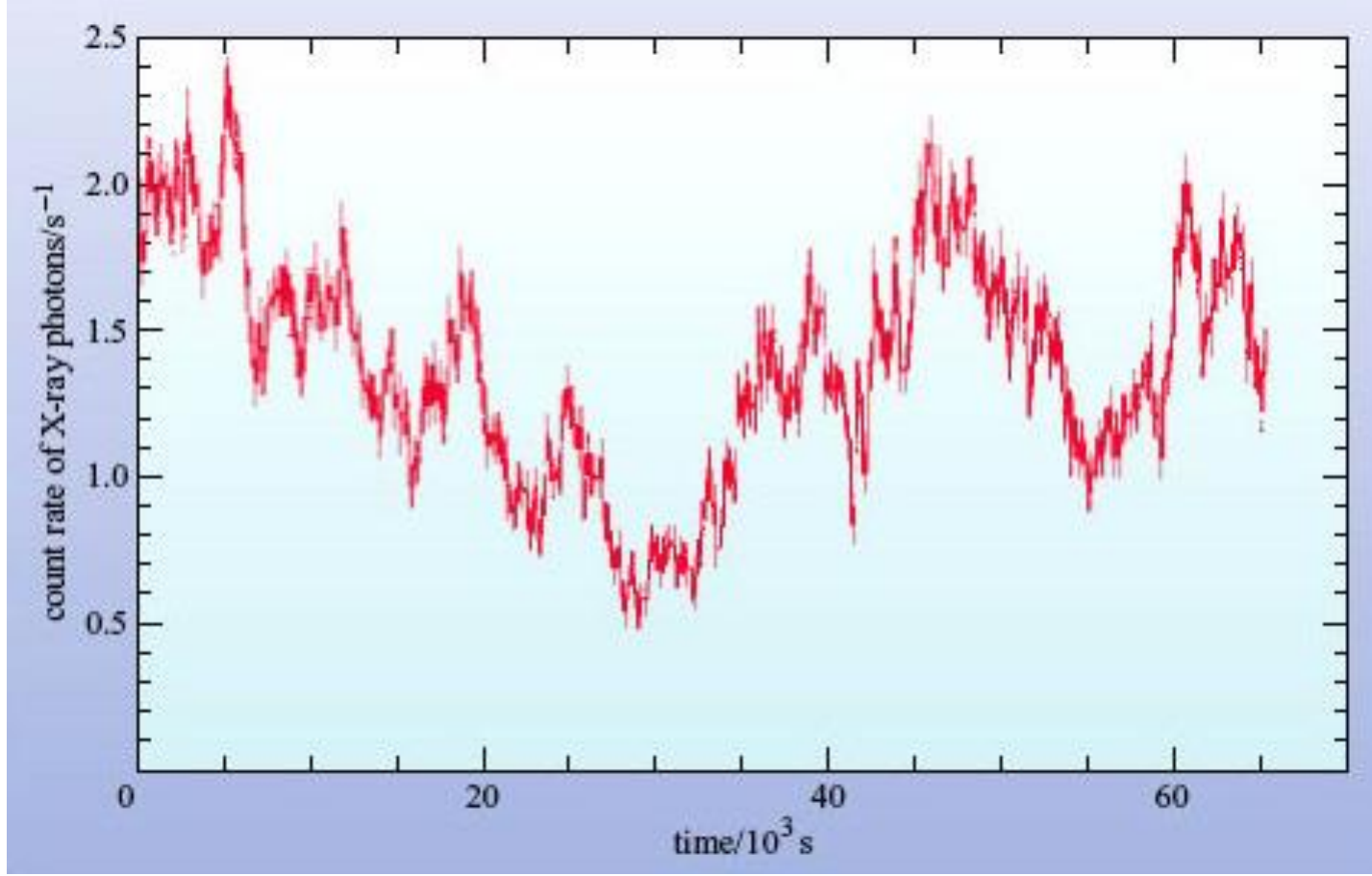


# Aktif Galaksi Modelleri

Tipik bir AGN birçok bileşenden oluşmaktadır,

1. Bir kara delik
2. Bir yığılma diski
3. Geniş çizgi bölgesi
4. Moleküler bir kabartı
5. Dar çizgi bölgesi

# Yığılma Diski



Şekil 3.27. Seyfert galaksisi olan MCG-6-30-15'in X-ray değişimine bir örnek. Birkaç bin saniyelik değişimler aktif galaktik çekirdeklerin bir özelliğidir.

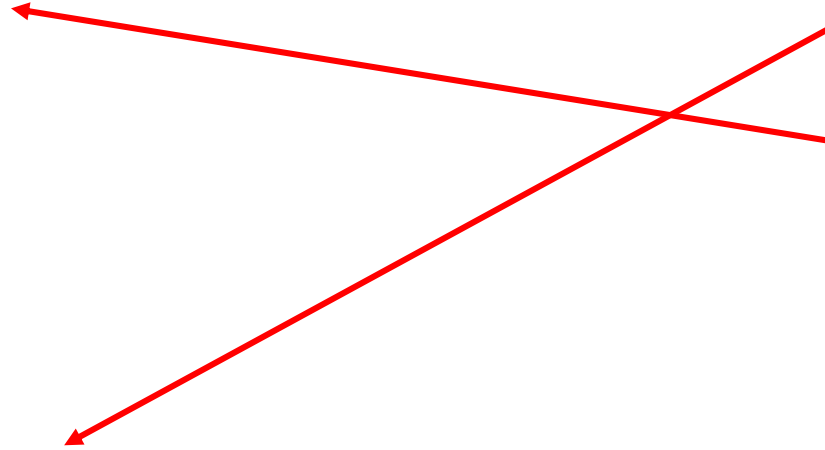
Mark H. Jones, Robert Lambourne, Stephen Serjent  
(2015) An introduction to galaxies and cosmology

# Geniş ve Dar izgi Bölgeleri

Tayflar, gaz bulutlarının

- yoęunluęu (yasaklı çizgiler)
- hareketi (izgi genişliği)

açısından ele alınırsa;



- **Geniş izgi** → yüksek yoğunluklu hızlı bulutlar (merkeze yakın)
- **Dar izgi** → düřük yoęunluklu yavař bulutlar (merkezden uzak)

# Geniş Çizgi Bölgesi

- Torus ile merkezi motor arasında kalan boşlukta bulunur
- Yörünge hızı tipik olarak 5000 km/s
- Yoğun ışıınımdan dolayı sıcaklık çok yüksek ( $10^4$  K)
- Tozlar buharlaşmış
- Gaz kütlesi  $10 M_{\odot}$  kadardır ve ihmal edilebilir
- Her AGN'de geniş çizgi bölgesi vardır fakat bazı durumlarda Torus tarafından engellenir

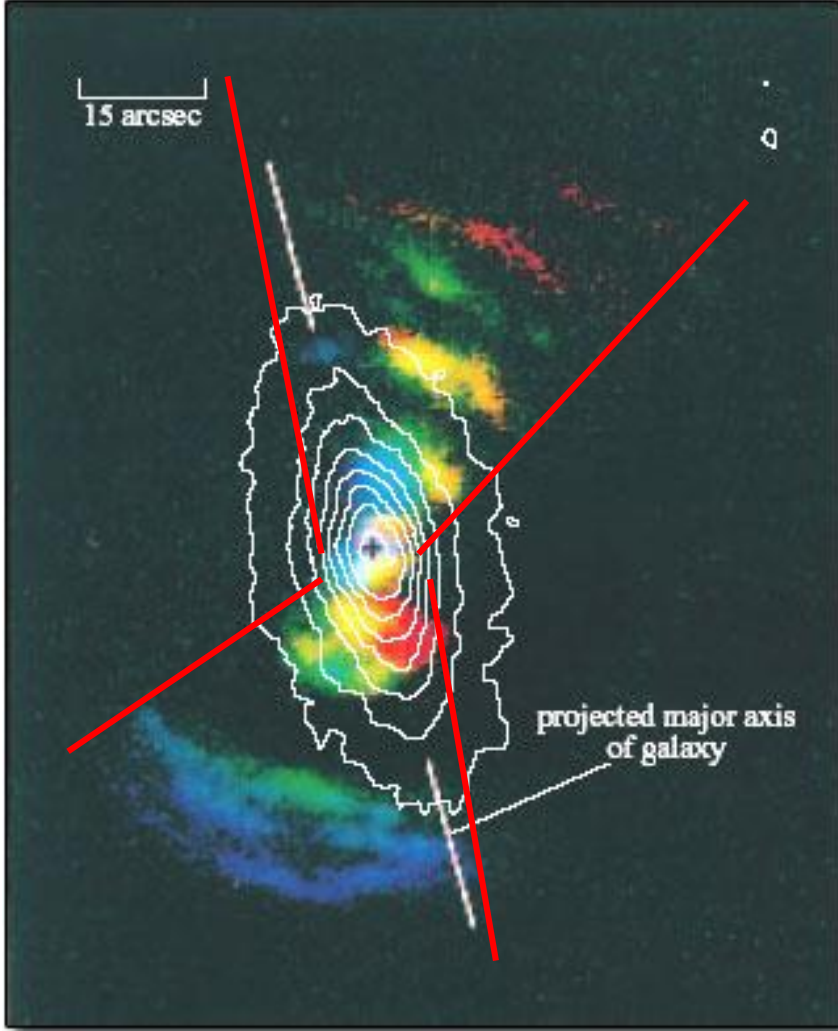
- NGC 4151 belirgin bir Tip I Seyfert galaksisidir
- Geniş çizgi bölgesindeki gaz hızı  $v = 7000 \text{ km/s}$
- Dolayısıyla geniş salmalara sahiptir
- Salma çizgilerinin genişlikleri değişkendir
- Çizgilerde süreklilik tayfına göre 10 günlük gecikmeler gözlenmektedir. Yani **merkezden gelen ışınım geniş çizgi bölgesini 10 gün sonra aydınlatmaktadır**
  
- $R \approx \Delta t \times c'$  den R yarıçapı 10 ışık günü bulunur
- $M = v^2 r / G$  'den karadeliğin kütlesi  $10^8 M_{\odot}$  olarak hesaplanmaktadır

# Dar Çizgi Bölgesi

- Merkezden uzak bir bölgedir
- Yörünge hızı tipik olarak 200-900 km/s
- Geniş çizgi bölgesinin aksine, Torusun dışında olması nedeniyle her zaman gözlenebilir

**SORU:** Dar çizgi bölgesi AGN'nin en geniş yarıçaplı bölgesidir ve diğer tüm bileşenleri sarmaktadır. Diğer bileşenler gibi merkezi motor tarafından aydınlatılmaktadır. Eğer bir uzay gemisiyle dar çizgi bölgesini göreceğ kadar yaklaşabilseydik Torusun geometrisini göz önünde bulundurarak bu bölgenin nasıl bir görüntüsü olmasını beklerdik? En iyi görüş hangi doğrultuda olurdu?

Şekil 3.34



- Dar çizgi bölgesi belirli bir şekle sahiptir.
- Örnek olarak Seyfert türü NGC 5252 verilebilir
- Şekildeki bir çift koni şeklinde yapı, Torusun merkezinden çıkan ışınımın ortamdaki gazı aydınlatıldığını göstermektedir.
- Işınım AGN'den birkaç kpc uzağa kadar uzanmaktadır
- Bu bölge temel olarak 'genişlemiş dar çizgi bölgesi' olarak adlandırılır
- Merkezden gelen ışınım ile iyonize olmuş yıldızlararası gazdan oluşmaktadır

Mark H. Jones, Robert Lambourne, Stephen Serjent (2015) An introduction to galaxies and cosmology


# Birleşik Modeller

Model için gerekenler;

- Süper kütleli bir karadeliğle çalıştırılan merkezi bir motor
- Toz bulutları
- Gaz bulutları
- Gaz ve tozu simit şeklinde bir yapı (torus) oluşturacak şekilde düzenleyen yığılma süreçleri

2 temel fikir bulunmaktadır;

- Tüm AGN'ler aslında aynıdır. Temel olarak karadeliğin kütlesi ve kütle yığılma oranına bağlı olarak değişen ışınım güçleri açısından farklılık gösterirler.
- Bir AGN torus içeriyorsa gözlenen ışınım AGN'nin gözlendiği yöne bağlı olacaktır.

- 
- Radyo-sessiz AGN
  - Radyo-gürültülü AGN



# Radyo Sessiz AGN

Torusun dönme eksenine yakın bir konumdan bakılırsa;

- X-ışın, UV (büyük mavi tümsek) ve merkezden gelen diğer ışınımlar ile dar ve geniş çizgi bölgelerinden gelen çizgiler ve torustan gelen kırmızı öte salmalar görülecektir.
- **Dolayısıyla Tip I Seyfertlerle ilgili tüm özellikler gözlenecektir**

Torusun düzlemine yakın bir noktadan bakılırsa;

- X-ışınlar ve geniş optik emisyon çizgileri engellenecektir.
- **Dolayısıyla Tip II Seyfertlerle ilgili tüm özellikler gözlenecektir**

- 
- ❖ **Gözlemler en azından bazı Tip II Seyfertlerinin, temelde Tip I Seyfertlerinin farklı açıdan görünen halleri olduğunu önermektedir.**

# Radyo Sessiz AGN

Kuazarlar da Seyfertlere benzer dağılım göstermektedir;

**Tip I radyo-sessiz kuazarlar** Tip I Seyfertlerine benzer.

- Geniş ve dar salma çizgileri gösterirler.
- Ancak ışınım güçleri Seyfert Tip I'in ışınım gücünden daha fazladır

**Tip II radyo-gürültülü kuazarlar** Tip II Seyfertlerine benzer.

- Yüksek seviyedeki toz engeli kuazarın çoğu özelliğinin görülmesini engeller.
- Parlak kırmızı öte kaynaklardır
- Kırmızı öte tayfları yıldız patlama galaksilerinden farklıdır

# Radvo Gürültülü AGN

Bu modelde radyo galaksilerde ve bazı kuazarlarda görülen bir çift lop ile son bulan jetler üretilmektedir.

## Dar çizgili radyo galaksilerde,

- Modele torusun düzlemine yakın bakılır
- Dar çizgiler, genişlemiş loplara ve iki jet görülmektedir

## Geniş çizgili radyo galaksilerde,

- Jet eksenlerine yakın bir açıdan bakılır
- Geniş çizgi bölgesi görüş alanına girer
- Jet eksenlerine yaklaştıkça bir jet daha parlak görünürken diğeri sönükleşir
- Dolayısıyla **tek bir jete sahip radyo galaksi** gözlenir

# Radyo Gürültülü AGN

## Kuazarlarda,

- Açı küçüldükçe karadeliği çevreleyen yoğun ışınım kaynağı görülmeye başlar
- Artık sadece tek bir jet gözlenmektedir

## Blazarlarda,

- Tam olarak jetten aşağıya torusa doğru bakılıyorsa görülecektir
- Işınım sadece jetten geldiği için tayflarında düzgün bir süreklilik baskındır
- Geniş bir dalgaboyu aralığında hızlı değişimler gösterirler

# Özet

- Galaksi tayfı kendini oluşturan cisimlerin birleşik bir tayfindan oluşur

**Normal galaksi** → Yıldızlardan ve HII bölgelerinden gelen katkıları içerir

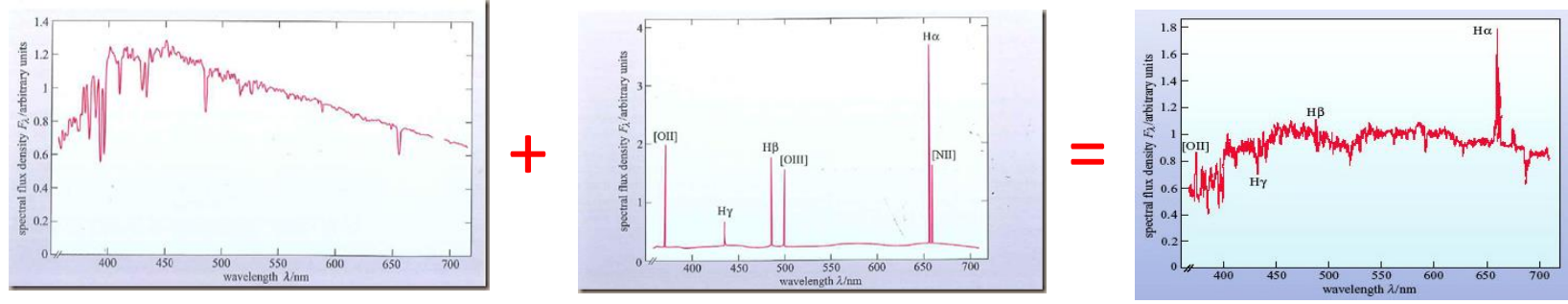
**Spiral galaksi** → Hem yıldızlardan hem de yıldız oluşum bölgelerinden oluşur. Optik tayfı yıldızların ve zayıf emisyon çizgileri gösteren HII bölgelerinin bir karışımıdır.

**Eliptik galaksi** → HII bölgeleri yoktur. Optik tayfı zayıf soğurma çizgilerine sahip bir yıldız tayfına benzer.

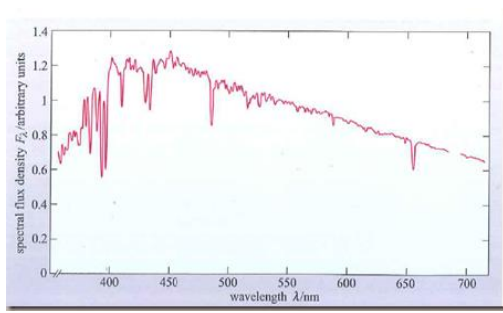
- Tayf çizgilerinin genişliği;

-  
-

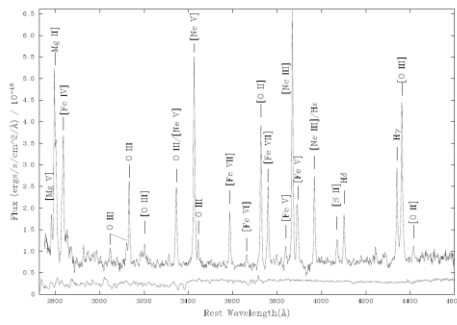
dolayı Doppler genişlemesi gösterir.



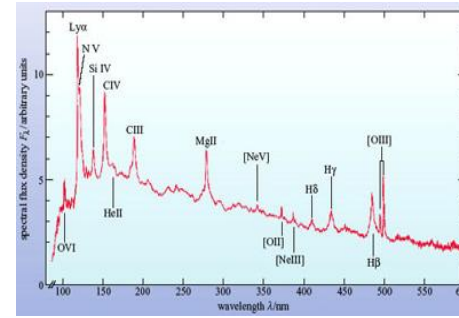
Mark H. Jones, Robert Lambourne, Stephen Serjent (2015) An introduction to galaxies and cosmology



+



=

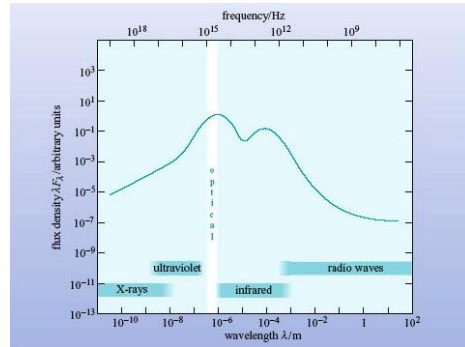
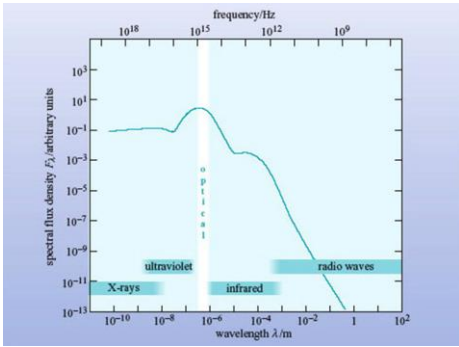


- Aktif bir galaksi tayfı edilebilir.

ve

karakterize edilen ilave bir tayfın birleşimiyle tarif

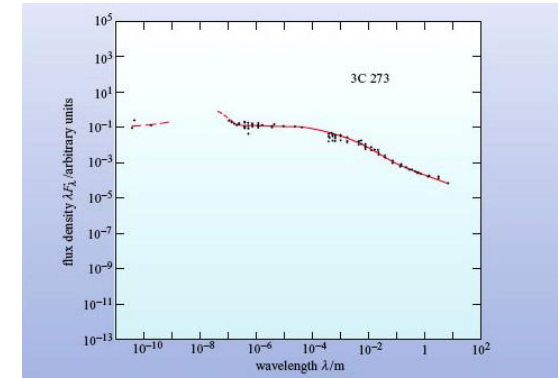
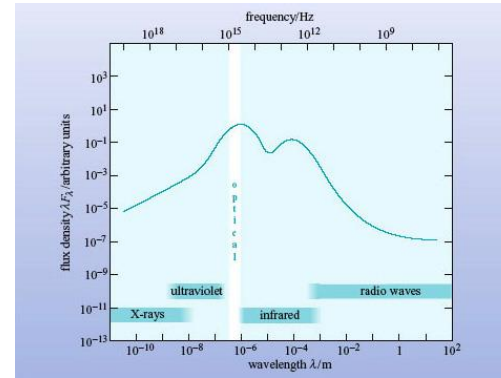
X



✓

- Bir genişband tayfı galaksiden tüm dalgalarda gelen ışınımın oluşur. Böyle bir tayfı analiz edebilmek için logaritmik ölçekte  $\lambda F_\lambda$  yani tayfsal enerji dağılımı kullanılmalıdır.

- Normal galaksilerin tayfsal enerji dağılımları pik yaparken aktif galaksilerin tayfsal enerji dağılımları ise önemli miktarda emisyon yapar.



Mark H. Jones, Robert Lambourne, Stephen Serjent (2015) An introduction to galaxies and cosmology

- Tüm aktif galaksiler aktif galaktik çekirdek (AGN) olarak adlandırılan kompakt ve enerjik bir çekirdeğe sahiptir.

- Seyfertler →

Parlak ve nokta benzeri çekirdek.

Parlaklık değişimi.

Spiral galaksiler.

Kırmızıöte ve optik olmayan diğer dalgalarda aşırı ışınım.

Güçlü emisyon çizgileri.

- Kuazarlar →

Işınım gücü yüksek çekirdek.

Uzak mesafeler.

Değişkenlik.

%10'u güçlü radyo kaynağı.

Jetler.

- Radyo galaksiler →

1 veya 2 jet.

Dev radyo lobları.

Kompakt çekirdek.

Değişkenlik.

Geniş ve dar emisyon çizgileri.

- Blazarlar →

Geniş dalga boyu aralığında sürekli tayf.

Emisyon çizgileri geniş ve zayıf.

Kısa zaman ölçekli değişim.

# Merkezi Motor

- Bir  $\Delta t$  zaman ölçeğinde parlaklığında değişimler meydana gelen bir cisim  $R \approx c \times \Delta t$  'den daha büyük bir yarıçapa sahip olamaz.
- Aktif galaktik çekirdeğin nokta benzeri yapısı ve hızlı değişimleri, emisyon yapan bölgenin Güneş sistemi boyutlarından daha küçük olduğunu göstermektedir.
- Tipik bir aktif galaktik çekirdeğin merkezinde kütlesi  $10^8 M_{\odot}$  ve Schwarzschild yarıçapı  $R_s \approx 3 \times 10^{11} \text{ m}$  (2AB) olan bir karadelik olduğu düşünülmektedir.
- Karadeliğe doğru düşen maddenin karadelik etrafında bir yığılma diski oluşturduğu düşünülmektedir. Burada çekim enerjisi ısısal enerjiye ve ışınımına dönüştürülmektedir.
- $10^{38} \text{ W}$ 'lık tipik bir AGN ışınım gücü yıllık  $0.2 M_{\odot}$ 'lık bir yığılma oranıyla açıklanmaktadır.
- Yığılan bir karadeliğin ışınım gücü Eddington limiti ile verilmektedir. Karadeliğe düşen madde üzerindeki çekim kuvveti salınan ışınımın ışınım basıncıyla dengelenmektedir.
- Jetlerin yığılma diskine dik doğrultuda madde fırlattığı düşünülmektedir.



# Aktif Galaksi Modelleri

Bir AGN için standart modelde;

- 
- 
- 
- 

Birleşik modeller aktif galaktik çekirdekleri

- 
- 

farklılık olduğu varsayımı altında açıklar

İki model arasındaki fark karadeliklerin açısal momentumuna bağlı.  
Daha hızlı dönen karadelikler çarpışma ya da birleşmelerden oluşmuş olabilir.

## Radyo-sessiz galaksiler

Tip I seyfertler

Tip II seyfertler

Radyo-sessiz kuazarlar

## Radyo-gürültülü galaksiler

(jetler- radyo loplara)

Radyo galaksi

Kuazar

Blazar

# Aktif Galaksilerin Kökeni ve Evrimi

- Kuazarlar kırmızıya kayma değeri  $z = 2-3$  arasında oldukça çok sayıda bulunmaktadır.

Son 10 milyar yıldır sayıları oldukça azalmıştır.

- Küresel bir bileşen tarafından domine edilen galaksilerin çoğunun süper kütleli karadelikler bulundurduğu kabul edilmektedir. Bu karadeliklerde yalnızca küçük bir kısmı günümüzde güçlü aktif galaktik çekirdeklerdir. Geri kalanlar ise aktif durumda değildir.

- Yığılan madde tükeldikçe AGN'nin zamanla durulduğu anlaşılmaktadır.

Galaktik çarpışmalar veya birleşmeler, merkezi süper kütleli karadeliğin üzerine madde yığılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

- İki galaksinin birleşmesini takiben, süper kütleli karadelikler de muhtemelen birleşmektedir.

İki aktif galaktik çekirdeğe sahip küçük galaksi popülasyonlarının gözlemi bu senaryoyu desteklemektedir.

- Süper kütleli karadelikleri oluşturan çekirdek karadelikler Evren'in tarihinde

çok erken dönemlerde oluşmuş olmalıdırlar.