



ObsMap_vTUG100: TUG100 Teleskobu için Özelleştirilmiş Gözlem Haritası Oluşturma Aracı



Selçuk Yalçinkaya ve Engin Bahar

26. Ulusal Astronomi Kongresi 2026
Atatürk Üniversitesi

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Döğol cad. 06100 Beşevler/Ankara
yalcinkayas@ankara.edu.tr

ÖZET

Fotometrik gözlemlerde ışık eğrilerindeki saçılmayı (beyaz gürültü) minimuma indirebilmek için mukayese yıldızlarının toplam sayım değerleri, satürasyon ve lineerlik limitleri dahilinde olabildiğince yüksek olmalıdır. Ancak CCD'nin gördüğü alanda (ing: fiend of view, kısaca FoV) hedef yıldızın konumuna göre mukayese yıldızları değişebilmektedir. TUG100 teleskobu için hedef yıldız FoV'un dört köşesinden birinde olabileceğinden gözlenecek potansiyel alan FoV'un dört katı kadardır. Bu durum "hedef yıldız FoV üzerinde nereye yerleştirilirse mukayese yıldızlarının toplam sayım değerleri maksimum olur?" sorusunu doğurmaktadır. Bu çalışmada kullanıcının girdiği hedef yıldız için a) maksimum toplam sayım değerlerini veren mukayese yıldızlarını içeren, b) maksimum sayıda mukayese yıldızını içeren iki gözlem haritası oluşturan bir python kodu hazırlanmıştır. Gözlenebilecek potansiyel alandaki (FoV'un dört katı) yıldızların etkin sıcaklık, yarıçap ve uzaklık ve fotometrik değişim bilgileri Gaia'dan sorgulanıp listeye kaydedilmektedir. Yıldızların akıları karacisim ışınımı yaklaşımıyla hesaplanıp kullanıcının girdiği filtrenin geçirgenlik fonksiyonuna göre integre edilerek hedef yıldız göre göreli sayım değerleri elde edilmektedir. Alandaki değişen yıldızları eleme, kötü piksellerden kaçınma gibi özelliklere sahip ve TUG100 için özelleştirilmiş arayüzlü kod açık kaynak olarak kullanıcılarla paylaşılacaktır.

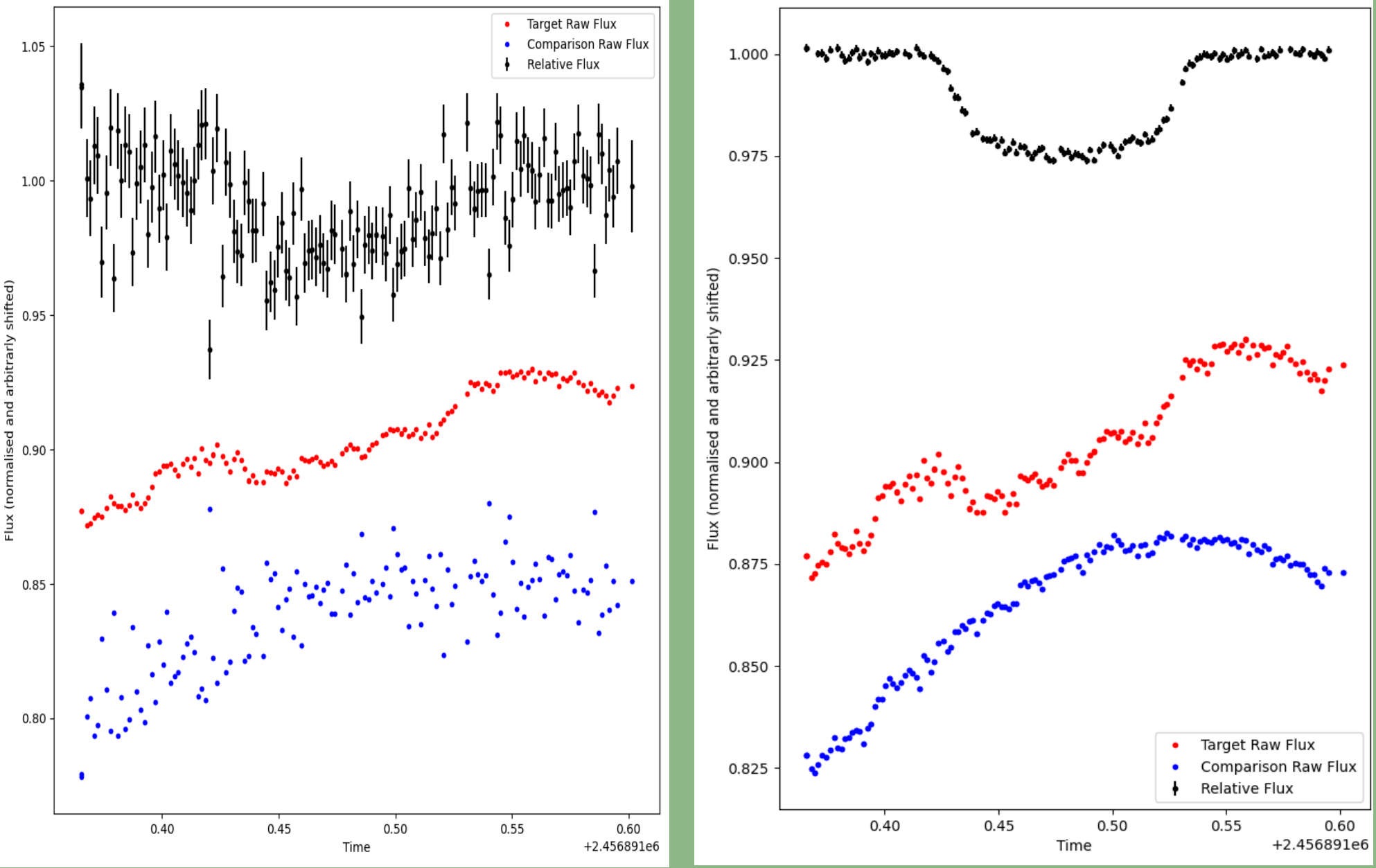
1. Giriş

Fotometrik gözlemlerde hedef yıldızın ışık eğrisinin kalitesi, beyaz ve kırmızı gürültü miktarına bağlıdır. Kırmızı gürültü veya diğer adıyla korele gürültü; hava kütlesi, hedef yıldızın piksel koordinatları gibi gözlemsel değişkenlere veya gözlenmek istenen ışık değişiminin dışındaki astrofiziksel etkilere (örn: geçiş gözlenmesi istenen yıldızın pulsasyon yapması) atfedilen gürültü miktarıdır. Beyaz gürültü ise foton gürültüsü kaynaklı, ışık eğrisindeki genel saçılmaya denmektedir.

CCD gözlemlerinde açıklıktan ölçülen hedef yıldızın aletsel akısı, alanda seçilen bir başka yıldızın (mukayese yıldızı) aletsel akısına bölünerek göreli akısı oluşturulmaktadır. Bu sayede hem kırmızı hem de beyaz gürültü miktarı yok edilemese de önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Seçilen mukayese yıldızının parlaklığı, kırmızı gürültü kaynağının azaltılabilmesi çok önemli olmasa da beyaz gürültünün azaltılabilmesi için kritik öneme sahiptir (Collins vd. 2017). Grup fotometrisi tekniği sayesinde birden fazla mukayese yıldızlarının aletsel akıları toplanarak sentetik bir mukayese yıldızı oluşturulup kullanılabilir. Bu sayede her bir mukayese yıldızı görece sönük olsa dahi oluşturulan sentetik yıldız, parlak bir mukayese yıldızı gibi beyaz gürültüyü azaltabilir (Şekil 1).

Hedef yıldızın FoV üzerinde gözlemlendiği yere bağlı olarak alanda gözlenecek diğer potansiyel mukayese yıldızları da değişecektir. Yani hedef yıldızın gözlenen konumuna göre alana düşen yıldızlar farklılık göstermektedir. Bu nedenle özellikle yıldız yoğunluğu düşük bölgelerde, hedef yıldızın alandaki konumu hassas ışık eğrileri üretebilmek için kritik öneme sahiptir.

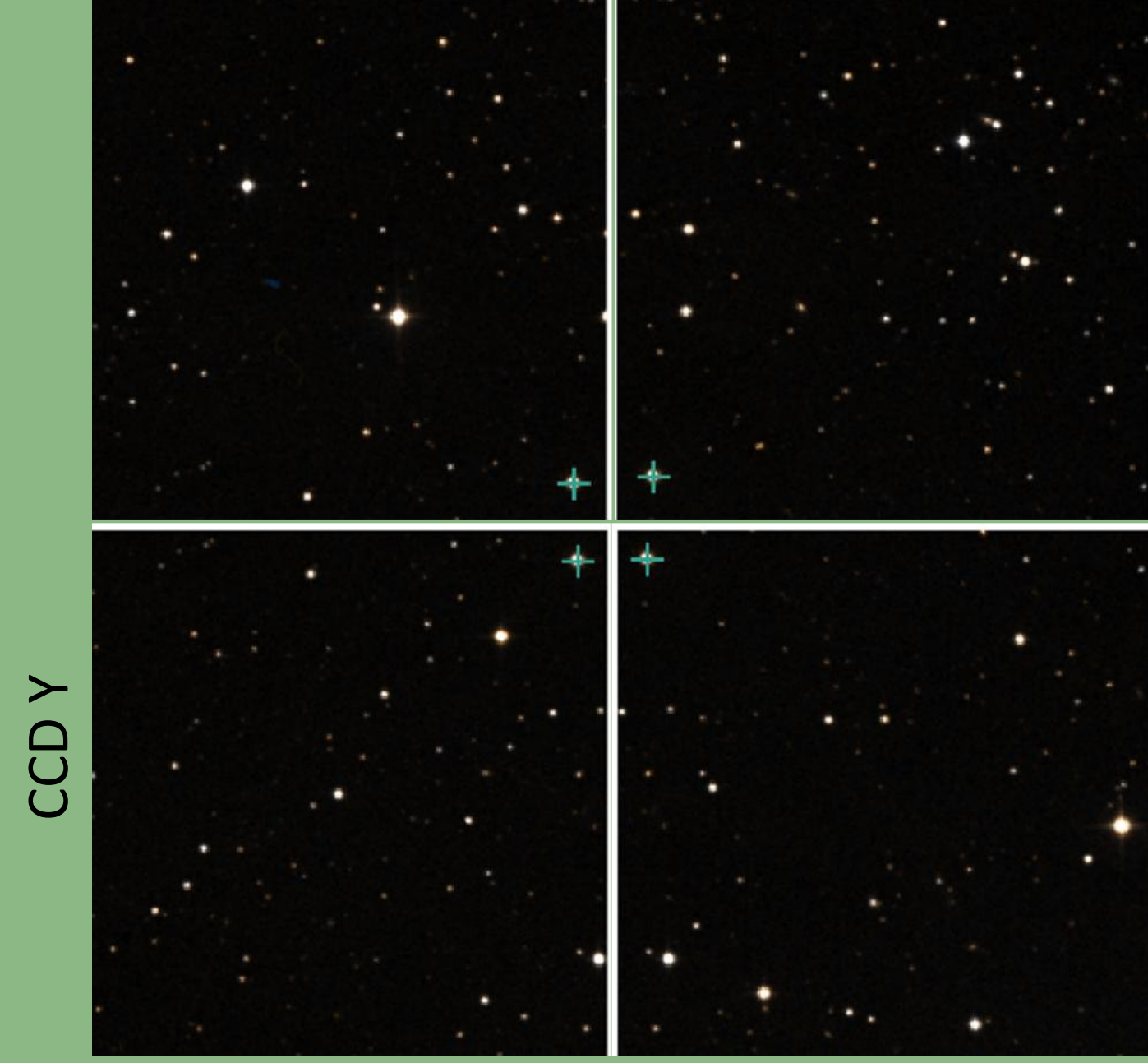
Bu çalışmada Gaia (Gaia kolaborasyonu 2016) verileri kullanılarak TUG100 teleskobu için grup fotometrisinde sentetik mukayese yıldızın sayımına maksimuma çıkaran ve alandaki potansiyel mukayese yıldız sayısını maksimuma çıkaran ve ayrıca hedef yıldızın kötü piksellerden kaçınmasını sağlayan kullanıcı arayüzlü bir python kodu hazırlanmıştır.



Şekil 1. Sönük mukayese yıldızı (sol üst), parlak mukayese yıldızı (sağ üst) ve grup fotometrisinde kullanılan 8 mukayese yıldızına göre (alt panel) HAT-P-19 b ötegezegeninin geçiş ışık eğrisileri (siyah nokta). Mukayese yıldızlarının açıklıktan ölçülen aletsel akıları mavi nokta, HAT-P-19 yıldızının aletsel akısı kırmızı nokta ile gösterilmektedir. HAT-P-19 yıldızının ve parlak mukayese yıldızının (sağ üst) maksimum sayım değerleri 30000 ADU, sönük mukayese yıldızının (sol üst) maksimum sayım değeri 2500 ADU, grup fotometrisinde kullanılan 8 mukayese yıldızının her birinin sayım değeri < 2500 ADU olarak seçilmiştir. Veri Baştürk vd. (2020)'den alınmıştır.

2. Gözlenebilecek Potansiyel Alan

Hedef yıldız dikdörtgen şekle sahip TUG100 alanının herhangi bir köşesine konumlandırılabilceğinden seçim yapılabilecek alan gözlenebilecek alanın 4 katı büyüklüğe sahiptir (Şekil 2).



Şekil 2. Rastgele bir hedef yıldızın potansiyel olarak gözlenebileceği farklı alanlar. Hedef yıldız mavi artı ile gösterilmektedir. Her bir panel CCD'nin gördüğü alanı temsil etmektedir.

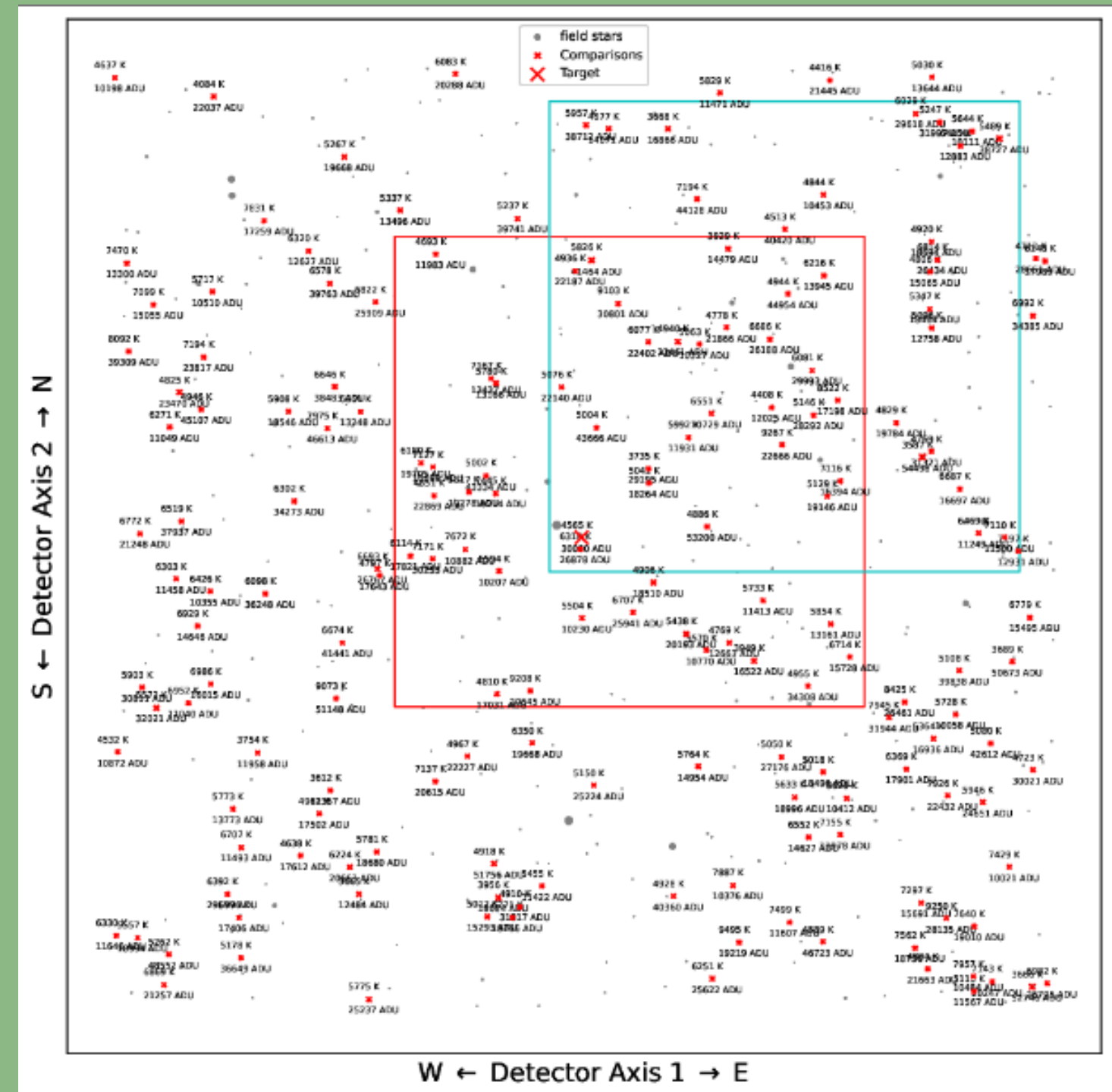
3. Gaia Verileri ile Gözlem Haritalarının Oluşturulması

Kullanıcı tarafından girilen hedef yıldızın ismi veya ekvator koordinatları etrafında FoV'un 4 katı kadarlık alana düşen yıldızlar Gaia veritabanında sorgulanarak koordinat, sıcaklık, yarıçap, uzaklık ve fotometrik değişim bilgileri listelenmektedir. Gaia tarafından Değişen olarak nitelendirilen yıldızlar listeden çıkarılır. Karacisim yaklaşımı ile alandaki yıldızların hedef yıldız göre kullanıcı tarafından girilen filtredeki göreli akıları aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Görelî akı} = \frac{R_{\text{hedef}}^2}{R_{\text{mukayese}}^2} \frac{d_{\text{mukayese}}^2}{d_{\text{hedef}}^2} \frac{\int B_{\lambda}(T_{\text{hedef}}) \tau(\lambda) d\lambda}{\int B_{\lambda}(T_{\text{mukayese}}) \tau(\lambda) d\lambda}$$

Buradaki R yıldızların yarıçapları, d uzaklık, B_{λ} karacisim fonksiyonu, T etkin sıcaklık ve $\tau(\lambda)$ filtrenin geçirgenlik fonksiyonunu göstermektedir. TUG100'deki geniş bant fotometrik filtrelerin geçirgenlik fonksiyonları kodun içerisine tanımlanmıştır.

Hedef yıldızın öngörülen sayım değerleri tanımlandıktan sonra alandaki yıldızların sayım değerleri yukarıdaki formül ile hesaplanır ve kullanıcı tarafından girilen değerler arasında kalan yıldızların sayım değerlerini maksimum yapacak (hassasiyeti en çok yapabile potansiyeline sahip) FoV belirlenir. Ayrıca FoV içerisinde kalan mukayese yıldızlarının sayısını maksimum olacak şekilde ikinci bir FoV belirlenir. Hassasiyeti maksimum yapabilecek 1. haritadaki yıldız sayısının çok az olması durumunda kullanıcı diğer haritayı tercih edebilir. Şekil 3'te bu haritaların örneği bulunmaktadır.



Şekil 3. Örnek bir obsmap çıktısı. Gözlenmesi planlananhedef yıldız kırmızı X ile gösterilmektedir. Kırmızı çerçeve hassasiyeti maksimuma çıkaracak mukayese yıldızlarını içeren FoV'u, mavi çerçeve ise mukayese yıldız sayısını maksimuma çıkaran FoV'u göstermektedir. Yıldızların sayım değerleri ve sıcaklıkları üzerlerine yazılmıştır.

ObsMap_vTUG100 çok yakında açık kaynaklı olarak erişime açılacaktır
<https://github.com/selcukyalcinkaya>

Yerel düzenleme kurulu, bilim kurulu ve TAD'a UAK2026 için teşekkürler. Bu çalışma TÜBİTAK 2224-B kapsamında desteklenmiştir.

Referanslar

Baştürk Ö., Yalçinkaya, S. vd., 2020, MNRAS, V496, I4, pp.4174-4190
Collins C., Kielkopf J., vd., 2017, AJ, V153, I2, id 77
Gaia kolaborasyonu vd., 2016, A&A, V595, id.A1