



X-Şeklindeki Radyo Galaksilerin Tayfsal Sınıflandırılması



Ezgi Gülçiçek TAŞDAN , Ece KİLERCİ

İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

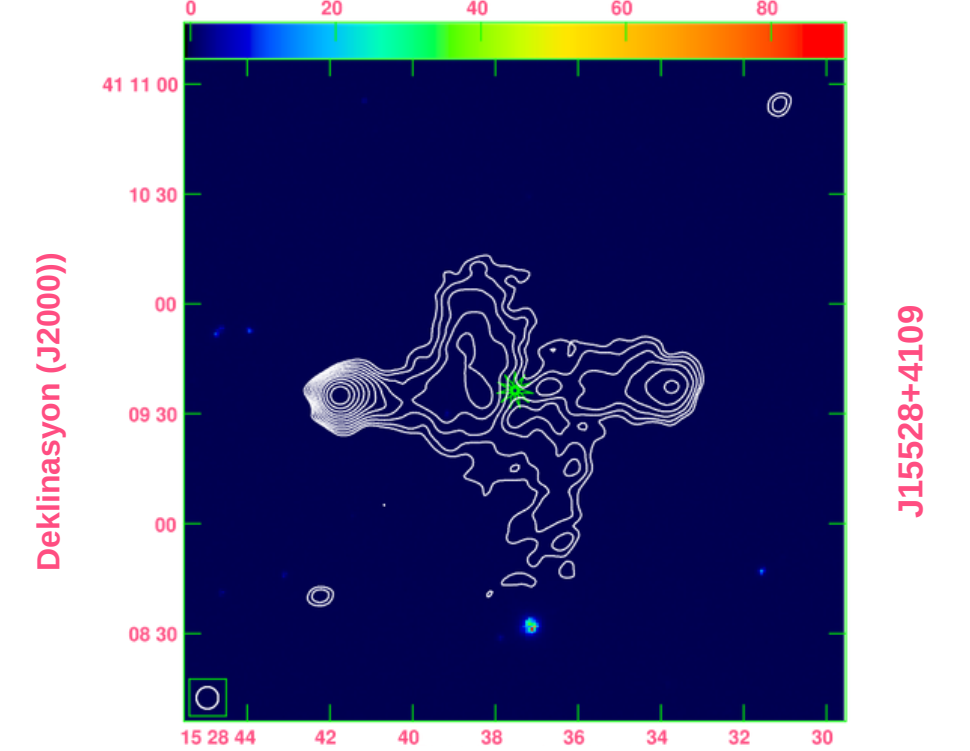
Giriş

Radyo galaksiler, merkezlerindeki Aktif Galaktik Çekirdeklerinin (AGN) ürettiği relativistik jetlerin oluşturduğu geniş ölçekli (>20 kpc , M. Orienti (2025)) radyo yapıları sergileyen galaksilerdir.

Bera et al. (2025) çalışmasında, **LOFAR Two-Meter Sky Survey**'in (LoTSS) ikinci veri yayınında (DR2) yer alan radyo görüntüleri morfolojik ve geometrik ölçütler kullanılarak incelenmiştir.

Kanatlı Radyo Galaksiler (WRG), X-şekilli (XRG) ve Z-şekilli (ZRG) kaynaklar ile aday kaynaklar belirlenerek temel fiziksel özelliklerini içeren 621 kaynakla bir katalog oluşturulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, söz konusu katalogda yer alan, örnekleme yeni oluşturulmuş olan **XRG'lerin**, Sloan Digital Sky Survey Data Release 16 (**SDSS DR16**) optik tayfları kullanılarak tayfsal sınıflandırmalarının yapılmasıdır.



Sağ Açıklık (J2000))
Renk skalası parlaklık aralığı = -0.55 89.95
Isl_rms = 0.0086 mJy/beam
Kontür seviyeleri = 3.00E-04 * (1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 23, 32) Jy/beam

Bera et al. (2025)

Yöntem

- Bera et al. (2025) WRG kataloğunda tanımlanan XRG'ler , optik eşleniklerini belirlemek amacıyla koordinatları kullanılarak **SDSS** ile **1 yay saniyesi konumsal yakınlık kriteri** kullanılarak eşleştirilmiştir.

- SDSS optik tayfları **PyQSOFit** programı (Guo, H., Shen, Y., Wang, S. 2018) kullanılarak modellendirilmiştir.
- PyQSOFit programı, hem host galaksilerin hem de AGN'lerin ürettiği ışınımı, spektrumdaki emisyon çizgileriyle birlikte eş zamanlı olarak modelleyen bir yazılımdır.

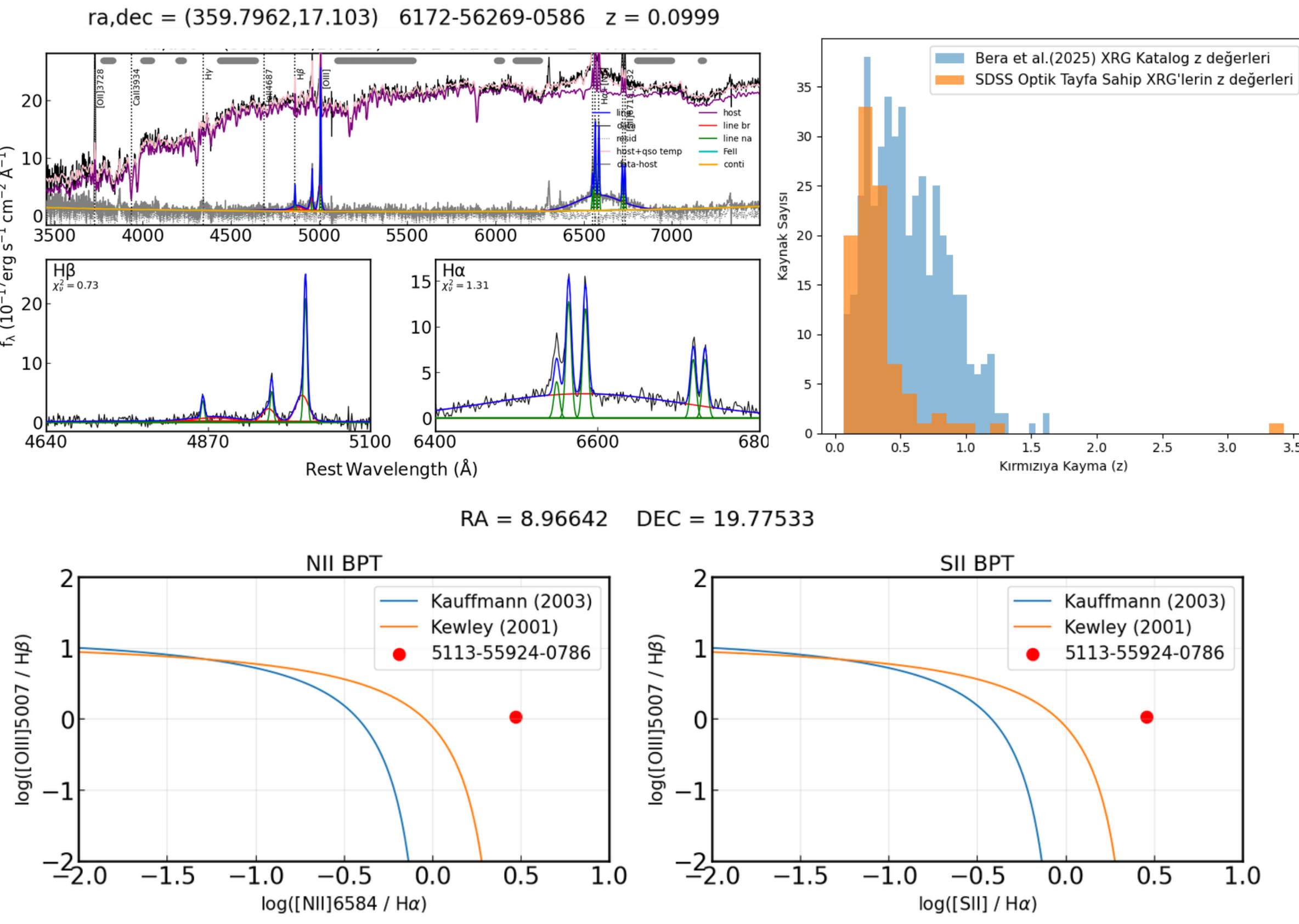
- İkincil eşleşmeler ve **Hβ, Hα, SII, OIII, NII** emisyon çizgi akıları > 0 şeklinde filtrelenerek uygun olmayan kaynaklar elenmiş ve 61 kaynak içeren bir analiz örnekleme oluşturulmuştur.

- Osterbrock & Pogge 1985; Goodrich 1989 çalışmalarına dayanarak **Hβ çizgileri Full Width at Half Maximum'u (FWHM) > 2000 km/s** sağlayan kaynaklar **Tip 1 AGN** olarak sınıflandırılmıştır.

- Hβ FWHM < 2000 km/s** olan kaynak, Kewley et al. (2006) çalışması baz alınarak **Baldwin-Philips-Terlevich (BPT) Diagramı** ile sınıflandırılmıştır.

$$\log \left(\frac{[\text{O III}]}{\text{H}\beta} \right) = \frac{0.61}{\log \left(\frac{[\text{N III}]}{\text{H}\alpha} \right) - 0.47} + 1.19 \quad (\text{Kewley et al., 2001})$$

$$\log \left(\frac{[\text{O III}]}{\text{H}\beta} \right) = 1.89 \times \log \left(\frac{[\text{S II}]}{\text{H}\alpha} \right) + 0.76 \quad (\text{Kewley et al., 2006})$$



Sonuçlar

- Bera et al. (2025) WRG kataloğundaki XRG kaynaklarının SDSS DR16 verileriyle eşleştirilmesi sonucunda 96 optik tayf belirlenmiştir. Kalite kontrolleri sonrasında 62 kaynağın tayfsal sınıflandırması gerçekleştirilmiştir.

- Elde edilen sonuçlar:
-- **61 kaynak** → **Tip 1 AGN**
-- **1 kaynak** → **LİNER / Tip 2 AGN**

- Sonuçlar, incelenen 62 X-şekilli radyo galaksinin **tamamının AGN aktivitesi gösterdiğini tayfsal olarak ortaya koymaktadır**. Böylece LoTSS DR2 verilerinde XRG olarak tanımlanan bu kaynakların AGN doğasını optik tayfsal analiz yoluyla kanıtlamış olduk.

- Bu çalışma, XRG'lerin radyo morfolojilerinin yanı sıra optik tayfsal özelliklerinin de değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

LoTSS Name	SDSS Name	RA	DEC	z	Hb	Ha	NII6585	NII6586	SII6732	Sınıf
ILTJ000811.31+350218.9	J0008+3502	2.046729099999993	35.038506	0.14500226	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
ILTJ001218.21+352728.6	J0012+3527	3.075004900000001	35.458161	0.26306164	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
ILTJ003551.91+194629.8	J0035+1946	8.966417700000022	19.775328	0.30227023	✓	✓	✓	✓	✓	LİNER
ILTJ004744.28+233156.9	J0035+2229	8.878078000000016	22.485389	0.58431834	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
ILTJ020103.32+250235.9	J0047+2331	11.934536999999998	23.532365	0.26332867	✓	✓	✓	✓	✓	Tip 1 AGN
ILTJ110118.00+653308.7	J0201+2502	30.263031000000001	25.043591	0.8390386	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
ILTJ112942.32+492724.2	J0205+2305	31.284393000000002	23.094026	0.24041988	✓	✓	✓	✓	✓	Tip 1 AGN
ILTJ115617.62+333027.8	J0811+4831	122.90514	48.526058	0.70274174	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
ILTJ123835.88+281553.0	J0828+3935	127.0285	39.594518	0.7615509	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ILTJ160002.93+322650.9	J1600+3226	240.01185	32.445728	0.31972903	✓	✓	✓	✓	✓	Tip 1 AGN
ILTJ160344.46+524229.2	J1603+5242	240.93733	52.70574	0.29186305	✓	✓	✓	✓	✓	Tip 1 AGN
ILTJ161509.56+531011.8	J1615+5310	243.78993	53.170586	0.18364803	✓	✓	✓	✓	✓	Tip 1 AGN
ILTJ163243.52+535232.5	J1632+5352	248.18154	53.874772	0.32092062	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
ILTJ164544.69+375523.2	J1645+3755	251.43622	37.923925	0.6020791	✓	✗	✗	✗	✗	Tip 1 AGN
ILTJ222716.02+314618.8	J2227+3146	336.8164899999999	31.771757	0.34373966	✓	✓	✓	✓	✓	Tip 1 AGN

Kaynaklar

M. Orienti, A&A, 698, A157 (2025)

Bera, S. K., Fang, T., et al. 2026, [arXiv:2604.22347](https://arxiv.org/abs/2604.22347)

Kewley et al. , 2023, MNRAS, **372**, 961

Hardcastle et al. , 2023 A&A, **678**, A151

Shimwell et al, 2022 A&A **659**, A1

Agostino & Salim , 2019, *ApJ* **876**,

Osterbrock& Pogge, 1985, *ApJ*, **297**, 166

Goodrich, R. W. 1989, *ApJ*, 342, 224

Guo, H., Shen, Y., Wang, S. 2018, [ascl:1809.008](https://arxiv.org/abs/1809.008)

Shen, Y. et al. 2019, *ApJS*, **241**, 34S