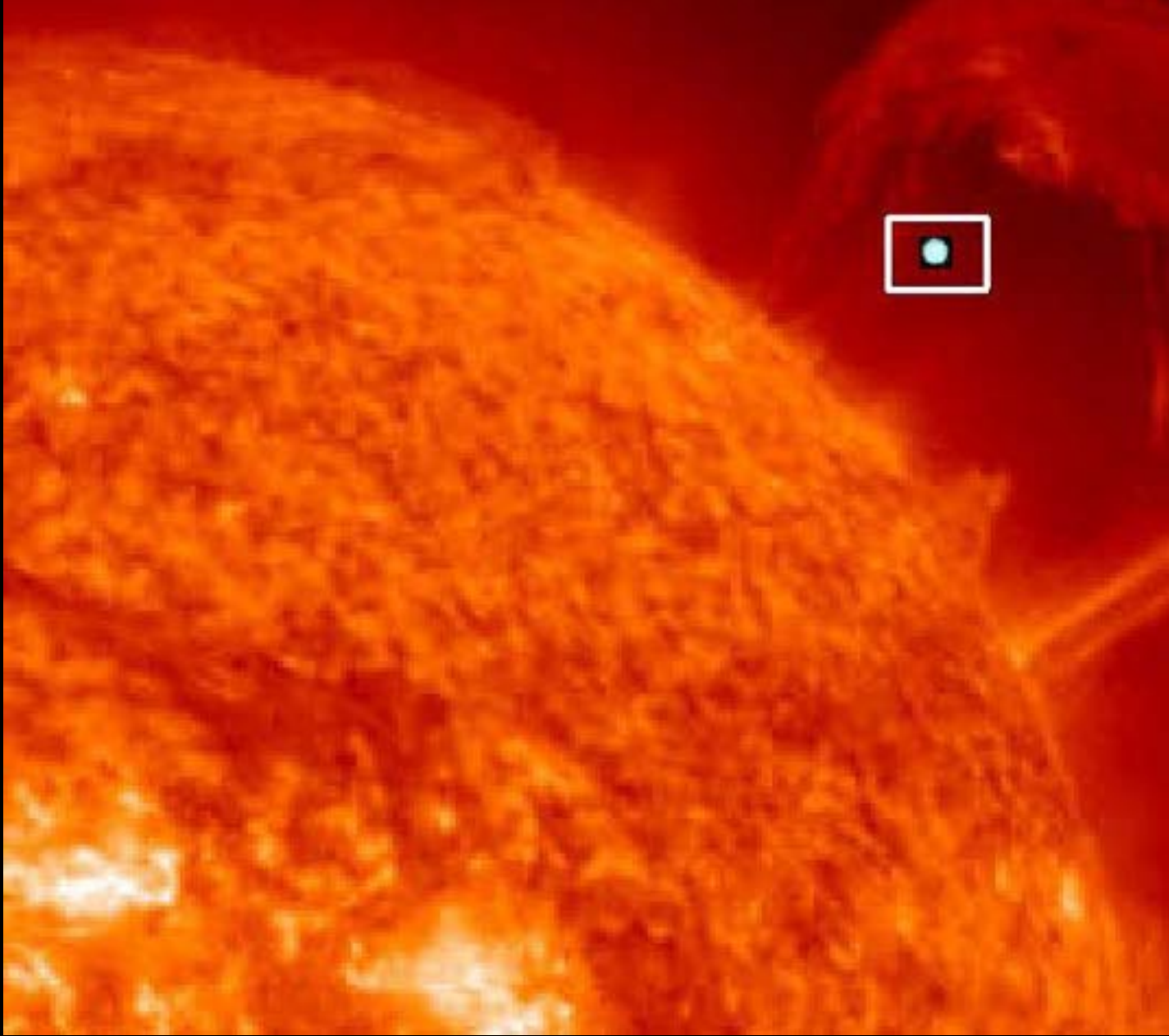


BİR SÜPERNOVA KALINTISI OLAN CYGNUS LOOP. PATLAMA SONUCU YIDIZLARARASI ORTAMA YAYILAN MADDE DAİRESEL BİR YAPI GÖSTERMEKTEDİR.

**BEYAZ CÜCELER, YILDIZLARDAN ÇOK DAHA KÜÇÜK,
YALNIZCA ORTALAMA BİR GEZEĞEN BOYUTUNDA
CİSİMLERDİR.**

**ÖRNEĞİN 1 GÜNEŞ KÜTLESİNDEKİ BİR BEYAZ CÜCE
KABACA DÜNYAYLA AYNI BÜYÜKLÜKTEDİR.**

**BUNA GÖRE BİR BEYAZ CÜCENİN YOĞUNLUĞU
ORTALAMA OLARAK 1.000.000 gr/cm³
MERTEBESİNDEDİR. YANI 1 cm³ BEYAZ CÜCE MADDESİ
YERYÜZÜNDE TARTILSA 1 TON GELİR.**



**GÜNEŞ VE ONUNLA AYNI KÜTLEYE SAHİP BİR BEYAZ CÜCENİN
BÜYÜKLÜKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.**

**DEMİRDEN 150.000 KAT DAHA YOĞUN OLAN BU
MADDEYİ KENDİ KÜTLE ÇEKİMİNE KARŞI DENGEDEN
TUTAN KUVVET NE OLABİLİR?**

**BUNUN CEVABI; YÜKSEK YOĞUNLUK ALTINDA
TAMAMEN SERBEST KALARAK, YÜKSEK HIZLARLA
HAREKET EDEN ELEKTRONLARIN OLUŞTURDUĞU
“ELEKTRON GAZ BASINCI”DIR**

NÖTRON YILDIZLARI

EĞER KIRMIZI DEV
EVRESİNDEN GEÇEN YILDIZIN
KÜTLESİ 1.4 - 1.5 GÜNEŞ
KÜTLESİ CİVARINDA İSE BU
SAFHADEN SONRAKİ EVRİMİ NE
OLUR ONA BAKALIM:

BU DURUMDA YILDIZIN KENDİ
KÜTLE ÇEKİMİ İLE BÜZÜLMESİ,
ELEKTRON GAZININ BASINCI
İLE DENGELENEMEYECEK
KADAR ŞİDDETLİ OLUR VE
YILDIZ BÜYÜK BİR KUVVETLE
ÇÖKMEYE DEVAM EDER.



**YILDIZIN ÇEKİRDEK MADDESİ, YOĞUNLUĞU
ORTALAMA 10^{14} gr/cm³ MERTEBESİNE ULAŞINCAYA
KADAR ÇÖKMEYE DEVAM EDER. BU ANDA YIDIZ
YAKLAŞIK OLARAK 10 KİLOMETRELİK BİR ÇAPA
SAHIPTİR.**

**1 cm³ LÜK KISMI DÜNYADA TARTILSA 150 MİLYON
KİLOGRAM GELECEK OLAN BU MADDE O KADAR
YOĞUNDUR Kİ, MADDEYİ OLUŞTURAN ATOMLARIN
PROTON VE ELEKTRONLARI BİRLEŞEREK NÖTRON
OLUŞTURURLAR.**

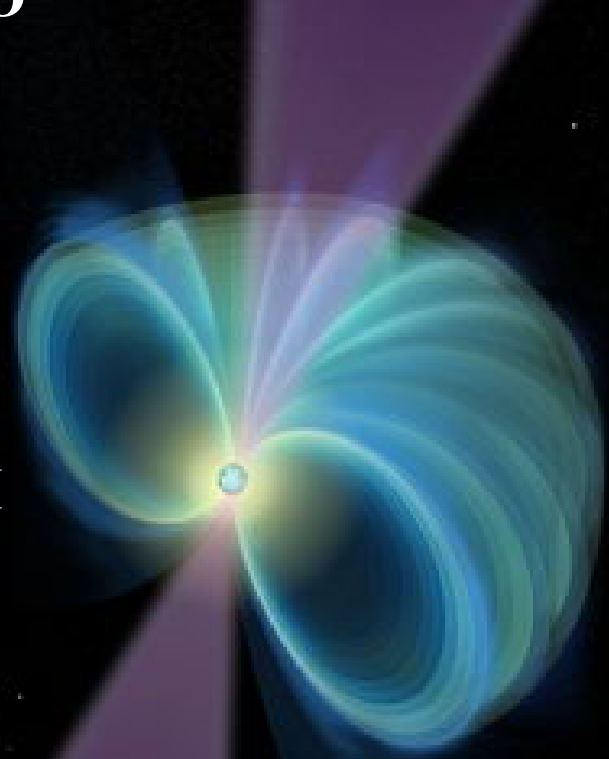
**ARTIK BU MADDE DEJENERE (YOZ) BİR GAZDIR VE
OLUŞTURDUĞU BÜYÜK BASINÇ KUVVETİ, YILDIZIN
KENDİ MERKEZİNE DOĞRU OLAN ÇÖKMESİNİ
DURDURUR.**

**NÖTRON YILDIZLARI, ÇÖKEN YILDIZ ÇEKİRDEKLERİ,
AYNI ZAMANDA DA SÜPERNOVA PATLAMALARININ
KALINTILARIDIR.**

ÇOK BÜYÜK MANYETİK ALANA SAHİP (TGauss MERTEBESİNDE) VE SON DERECE HIZLI DÖNEN BAZI NÖTRON YILDIZLARI, PULS (NABİZ) ŞEKLİNDE VE ÇOK DÜZENLİ RADYO SİNYALLERİ GÖNDERMEKTEDİRLER.

BU DÜZENLİ YAPIYI SAĞLAYAN, YILDIZ DÖNERKEN MANYETİK EKSEN DOGRULTUSUNUN DÜZENLİ OLARAK YERYÜZÜ DOĞRULTUSUNDAN GEÇMESİDİR.

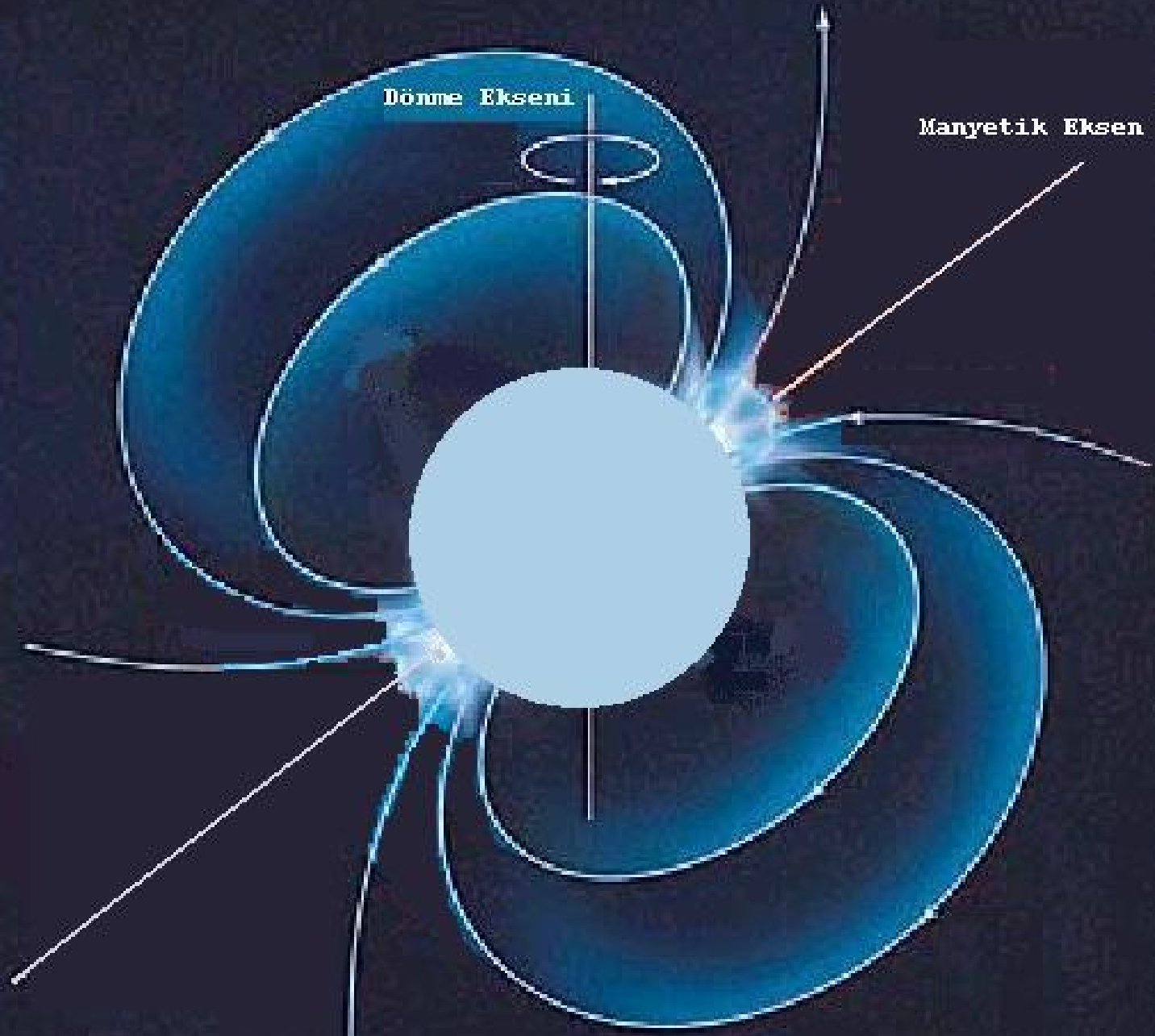
BU NÖTRON YILDIZLARINA PULSAR (ATARCA) ADI VERİLMEKTEDİR.



**PULSARIN YAYINLADIĐI RADYO IŐINIM, MANYETİK
KUTUP DOĐRULTUSU BOYUNCA YAPILDIĐI İÇİN;
MANYETİK EKSEN DOĐRULTUSU İLE BAKIŐ
DOĐRULTUMUZ ÇAKIŐTIĐI ZAMAN RADYO SİNYALİNİ
ALIRIZ.**

**PULSARLAR ÇOK HIZLI DÖNEN (EN HIZLILARI
SANİYEDE 1000 TUR, EN YAVAŐLARI SANİYEDE ¼ TUR)
CİSİMLER OLDUKLARI İÇİN; ALINAN RADYO SİNYALİ
DE BİR ANLIK PULS (ATMA) ŞEKLİNDE OLMAKTADIR.**

**PEK ÇOK SÜPERNOVA KALINTILARININ İÇERİSİNDE
BU TÜR RADYO SİNYALLERİ YAYAN PULSARLAR
BULUNMUŐTUR.**

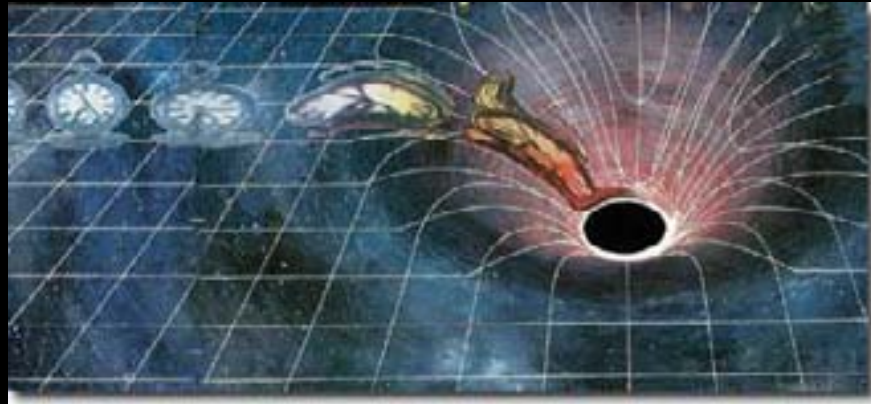


PULSAR (ATARCA)

KARADELİKLER

NÜKLEER ENERJİSİ TÜKENMİŞ VE HIZLA KENDİ İÇERİSİNE ÇÖKMEKTE OLAN BİR YILDIZ ÇEKİRDEĞİ; 3 GÜNEŞ KÜTLESİNDEN DAHA BÜYÜK KÜTLELİYSE O ZAMAN NE OLUR?

BU DURUMDA PROTONLARLA ELEKTRONLARIN BİRLEŞEREK OLUŞTURDUĞU YOĞUN NÖTRON GAZININ BASINCI DAHİ BU ÇÖKMEYİ DURDURMAYA YETMEZ.



**YILDIZ ÇEKİRDEĞİNİN ÇÖKMESİ DEVAM
ETTİKÇE YARIÇAP KÜÇÜLÜR, YOĞUNLUK SON
DERECE BÜYÜK DEĞERLERE ULAŞIR.**

$$g = MG/R^2$$

**YASASINA GÖRE KÜTLE ÇEKİMİ HIZLA ARTAR VE
SONUNDA ÖYLE BİR DEĞERE ULAŞIR Kİ ARTIK
BU ÇEKİM GÜCÜNDEN IŞIK BİLE KAÇAMAZ.**

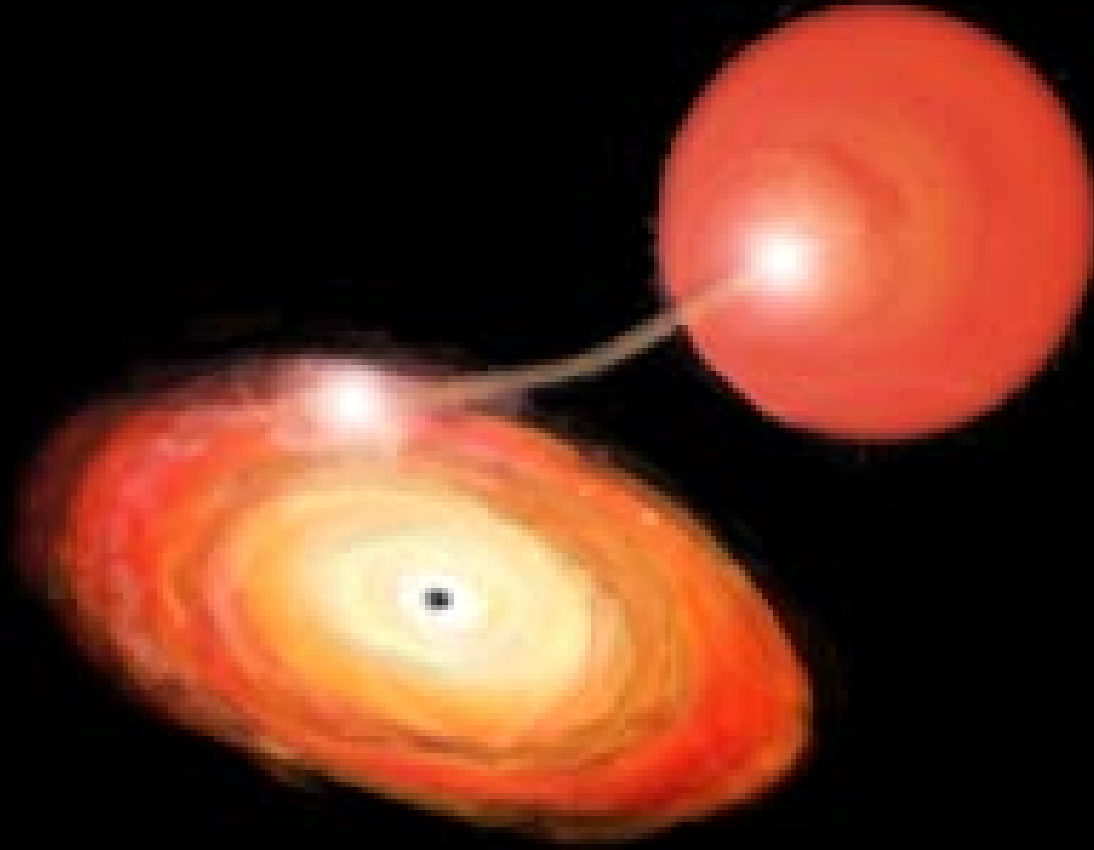
**KARADELİĞİN “KARA” OLMASININ NEDENİ
BUDUR.**

**KARADELİK İÇERİSİNDE BİLDİĞİMİZ FİZİK
YASALARI ARTIK GEÇERLİ DEĞİLDİR.**

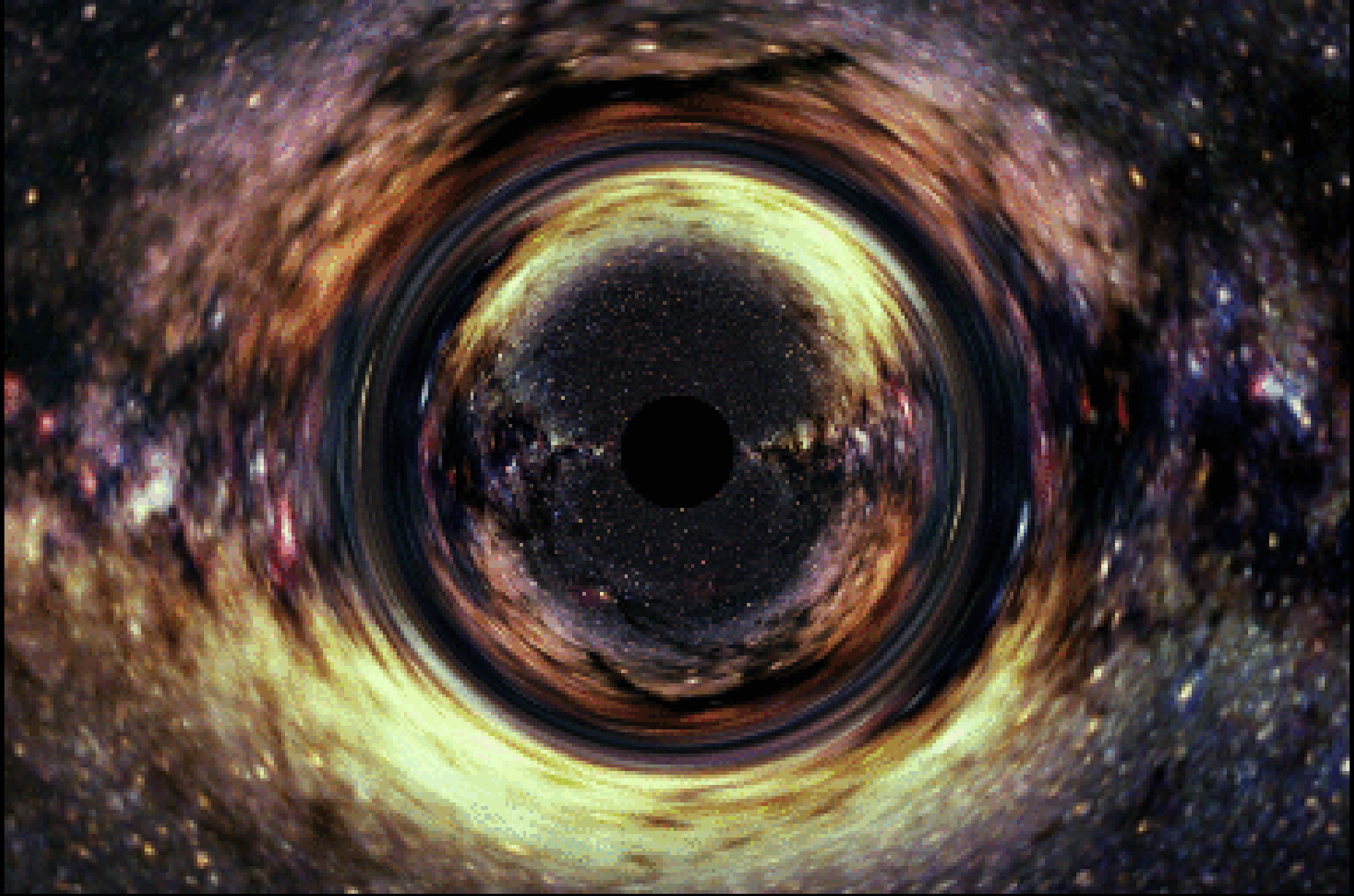
**KARADELİK GERÇEKTEN DE “KARA” OLDUĞUNA
GÖRE ONU NASIL GÖRECEĞİZ?**

**BİR KARADELİĞİ GÖRMENİN TEK YOLU, ONU
ETRAFINDAN MADDE YUTARKEN GÖZLEMEDİR.**

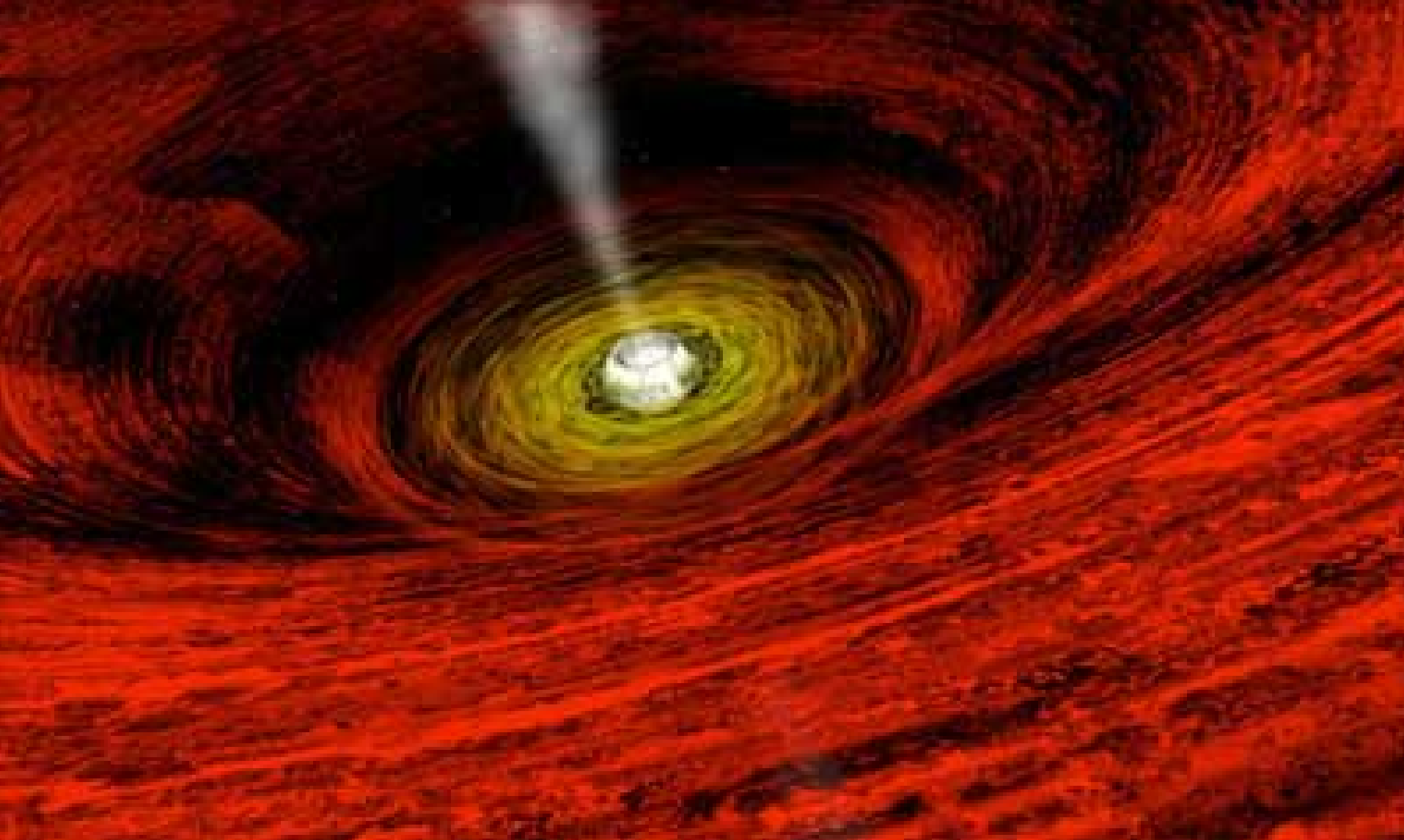
**YAPILAN GÖZLEMLER, PEKÇOK GALAKSİNİN
MERKEZİNDE ÇOK BÜYÜK KÜTLELİ BİR
KARADELİK OLDUĞUNU GÖSTERMEKTEDİR.**



**ÇEVRESİNDEN MADDE TOPLAYAN KARADELİK MODELİ.
KIRMIZI DEVDEN YUTULAN MADDE, KARADELİK ÜZERİNE
DÜŞERKEN SARMAL BİR YAPI GÖSTERİR.**



**KARADELİK ÜZERİNE DÜŞEN MADDENİN SARMAL YAPISININ
ÜSTTEN GÖRÜNÜMÜ.**



**KARADELİK ÜZERİNE DÜŞEN MADDENİN SARMAL YAPISININ
DEĞİŞİK BİR AÇIDAN GÖRÜNÜMÜ.**