

Proje Başlığı	<b>Aşırı Parlak X-Işın Kaynaklarının Optik ve Kırmızıöte Bölgede Yıldız Kümeleri ve Yıldız Oluşum Bölgeleri İle İlişkilerinin Araştırılması</b>
Öğretim Üyesi Ünvan Ad Soyad	Prof.Dr. Aysun AKYÜZ
Proje No ve destek veren kurum	<b>117F115 TÜBİTAK</b>
Projedeki görev	<b>Yürütücü</b>
Proje süresi (ay) ve başlama/bitiş tarihleri	36 ay 01/01/2017-01/10/2020
Proje Bütçesi	<b>361.800 TL</b>

### Proje Özeti

X-ışın çiftlerinin bir alt sınıfı olan Aşırı-Parlak X-ışın kaynakları (AXK),  $10 M_{\odot}$  kütleli bir karadeliğin için yayılım izotropik varsayıldığında ışınım gücü ( $L_x > 10^{39}$  erg/s) Eddington limitini aşan sistemler olarak tanımlanmaktadır.

Keşfedildiğinden bu yana geçen ~35 yılda AXK'ların doğası (kütle, yaşı) ve yayılım geometrisi gizemini koruyan güncel konular arasındadır. Galaktik X-ışın çiftlerine benzer yapıda fakat yüksek madde aktarım oranına sahip yıldız-kütleli ( $5-20 M_{\odot}$ ) kara delik içeren yada standart madde aktarım oranına sahip orta-kütleli ( $10^2-10^4 M_{\odot}$ ) kara delik içeren modeller AXK'ların yüksek ışınım gücünü açıklamakta kullanılan en popüler modellerdir. AXK'ların her iki modeli de içeren heterojen yapıda bir sistem olduğu tartışılırken son yıllarda sistemde sıkı cisim ile eşleşen cismin karadeliğin yerine bir nötron yıldızı olduğunun keşfedildiği iki çalışma (Bachetti ve ark. 2014 ve Fürst ve ark. 2016) böylesi yüksek ışınımın nasıl olur da  $\sim 1.4 M_{\odot}$  kütleli bir nötron yıldızından kaynaklanabildiği konusunda tartışmaları başlatmıştır (Ekşi ve ark. 2014; Fragos ve ark. 2015, King ve Lasota 2016).

Gözlenen çok sayıda AXK'nın ya bir yıldız kümesinin içinde ya da bir yıldız kümesine yakın mesafede ( $< 400$  pc) olduğu ayrıca bu kaynakların buldukları galaksilerde yıldız oluşum bölgeleri ile ilişkili olduğu önerilmektedir.

Projele amacımız, ev sahibi galakside konumları, yıldız kümeleri ve yıldız oluşum bölgeleri ile eşleşen AXK'ların bu yapılarla ilişkilerini optik ve kırmızıöte bölgede araştırmaktır. Planlanan çalışmamızda özellikle kümelerin kütle, yaş ve tayfsal sınıfını belirleyerek ilişkili olan AXK'ların benzer karakteristik özellikleri tanımlanacak, elde edilen sonuçlarla güncel bir problemin çözümüne önemli katkı sağlanacaktır.

Bu konuda yapılan kuramsal ve gözlemsel çalışmalar, yıldız kütleli karadeliğin içeren AXK'ların, çoğunlukla büyük-kütleli X-ışın çiftleri (HMXB) olabileceğini önermektedir. Orta-kütleli kara delik içeren sistemler ise metalece zayıf popülasyon III yıldızlarının gel-git etkisi ile karadeliğin tarafından yakalanan bir yıldızla oluşan bir çift sistem olabilir. AXK'lar, küme dışında ise doğdukları küme ile ilişkili olabilir; ya bir süpernova patlamasının etkisiyle kümeden atılmış olabilirler (çift kaçış modeli; runaway binary model) ya da süper-yıldız kümelerinde ki büyük kütleli yakın üç yıldızın etkisiyle küme dışına itilebilirler (üç cisim etkileşim modeli-three body interactions model).

Bu projede, bir küme içinde yada çevresinde bulunan AXK'ların optik ve kırmızıöte özellikleri ayrıntılı araştırılarak çoğu sistemin temel özellikleri (bileşenlerin yaş ve kütle değerleri ve çevreleri ile ilişkileri) ilk kez belirlenecektir. Araştırmada kullanılacak hassas astrometrik hesaplama yöntemi ile AXK'ların kümeye göre konumunun belirlenmesi ve fiziksel ortamlarının fotometrik ve tayfsal veriler yardımı ile tanımlanması amaçlanmaktadır.

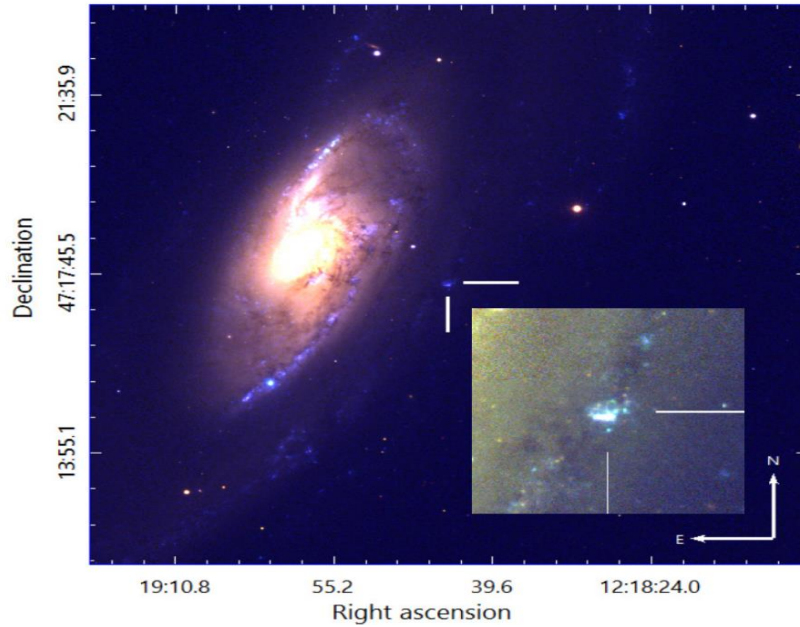
SAO (Special Astrophysical Observatory,Rusya) BTA-6m teleskoptan elde edilecek tayfsal veriler ve kullanılacak yazılımlar (Starburst99 ve Cloudy) ile kaynakların ışınmaları, konumları ve evrimlerinin küme yada yıldız oluşum bölgeleri ile ilişkileri araştırılacaktır. Kaynak kümenin bir elemanı yada komşuluğunda ise, küme yaş ve kütle değerlerinin hesaplanmasıyla eş yıldızın yaş, kütle ve tayfsal sınıfı belirlenecek ve çift sistemin olası sınıfı (HMXB olup olmayacağı) tartışılacaktır. Ayrıca belirlenen özelliklerine göre yukarıda sözü edilen modellerin uyumu tartışılacaktır. Yıldız oluşum bölgelerinin özelliklerinin araştırılacağı kırmızıöte (Spitzer) verileri optik verilere önemli katkı sağlayacaktır.

AXK'ların ilişkili olduğu kümelerin gözlenen tayfsal yayılım çizgilerinin ( $He II, H_{\alpha}, H_{\beta}, [OIII], vd$ ) oluşumunda; kümede ki olası OB yıldızların yayılımı ile kümeyi çevreleyen bulutsunun fotoiyonizasyonunun etkisinin yanısıra, yıldız rüzgarları yada süpernova patlamaları ile oluşan şok dalgalarıyla uyarılmanın etkisi dikkate alınmaktadır. AXK'ların yaydıkları ışınım ile şokla uyarılmaya neden olan etkenlerden daha büyük oranda yayılım çizgilerinin oluşumuna katkısı olduğu tartışılmaktadır (Abolmasov, 2007) Çalışmamızda

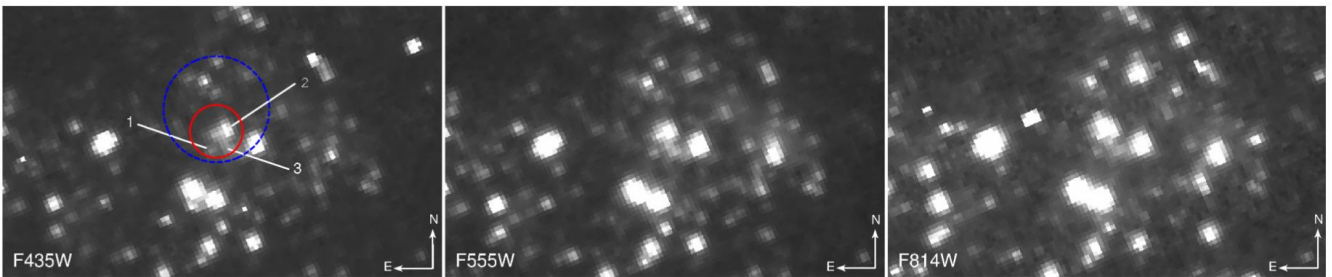
kümelere tayfsal verilerinin analizleriyle gözlenen yayılım çizgilerinin oluşumunda AXK'nın katkısı değerlendirilecek ve yayılım geometrisi araştırılacaktır.

Proje çalışmalarımızda Hubble Uzay Teleskobu (HST)'nin farklı filtrelerle alınan arşiv verileri kullanılacaktır. Kümelere için kırmızıöte verileri ise Spitzer arşivinden sağlanacaktır. Rus Bilim Akademisine bağlı SAO'da bulunan astrofizik grubu ile devam eden ortak çalışmalarımız dolayısıyla belirlenecek AXK'ların ve ilişkili olduğu kümelere tayfsal verileri 6m-BTA teleskopu ile alınacaktır.

Proje yürütücüsünün de dahil olduğu bir çalışmada NGC 4258 galaksisinde bulunan bir AXK'nın (X-6) X-ışın tayfsal özellikleri ve kaynağın optik özellikleri çalışılmıştır (Avdan vd. 2016). HST görüntülerinden kaynağın genç bir yıldız kümesi içerisinde olduğu belirlenmiştir (Şekil-1). Yapılan astrometrik düzeltme sonucunda (HST ve Chandra görüntüleri arasında) AXK'nın tek bir optik karşılığı olmadığı hata alanı içerisinde 3 kaynak olduğu görülmüştür (Şekil-2). Bu 3 kaynak için yapılan fotometrik analizler sonucunda kaynakların parlaklıkları ve tayfsal sınıfları belirlenmiş ve kaynağın içinde bulunduğu kümenin yaşı hesaplanmıştır. Sonuç olarak kümenin yaşı <50 Myr, kaynağın olası optik karşılıkların yaşlarının ise 12-30 Myr aralığında ve kütleleri 9-25  $M_{\odot}$  aralığında hesaplanmıştır.



**Şekil-1:** NGC 4258 galaksisinin SDSS üç renk görüntüsü. Kırmızı, yeşil ve mavi renklerle sırasıyla SDSS I, r ve u filtrelerini temsil etmektedir. Beyaz çizgiler ise AXK'nın içinde bulunduğu kümeyi göstermektedir.



**Şekil-2:** X-6 kaynağının ve çevresinin üç filtrede HST görüntüsü. Mavi daire kaynağın Chandra koordinatını kırmızı daire ise astrometrik düzeltme yapıldıktan sonraki koordinatı göstermektedir. Hata alanı içerisinde olası 3 optik karşılık görülmektedir.