

RV TAU-BENZERİ IRAS YILDIZLARININ DİKİNE HIZ ÖLÇÜMLERİ: “RADIAL VELOCITY ANALYSIS SOFTWARE” RadVELAS

Timur ŞAHİN

¹ Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü
(eposta: timursahin@akdeniz.edu.tr)

Özet: RV Tauri yıldızları 20 ila 150 gün arasında değişen dönemlere sahip kararsızlık kuşağı yıldızlarıdır. Sunumu yapılan bu çalışmada seçilmiş RV Tauri türü yıldız sistemlerinde gözlenen bolluk anomalilerinin (anormal düşüşlerin) açıklanması için literatürde önerilen teorileri echelle spektroskopi tekniğiyle test etmeyi amaçlayan, TÜBİTAK TBAG- 1001; Proje No: 111T219 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülmekte olan proje kapsamında geliştirilen “**Radial VELOCITY Analysis Software-RadVELAS**” yazılımı ile ilgili içerik sunulmaktadır. Çalışmada yararlanılan yüksek çözünürlüklü echelle tayflar (R=60,000) 2.1 m lik McDonald Gözlemevi Otto Struve Teleskobunda (U.S.A) Sandiford Cassegrain Echelle Spectrometresi (SES) kullanılarak elde edilmiştir.

1. Giriş

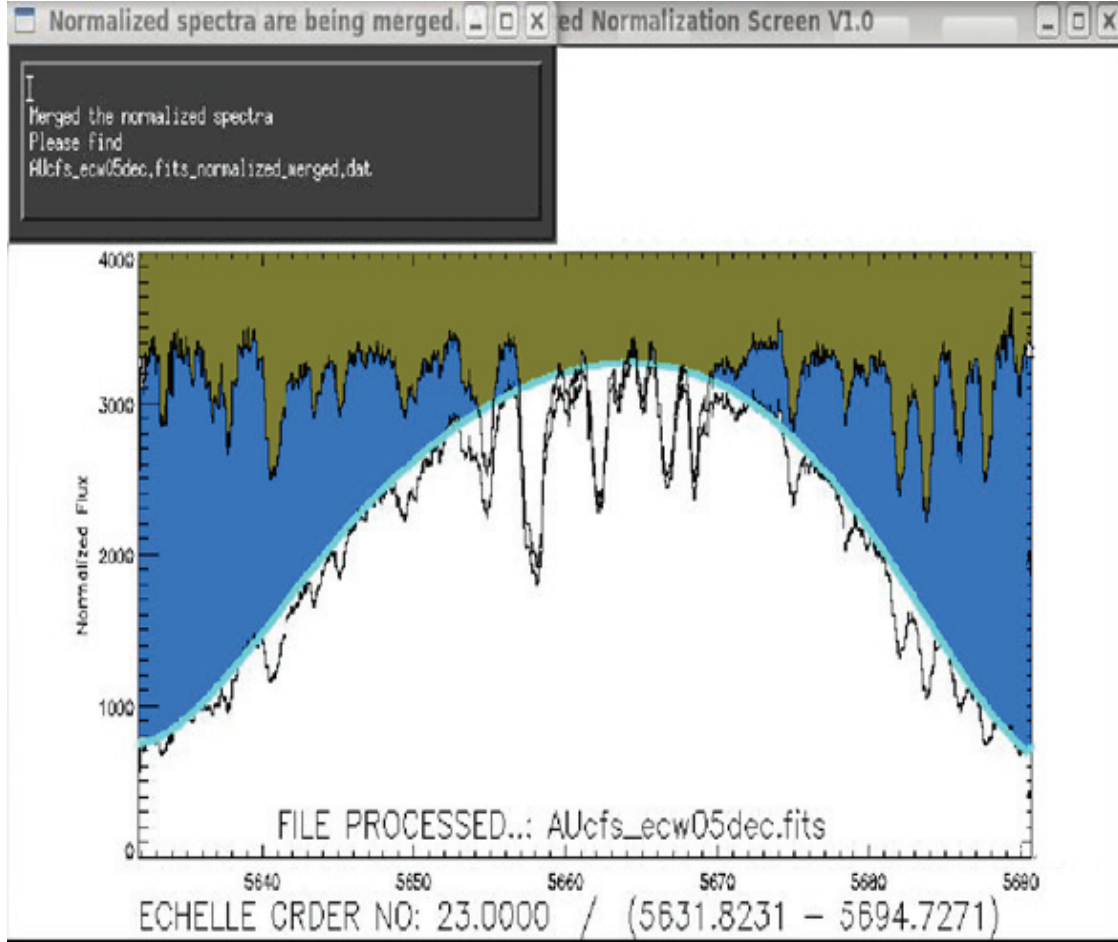
RV Tauri yıldızları Hertzsprung-Russell (H-R) diyagramında kararsızlık kuşağı (instability strip) boyunca uzanan, 20 ila 150 gün arasında değişen dönemlere sahip, değişen sığ ve derin minimumlar gösteren sarı süper-dev yıldızlardır. Bu yıldızlardan bazılarında kırıcı (refractory) elementlerin (Fe, Mg, Si, Al, Ti, Ca vb.) bolluklarında azalma şeklinde gözlenen bolluk anomalileri gözlenmektedir (Gas-Dust Winoing Effect). Literatürde gaz ve toz ayrışımı etkisi olarak betimlenen ve gözlenen element bolluklarında değişim ile karakterize edilen bu fiziksel süreç; kırıcı elementlerin, yıldızı çevreleyen disk içerisinde yer alan toz zerreciklerine tuzaklanmasını ve sistemden yıldız rüzgarları ile uzaklaştırılmasını öngörmektedir.

Ayrışım sürecinin nasıl gerçekleştiğine dair ayrıntılar ise literatürde temel hatlarıyla kabul edilmiş durumdadır. Sözkonusu bu ayrışım süreci, sonuçları itibarıyla, bazı yıldızlarda etkisini daha az gösterebilmekte ve yanlış değerlendirilebilmektedir.

RV Tauri türü yıldızlarda element bolluklarında gözlenen anormal düşüşleri açıklamak için literatürde önerilen teorileri echelle spektroskopi tekniğiyle test etmeyi amaçlayan TÜBİTAK projem kapsamında (TÜBİTAK TBAG- 1001; Proje No: 111T219) gerçekleştirilen bu sunum sözkonusu yıldızlar için elde edilmiş echelle tayflardan dikine hızların ölçümü için geliştirilmiş RadVELAS yazılımını tanıtmayı amaçlamaktadır.

2. RadVELAS

RadVELAS kapsamında tayfsal çıkarımları yapılan echelle tayfların sürekliliğe normalizasyonu için geliştirilmiş bir arayüz yer almakta. Söz konusu arayüz ile çıkarımı yapılmış ve dalgaboyu kalibrasyonları gerçekleştirilmiş tayflar otomasyona izin veren bir algoritma ile sürekliliğe normalize edilmekte ve “merging” olarak tabir edilen basamak birleştirme işlemine tabi tutulmaktadır.



Sekil-1: RadVELAS ile gerçekleştirilen otomatik normalizasyon sürecini gösterir örnek ekran görüntüsü.

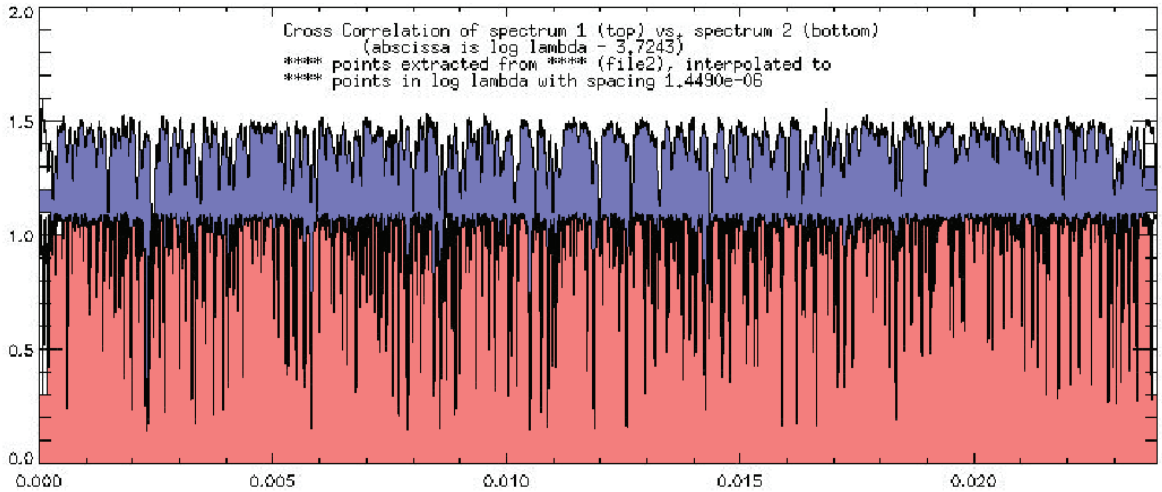
Kodun çalıştırılması esnasında oluşturulan örnek ekran görüntüsü Tablo-1’de sunulmaktadır. Merging işleminin hemen ardından elde edilen birleştirilmiş echelle tayf Spectrum-2 (SP2) formatında bir txt dosyasına dönüştürülerek kaydedilir (bkz. Tablo-2).

```
-----  
Some statistical information on the frame: AUBfs_10dec08_ecw.fits  
-----  
NPIX      MEAN      MEDIAN     STDDEV      MIN      MAX  
2755      628.      625.      309.      -33.2     1434  
  
Automated normalization is being started...  
-----  
Order No      Wavelength Range  
-----  
Normalizing Order---1.00000 / (4847.5334 - 4901.7155)  
Normalizing Order---2.00000 / (4878.4168 - 4932.9462)  
Normalizing Order---3.00000 / (4909.6964 - 4964.5766)  
Normalizing Order---4.00000 / (4941.3798 - 4996.6144)  
Normalizing Order---5.00000 / (4973.4749 - 5029.0675)  
Normalizing Order---6.00000 / (5005.9895 - 5061.9441)  
Normalizing Order---7.00000 / (5038.9319 - 5095.2526)  
Normalizing Order---8.00000 / (5072.3105 - 5129.0017)  
Normalizing Order---9.00000 / (5106.1340 - 5163.2002)  
Normalizing Order---10.0000 / (5140.4111 - 5197.8571)  
Normalizing Order---11.0000 / (5175.1511 - 5232.9819)  
Normalizing Order---12.0000 / (5210.3634 - 5268.5841)  
Normalizing Order---13.0000 / (5246.0574 - 5304.6736)
```

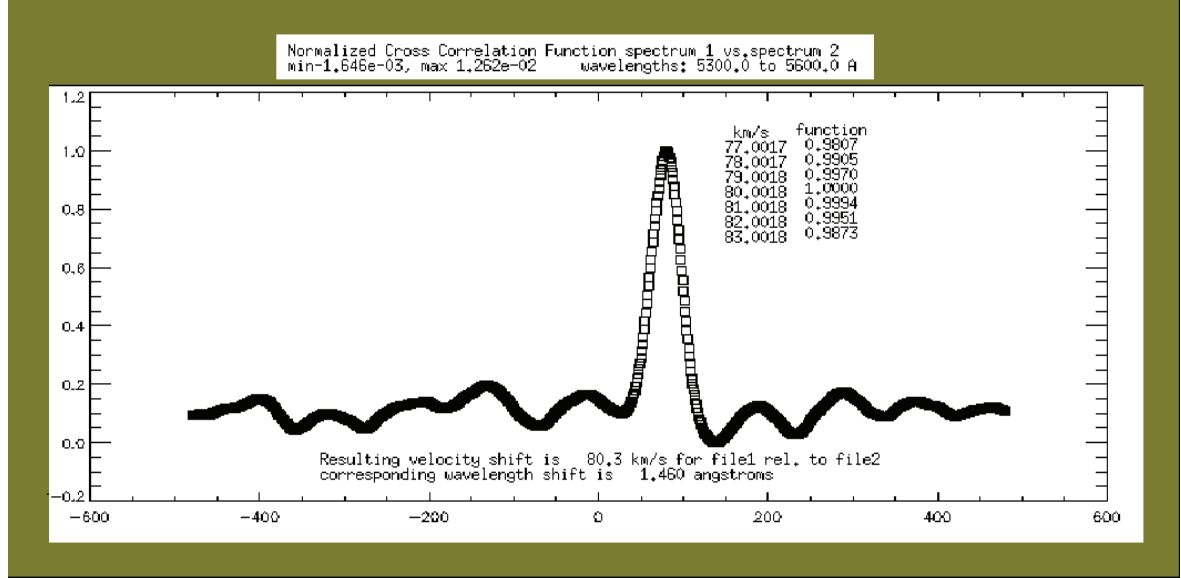
Tablo-1: RadVELAS ile gerçekleştirilen otomatik normalizasyon sürecinin gerçekleştirilmesi esnasında yazılım tarafından üretilen örnek ekran görüntüsü.

```
Merged normalized spectrum of AUcfs_ecw06dec.fits  
  
17404  
4847.4731 2.21084e-01  
4847.5186 1.78906e-01  
4847.5640 2.53695e-01  
4847.6089 2.45165e-01  
4847.6543 2.22756e-01  
4847.6997 9.02315e-02  
4847.7446 1.86576e-01
```

Tablo-2: RadVELAS ile gerçekleştirilen merging işlemi sonrası oluşturulan örnek SP2 dosya içeriği.



Şekil-2: RadVELAS ile gerçekleştirilen cross-correlation sürecini gösterir örnek ekran görüntüsü. Üst ve alt paneldeki tayflar sırasıyla merging işlemine tabi tutulan örnek yıldız tayfı ve yöntem için kullanılan template tayfını göstermektedir.



Sekil-3: RadVELAS ile gerçekleştirilen cross-correlation sürecini gösterir örnek ekran görüntüsü. Yatay eksen dalgaboyu olarak görelî kayma miktarını göstermektedir. CCF fonksiyonu ve yapılan uydurma sonuçları aynı ekran üzerinde üst sağ köşede sunulmuştur.

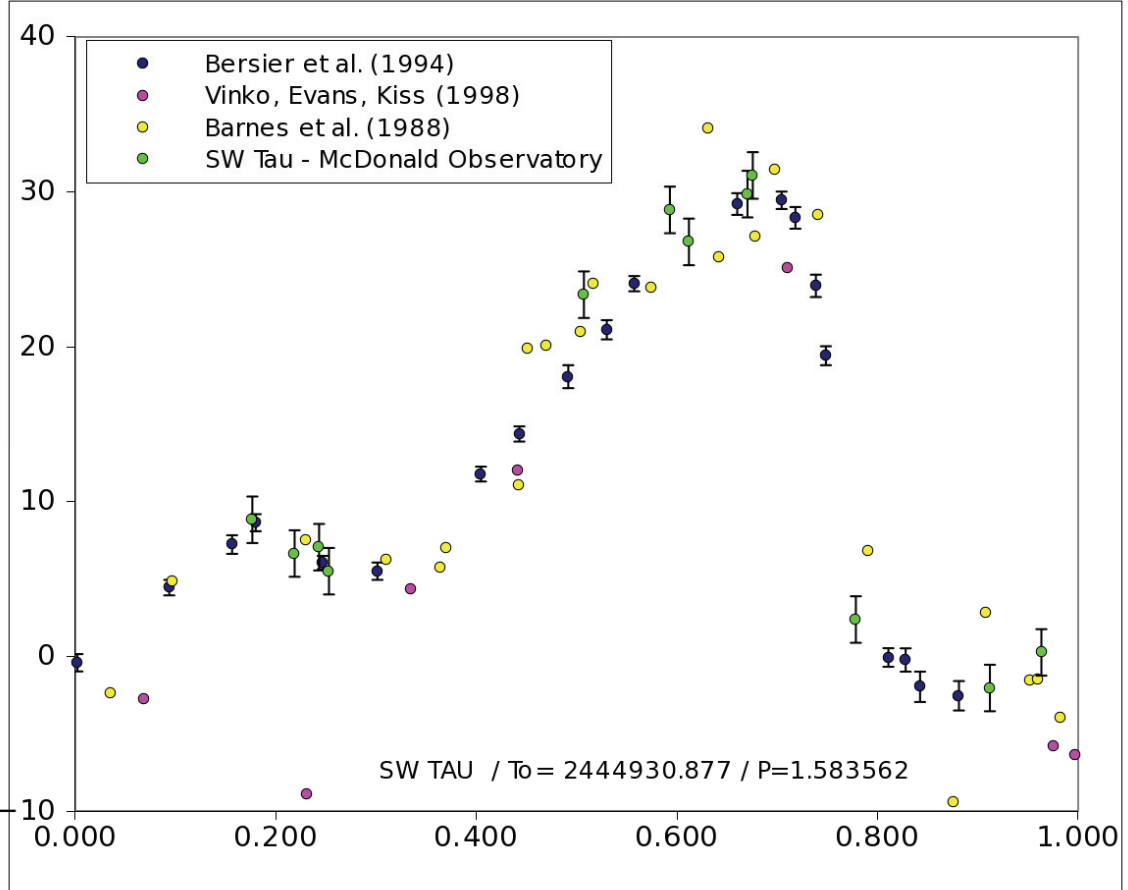
Ölçülen dikine hız değeri ve sözkonusu bu hız değeri için yapılması gerekli düzeltmeleri gösterir örnek veritabanı çıktısı Tablo-3'te bilginize sunulmaktadır.

| File | Edit | View | Search | Terminal | Help |
|--------------------------------|------|--------------|--------|----------|------|
| AUBfs_ecw16nov.fits.par | | | | | |
| Time of Reduction | : | 29-Apr-2012 | 15:50 | | |
| Object | : | AU PEG | | | |
| DATE-OBS | : | 2008-11-17 | | | |
| UT-TIME | : | 04:51:01.43 | | | |
| RA | : | 21:24:41.10 | | | |
| DEC | : | +18:14:30.60 | | | |
| Frame Size | : | 1198 | | | |
| Number of orders | : | 23 | | | |
| Heliocentric JD (helio_jd) | : | 54787.703 | | | |
| Heliocentric corr | : | 25.194677 | | | |
| Measured Radial Velocity(km/s) | : | 53.719840 | | | |

Tablo-3: RadVELAS sonuç ekranı örnek ekran görüntüsü.

3. Örnek bir uygulama

Program yıldızları arasında yer alan SW Tau sistemine ait ve RadVELAS yazılımı kullanılarak elde edilmiş dikine hızlar Şekil.4 te literatürden yıldız için derlenmiş diğer dikine hız ölçümleri ile birlikte sunulmuştur. SW Tau sistemi için ölçülen dikine hızların diğer dikine hız ölçümleri ile uyumu dikkat çekicidir. Özellikle ikinci maksimumda gözlenen dikine hız değerlerindeki çakışmanın sistemin tek doğasına işaret ettiği düşünülmektedir.



Şekil-4: SW Tau yıldızı için literatürden derlenmiş dikine hız ölçümleri. Proje kapsamında McDonald Gözlemevinde elde edilmiş echelle tayflardan RadVELAS yardımıyla ölçülen dikine hız değerleri yeşil renkli dairelerle betimlenmiştir. Ölçülen dikine hız değerlerindeki hata barları 1.5 km/s olarak alınmıştır.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 111T279 no'lu proje olarak desteklenmektedir. Gözlemler McDonald Gözlemevi (Texas, USA) olanakları sürdürülmektedir. XVIII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Kongresi düzenleme komitesine kongreye katılım için sağladıkları TÜBİTAK desteği için teşekkürlerimi sunuyorum.

XVIII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Kongresi
VII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Öğrenci kongresi
27 Ağustos – 1 Eylül 2012 Malatya