

M92 Küresel Kümesinin JWST ve Gaia Verileriyle Fotometrik Analizi

Hakan HEKİM¹ Rüya DEMİRCİ¹ İnci AKKAYA ORALHAN^{2,3}

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

²Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

³Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi (UZAYBİMER), Kayseri, Türkiye

1. Giriş

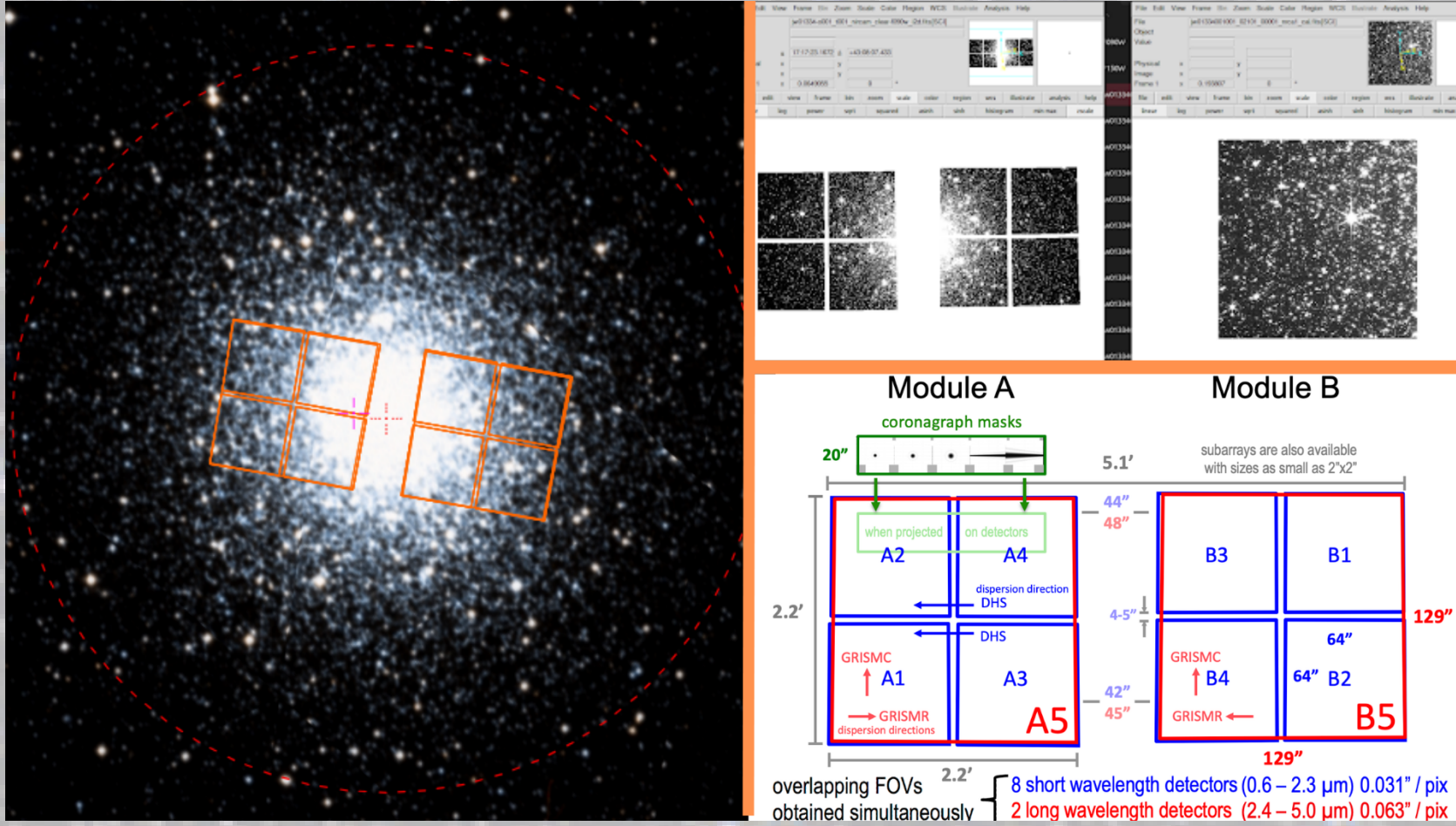
Küresel yıldız kümeleri, yıldız evrimi ve çoklu yıldız popülasyonlarının incelenmesi için önemli laboratuvarlardır [2]. Samanyolu halosunda yer alan M92 (NGC 6341), galaksimizin en yaşlı ve en metal fakiri ($[Fe/H] \approx -2.3$) küresel kümelerinden biridir [3]. Kümenin sönük anakol yıldızlarını ve çoklu popülasyon yapısını ayrıntılı biçimde incelemek için yüksek çözünürlüklü uzay teleskobu gözlemleri gereklidir [1].

2. Amaç

JWST/NIRCam, kalabalık küme merkezlerindeki son derece sönük yıldızları yakın kızılötesinde çözebilirken parlak Kırmızı Dev Kolu (RGB) ve Asimptotik Dev Kolu (AGB) yıldızlarında doygunluğa ulaşabilmektedir [1]. Gaia ise parlak dev yıldızların optik fotometrisini ve hassas astrometrisini sağlamakta, ancak sönük alt-anakol yıldızlarını parlaklık sınırı nedeniyle tespit edememektedir [4].

Bu çalışmanın temel amacı; iki teleskobun sınırlılıklarını birbirlerinin güçlü yönleriyle telafi eden bir çapraz eşleme ve hibrit kalibrasyon metodolojisi geliştirerek, hidrojen yakma sınırındaki M cücelerinden AGB ucuna kadar uzanan, alan yıldızlarından arındırılmış kesintisiz bir **Sentetik Renk-Kadir Diyagramı (CMD)** elde etmektir.

Yöntemin ilk uygulaması metalce fakir M92 (NGC 6341) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın özgün katkısı, optik Gaia ve kızılötesi JWST verilerini geniş bir parlaklık ve dalga boyu aralığında birleştiren, diğer küresel kümelere de uygulanabilir standart bir fotometrik kalibrasyon protokolü sunmasıdır.



Şekil 1: M92 üzerindeki JWST/NIRCam görüş alanı ve NIRCam dedektör yerleşimi. Sağ alttaki NIRCam dedektör şemasının kaynağı STScI; diğer iki panelin kaynağı MAST Portal'dır.

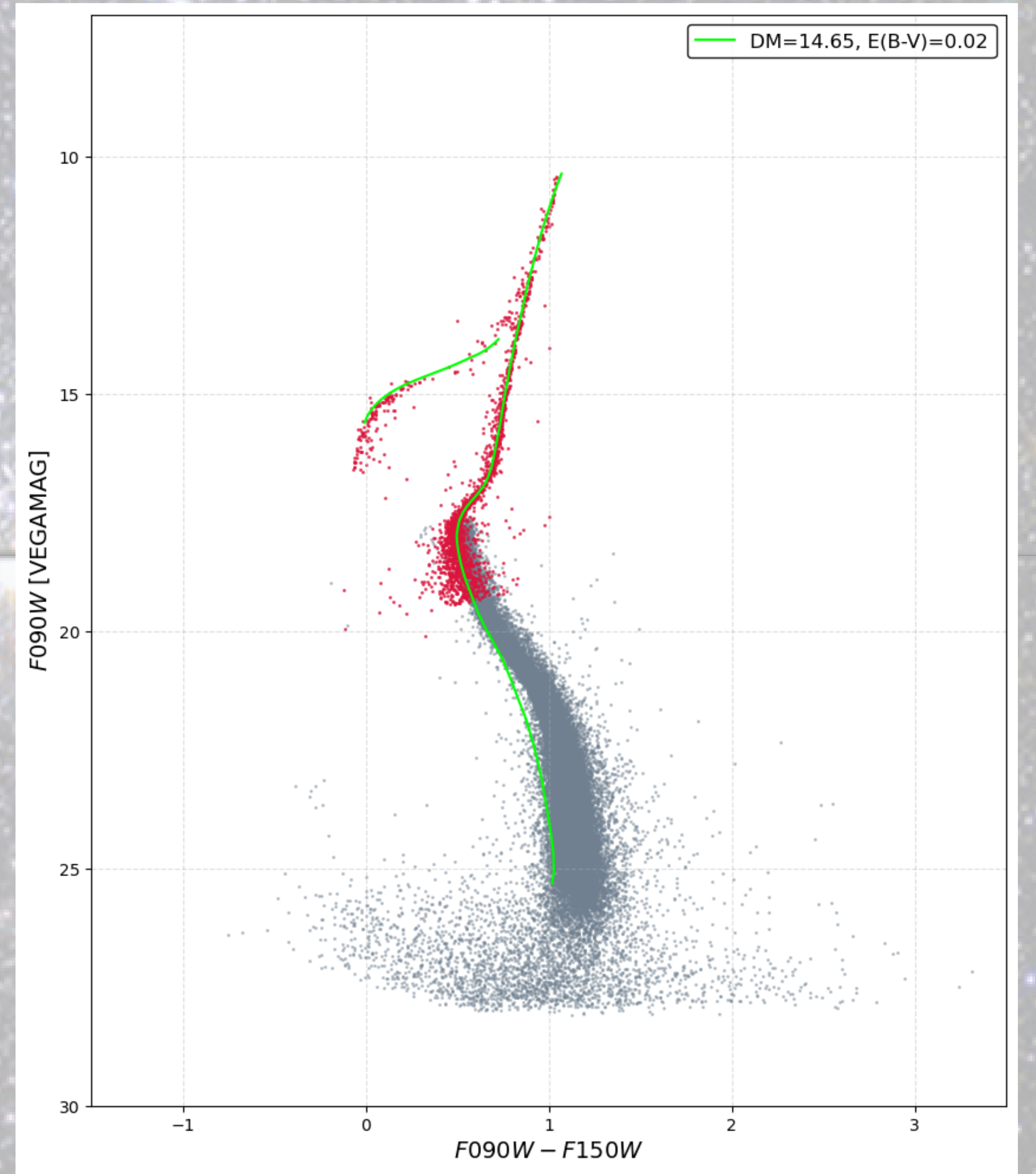
3. Yöntem

Araştırma planı birbirini tamamlayan dört teknik aşamadan oluşmaktadır:

- **Veri Temini ve Ön İşleme:** MAST'tan indirilen F090W ve F150W `_cal.fits` görüntülerinde doymun/kusurlu pikseller `nircammask` ile maskelenmiş, piksel alanı farklılıkları PAM haritalarıyla düzeltilmiştir. Gaia DR3'ten G , G_{BP} , G_{RP} fotometrisi ve astrometrik parametreler alınmıştır.
- **NIRCam PSF Fotometrisi:** Kalabalık çekirdekte DOLPHOT/NIRCam ile PSF fotometrisi uygulanmış; `_i2d.fits` mozaikleri astrometrik referans olarak kullanılmıştır. Katalog $SNR \geq 5.0$, $|Sharpness| \leq 0.1$, $Crowding \leq 0.5$, $Flag \leq 3$ ve $Type \leq 2$ ölçütleriyle temizlenmiştir [1].
- **Gaia DR3 Üyelik Analizi:** Küme merkezinin 10 yay dakikası çevresindeki kaynaklar ön elemeyen geçirilmiş; öz hareket VPD'si ve denetimsiz pyUPMASK analiziyle üyelik olasılığı $P \geq 0.75$ olan yıldızlar seçilmiştir [4].
- **Çapraz Eşleme ve Hibrit Kalibrasyon:** Gaia ICRF koordinatları referans alınarak JWST astrometrik kaymaları düzeltilmiş ve kataloglar $0.1''-0.2''$ yarıçapta eşlenmiştir. PARSEC izokronu ile `pysynphot/synphot` sentetik fotometrisi kullanılarak Gaia dev kolu ve JWST alt-anakolu ortak mutlak kadir ölçeğinde bir astrofiziksel köprü üzerinden birleştirilmiştir [5].

4. Sonuç

UHeM sunucularında işlenen yaklaşık 1,5 milyon ham nesne, fotometrik kalite ölçütlerinin ardından 97.670 güvenilir JWST kaynağından oluşan temiz kataloga indirgenmiştir. Gaia üyelik analiziyle alan yıldızları ayrıca ayıklanmış; böylece hidrojen yakma sınırındaki sönük M cücelerinden Asimptotik Dev Kolu (AGB) ucuna kadar uzanan sentetik bir CMD elde edilmiştir. Yıldız dizileri PARSEC izokronuyla genel olarak tutarlıdır [5]. Sonraki aşamada bu katalog üzerinden başlangıç kütle fonksiyonu, kütle ayrışması ve temel küme parametreleri incelenecektir.



Şekil 2: M92 Sentetik Renk-Kadir Diyagramı ve teorik izokron uyumu.

5. Referanslar

- [1] Weisz, D. R., Dolphin, A. E. ve ark. (2024). *ApJS*, 271, 47 (JWST için DOLPHOT modülleri).
- [2] Ziliotto, T., Milone, A. P. ve ark. (2023). *ApJ*, 953, 62 (M92 çoklu popülasyonları).
- [3] Harris, W. E. (1996, 2010 baskısı). *AJ*, 112, 1487 (Galaktik küresel küme katalogu).
- [4] Vasiliev, E. ve Baumgardt, H. (2021). *MNRAS*, 505, 5978–6002 (Gaia EDR3 küresel küme kinematigi).
- [5] Bressan, A., Marigo, P., Girardi, L. ve ark. (2012). "PARSEC: stellar tracks and isochrones with the PAdova and TRieste Stellar Evolution Code." *MNRAS*, 427(1), 127–145.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan yüksek kapasiteli veri analizi ve hesaplama kaynakları, **Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi'nin (UHeM)** sağladığı 4025612026 numaralı destek projesi ile gerçekleştirilmiştir.