

**SEÇİLMİŞ YILDIZ KÜMELERİNDE  
KISA DÖNEMLİ DEĞİŞEN YILDIZLAR**

**Ekrem YAŞAR**

**Yüksek Lisans Tezi  
Fizik Anabilim Dalı  
Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK  
2012  
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SEÇİLMİŞ YILDIZ KÜMELERİNDE KISA DÖNEMLİ DEĞİŞEN  
YILDIZLAR**

**Ekrem YAŞAR**

**FİZİK ANABİLİM DALI**

**ERZURUM  
2012**

**Her Hakkı Saklıdır.**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

SEÇİLMİŞ YILDIZ KÜMELERİNDE KISA DÖNEMLİ DEĞİŞEN YILDIZLAR

Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK danışmanlığında, Ekrem YAŞAR tarafından hazırlanan bu çalışma 08/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Fizik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak ~~oy birliği/oy çokluğu (.../...)~~ ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Ali GÜROL

İmza

:

Üye : Doç. Dr. Ahmet MAVİ

İmza

:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK

İmza

:

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SEÇİLMİŞ YILDIZ KÜMELERİNDE KISA DÖNEMLİ DEĞİŞEN YILDIZLAR

Ekrem YAŞAR

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) veri arşivinde bulunan yıldız kümelerine ait 2002-2008 yılları arasındaki gözlem verileri alınmış, seçilen bazı yıldız kümelerinin analizleri yapılmış ve kısa dönemli değişen yıldızların tespitine çalışılmıştır.

NGC 188, NGC 1039, NGC 2099, NGC 2126, NGC 6940 ve NGC 7654 açık yıldız kümeleri içerisindeki kısa dönemli değişen yıldızların tespitine çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda NGC 2126 kümesinde bulunan V550 Aur yıldızı ile NGC 188 kümesinde bulunan EQ Cep, V370 Cep ve V371 Cep yıldızlarına ait periyotların daha önce bulunan literatürdeki periyotlarla uyumlu oldukları; NGC 7654 kümesinde bulunan BD+60 2532 yıldızı ile NGC 1039 kümesinde bulunan 2MASS JO2414738+4243387 ve V624 Per yıldızlarına ait periyotların daha önce belirlenmiş olan literatürdeki periyotlarla uyumlu olmadıkları bulunmuştur. NGC 2099 ve NGC 6940 kümelerinde ise kısa dönemli değişen yıldız tespit edilememiştir. Yapılan analizlerde, kısa dönemli değişen yıldız tespitinde karşılaşılan sorunlar ve muhtemel çözümleri de bu çalışmada tartışılmıştır.

**2012, 24 Sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** yıldız kümesi, değişen yıldızlar, fotometri, periyot analizi, ışık eğrisi

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **SHORT PERIOD VARIABLE STARS IN SOME SELECTED STAR CLUSTERS**

Ekrem YAŞAR

Atatürk University  
Institute of Science  
Department of Physics

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK

The 2002 – 2008 years observational data of some selected star clusters found in archives of TÜBİTAK National Observatory (TUG) were examined for short period variables.

The most data of NGC 188, NGC 1039, NGC 2099, NGC 2126, NGC 6940, and NGC 7654 open star clusters were selected and the short-term variable stars in these clusters were tried to be identified.

As a result, it was found that the period of V550 Aur in NGC 2126 cluster and the periods of EQ Cep, V370 Cep, and V371 Cep in the NGC 188 cluster were agreed with the earlier periods in literature, however, the periods of BD+60 2532 stars in the NGC 7654 cluster and 2MASS JO2414738+4243387 and V624 Per in the NGC 1039 clusters were found not to agree with the earlier periods in the literature. The analysis problems and their possible convenient solutions encountered in the analyses were also discussed in the study.

**2012, 24 Pages**

**Keywords:** star cluster, variable stars, photometry, period analysis, light curve

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu alışma Atatürk Üniversitesi Fen Fakóltesi Fizik Bölümü'nde hazırlanmıştır. alışmalarım süresince her türlü desteğini benden esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK'a sonsuz teőkükürlerimi sunarım.

Sayın Arř. Gör. Erdem ŐAKAR ve Sayın Arař. Gör. Yavuz GÜNEY'e tezimin hazırlanmasında bana her konuda yardımcı oldukları için teőkükür ederim. Bu çalışmada kullanılan verilerin temini için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Müdürlüđüne teőkükürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca bana göstermiş oldukları destek ve teőkükürlerinden dolayı Sayın Fatma ŐEN'e ve çok değerli aileme teőkükür ederim.

Ekrem YAŞAR

Haziran 2012

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER .....</b>	<b>6</b>
2.1. Değişen Yıldızlar ve Değişim Tipleri .....	6
2.2. Yıldızlarda Parlaklık.....	8
2.3. Işık Eğrisi, Faz Diyagramı, Değişim Genliği ve Periyot.....	8
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>11</b>
3.1. Materyal.....	11
3.2. Yöntem .....	12
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>17</b>
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b>	<b>22</b>
KAYNAKLAR .....	24
ÖZGEÇMİŞ .....	25

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

G	Gün
L	Luminosity (parlaklık)
M	Parlaklık (kadir)
R	Yarıçap
T	Sıcaklık
$\sigma$	Sigma
$\Delta m$	Parlaklık farkı
V*	Değişen yıldız
*in**	İkili yıldız sistemi

### Kısaltmalar

AAVSO	American Association of Variable Star Observers
ADS	Astrophysics Data System (Astrofizik Veri Sistemi)
ANOVA	Analysis of Variance
DEC	Declination
DSCTC	Delta Scuti
CCD	Charge Coupled Device
EB	Eclipsing Binary
GCVS	General Catalogue of Variable Stars
GDOR	Gamma Doradus
H-R	Hertzprung-Russell
JD	Julian Date (Jülyen Günü)
MAG	Magnitude
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGC	North Galactic Cluster
PC	Parsek
PDM	Phase Dispersion Minimization
PERANSO	Period Analysis Software



RA	Right Ascension
ROT	Rotasyonel
SIMBAD	Astronomik Veriler İçin Ölçüm ve Kaynakça Tanımlamaları
TUG	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. M45 - Pleiades (Ülker) açık yıldız kümesi.....	3
Şekil 1.2. M13 Küresel Yıldız Kümesi.....	4
Şekil 2.1. Sefeid tipi değişen olan X Cyg'nin ışık eğrisi.....	9
Şekil 2.2. X Cyg'nin faz diyagramı (-1 ile +1 aralığında).....	10
Şekil 3.1. MaxIm DL programı kullanıcı arayüzü.....	12
Şekil 3.2. NGC 1039 (M34) kümesi için yapılan ortak alan belirleme işlemi .....	13
Şekil 3.3. NGC 1039 (M34) kümesinde haritalandırma ve analiz edilecek yıldızların isimlendirilme işlemi .....	14
Şekil 3.4. Peranso programı kullanıcı arayüzü .....	15
Şekil 4.1. V371 Cep Yıldızının Işık Eğrisi .....	18
Şekil 4.2. EQ Cep Yıldızının Işık Eğrisi .....	19
Şekil 4.3. V370 Cep Yıldızının Işık Eğrisi .....	19
Şekil 4.4. V550 Aur Yıldızının Işık Eğrisi .....	20
Şekil 4.5. 2MASS J02414738+4243387 Yıldızının Işık Eğrisi .....	20
Şekil 4.6. V624 Per Yıldızının Işık Eğrisi .....	21
Şekil 4.7. BD+60 2532 Yıldızının Işık Eğrisi.....	21

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Seçilen yıldız kümeleri ve analiz bilgileri .....	11
<b>Çizelge 4.1.</b> Seçilmiş yıldız kümelerine ait temel astronomik bilgiler .....	17
<b>Çizelge 4.2.</b> Seçilen yıldız kümelerinde tespit edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait bilgiler .....	17
<b>Çizelge 4.3.</b> Seçilen yıldız kümelerinde tespit edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait periyot bilgileri .....	18

## 1. GİRİŞ

Yıldız yoğun ve ışık saçan bir plazma küresidir. Yıldızlar evrenin en temel yapı taşlarını temsil ederler. Bir galaksideki yıldızların yaşı, dağılımı ve kompozisyonu bu galaksinin tarihsel izini, dinamiğini ve evrimini yansıtır. Sonuç olarak; yıldızların doğumu, yaşamı ve ölümü ile ilgili çalışmalar astronominin temelini oluşturur.

Bir yıldızın tayfi, parlaklığı ve uzaydaki hareketi gözlemlenerek o yıldızın kütlesi, yaşı, kimyasal bileşimi ve daha birçok özelliği belirlenebilir. Yıldızın gelişim süreci içinde bulunduğu aşamaya göre de çapı, dönüşü, hareketi ve sıcaklığı belirlenebilir. Yıldızların oluşumundan sonraki evriminin belirlenmesi için de Hertzsprung-Russell diyagramı (H-R diyagramı) kullanılır (Bahcall 2000).

Yıldızlararası ortamın yıldız oluşumu için yeterli miktarda madde içermesinden dolayı yıldızlar neredeyse grup formunda oluşurlar. Birçok yıldız hala oluştukları bu gruplar içerisinde yer almaktadır. İkili veya çoklu yıldızların fiziksel olarak birbirlerine bağlı oldukları bilinmektedir. Uzayda, hepsinin aynı uzaklıkta olduğundan emin olunan ve dinamik olarak birbirine bağlı olan çok sayıda yıldızdan oluşmuş yıldız grupları bulunmaktadır. Bu yıldız gruplarına yıldız kümesi denilmektedir (Bulgurlu 2000).

Yıldız kümelerinde birbirinden bağımsız gibi görülen yıldızlar tesadüfen yan yana bulunmamaktadır. Aksine onlar, galaksilerle birlikte hareket eden, fiziksel olarak birbiriyle ilişkili yıldızların oluşturduğu gruplardır. Bir kümede yıldızlar karşılıklı kütle çekiminin etkisiyle geçici veya sürekli olarak kendilerini bir arada tutarlar. Yıldız kümeleri genellikle açık kümeler (open clusters) veya küresel kümeler (globular clusters) olarak ayırt edilirler (Murdin 2001).

Kümenin üyeleri nispeten sınırlı bir hacim içerisinde bulunurlar ve kümeyi oluşturan yıldızların genelde aynı yaşta ve aynı kimyasal yapıda oldukları kabul edilir. Bir yıldızın kümeye ait olup olmadığı, kümenin yıldızlarının hepsinin aynı hızla ve aynı

doğrultuda hareket ettiklerini gösteren kinematik çalışmalarla bulunur. Eğer bir yıldız, farklı hızla farklı doğrultuda hareket ediyorsa o kümeye ait değildir. Ayrıca küme için H-R (Hertzprung-Russell) diyagramı oluşturulabiliyorsa, yıldız kümeye ait değilse, uzaklığı da farklı olacağından anakol ve diğer kollar dışına düşer (Engin 2000).

Keşfedilen yıldız kümeleri için ilk katalog Charles Messier tarafından 1784 yılında hazırlanmıştır. Bu katalogda yer alan 103 cisimden 30 kadarı küresel küme, bir o kadarı da açık yıldız kümesi, geriye kalanlar ise gaz bulutları ve galaksilerdir. Bundan sonra daha büyük bir katalog, Amerikan gökbilimci John Louis Emil Dreyer tarafından 1888 yılında “Yıldız Kümeleri ve Bulutların Yeni Katalogu” adıyla hazırlanmıştır. Bu katalogda yer alan cisimlerin sıra numaraları; katalogun kısa adı olan NGC’nin arkasına yazılarak gösterilmiştir (Bulgurlu 2000).

Yıldız kümelerinin iki ana tipi açık kümeler ve küresel kümelerdir. Dinamik olarak birbirine bağlı birkaç yüz yıldızdan oluşan ve yıldızları tek tek gözlenebilen yıldız topluluklarına açık yıldız kümeleri denir. Onlarca yıldızdan yüzlerce yıldız kadar yıldız bulundurabilirler. Örnek bir açık küme (Pleiades kümesi), Şekil 1.1’ de verilmiştir.

Açık yıldız kümeleri, aynı kimyasal karışıma sahip bir moleküler buluttan, aynı zamanda oluşmuş, birlikte hareket eden yıldız gruplarıdır. Açık kümeler gökada içinde kendi yörüngelerinde hareket ederler. Bu nedenle, Samanyolu’nun kendisinin ve kinematik özelliklerini veren mükemmel izlerdir. Günümüzde yaklaşık olarak  $10^5$  kadar açık yıldız kümesi olduğu tahmin edilmektedir (Taş 2010).



**Şekil 1.1.** M45 - Pleiades (Ülker) açık yıldız kümesi (Astrophotography by Robert Gendler)

Küresel kümeleri ilk gözlemciler bulutsular olarak adlandırmışlardır. Zaman geçtikçe, William Herschel, Charles Messier ve Abbe Lacaille gibi çok ünlü astronomlar galaksimizde şimdiye kadar bilmediğimiz yüzden fazla yeni küresel küme keşfettiler. Şu an bilinen bu küresel yıldız kümeleri galaktik disk boyunca sınırlı değildir fakat galaktik halo olarak bilinen galaksinin çevresinde büyük bir alan boyunca eşit olarak dağılmıştır. Küresel yıldız kümelerindeki yıldızlar galaksilerde milyarlarca yıl önce oluşan toz ve orijinal gazdan oluşmuştur. Bu yıldızlar Öbek II yıldızları olarak bilinir ve metal yönünden çok fakirdirler (Taş 2010).

Çok farklı görünen, küresel bir dağılıma sahip ve küme merkezinin yoğunluğu açık yıldız kümelerine göre en az on kat daha fazla olan kümelere küresel yıldız kümeleri denir. Örnek bir küresel küme (M13 kümesi), Şekil 1.2’de verilmiştir. Küresel kümeler açık yıldız kümelerine göre çok zengin olup, düzenli yapılarıyla tanınırlar. Kimi kümeler tam olarak küresel olmayıp düzenli bir yapı gösterirken, kimileri de eliptik bir yapı gösterirler. Küresel yıldız kümelerinin binlerce hatta milyonlarca yıldız bulundurduğu bilinmektedir. Bu kümeler Samanyolu’nun ilk zamanlarında yaklaşık

olarak on beş milyar yıl kadar önce oluşmuş kümelerdir. Dolayısıyla da Samanyolu'nda oluşan ilk yıldızları bulundurlar. Küresel kümelerin merkez bölgelerindeki yıldızlar ayırt edilemez. Küme merkezinden uzaklaştıkça yıldız yoğunluğu hızla azalmaktadır(Taş 2010).



**Şekil 1.2.** M13 Küresel Yıldız Kümesi (Bareket gözlemevi, İsrail)

Yıldız evriminin birbirini takip eden evreleri boyunca her yıldız parlaklık ve renk değişimi gösterir. Bir yıldızı değişen olarak tanımlayabilmek için, göstermekte olduğu parlaklık ve renk değişiminin belirli bir zaman ölçeğinde algılanabilir olması gerekmektedir. Bu değişimler: düzenli, yarı düzenli veya düzensiz olabilir ve birkaç dakika mertebesinde 1 yüzyıl mertebesine kadar olan zaman aralıklarında gerçekleşen olaylardır.

Değişen yıldızları sınıflamada temel araçlar: değişimin zaman ölçeği, ışık genliği ve ışık eğrisinin biçimi olup genel olarak ışık ölçüm (fotometri) gözlemlerinden belirlenirler. Değişen yıldızlar konusunda genel taramalar yapmak ve bilgi erişimi sağlamak için çeşitli kataloglar ve elektronik veri tabanları mevcuttur. Bunlardan en önemlileri: GCVS

Kataloğu (General Catalogue of Variable Stars), SIMBAD veri tabanı (Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data) ve AAVSO'dır (American Association of Variable Star Observers) (Selam 2003).

Bu alışmada, TUG veri arşivinden seçilmiş yıldız kümelerine ait veriler kullanılarak bu kümelerdeki kısa dönemli değişen yıldızların tespiti ve periyotlarının bulunması amaçlanmıştır.



## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Değişen Yıldızlar ve Değişim Tipleri

Parlaklıkları zaman içerisinde değişen yıldızlara değişen yıldız adı verilir. Değişen yıldızların parlaklıkları oldukça farklı kadir değerlerine sahiptir. Bugüne kadar yüz binlerce değişen yıldız bulunup kataloglanmıştır. Parlaklık değişim nedeni zonklama, püskürme ve patlama gibi iç dinamikler olabildiği gibi iki yada daha fazla yıldızın birbirleri yörüngelerindeki dönmeleri sonucu oluşan tutulmalardan, örtüşmelerden yani dış dinamiklerden kaynaklanabilir. Değişen yıldızlar üzerinde araştırmalar yapmak, yıldızların fiziksel özellikleri, doğası ve gelişimi konusunda temel bilgilerin ortaya çıkarılması konusunda önemlidir. Yıldızların Dünya'ya olan uzaklığı, kütlesi, yarıçapı, iç ve dış katmanlarının yapısı, kimyasal bileşenleri, ısısı ve parlaklığı gibi bilgiler değişen yıldızlar hakkında toplanan verilerin incelenmesiyle elde edilebilir (AAVSO 2005).

Yıldızlarda ve yıldızların dışında gerçekleşen fiziksel süreçlerle oluşan değişimlerden dolayı yıldızlar çeşitli sınıflara ayrılırlar. Son yıllarda kabul gören sınıflama GCVS sınıflamasına dayalıdır ve 6 ana grupta sınıflandırılmıştır.

Kromosfer ve koronalarında çok şiddetli süreçlerle oluşan püskürmeler sonucu ışık değişimi gösteren yıldızlara “püsküren yıldızlar” denilir. Bu değişen grubuna örnek yıldızlar: FU Ori, R CrB, RS CVn, S Dor, UV Cet ve WR türü değişenlerdir.

Yüzey tabakaları dönemli olarak genişleyen ve büzülen değişen yıldızlara “zonklayan yıldızlar” denilir. Zonklamaların yönü çapsal ve/veya çapsal olmayan doğrultuda olabilir. Bu ana grubun alt grupları yarıdüzenli değişenler, Sefeidler,  $\alpha$  Cyg,  $\beta$  Cep, W Vir,  $\delta$  Scuti, ve Mira türü değişenlerdir.

Yüzey parlaklık dağılımı tekdüze (homojen) olmayan veya elipsoidal şekilli ve eksenleri etrafında dönmeleri sonucu ışık değişimi gösteren değişen yıldızlara “dönen yıldızlar” denilir. Tekdüze olmayan yüzey parlaklık dağılımları manyetik alan kökenli karanlık lekelerden veya bazı ısısal ve kimyasal heterojenliklerden kaynaklanmaktadır. Manyetik eksenini dönme eksenini ile çakışık olmayan yıldızlardır. Bu ana grubun alt grupları elipsoidal değişenler, Pulsarlar, BY Dra, FK Com, ve SX Ari türü değişenler olarak isimlendirilmektedir.

Yüzeylerinde (Novalar) ve iç kesimlerinde (Süpernovalar) oluşan sıradışı termonükleer süreçler sonucu patlama gösteren yıldızlara “katakizmik yıldızlar” denilir. Tayfları, patlayan yıldızların sakin evrelerindeki tayfına benzeyen ve kökeni nükleer reaksiyonlar olmadığı halde, ani enerji salmaları ile nova benzeri patlama yapıları gösteren yıldızlar da bu grupta toplanmıştır. Bu ana grubun alt grupları Novalar, Nova benzeri değişenler, Süpernovalar, U Gem ve Z And türü değişenler olarak isimlendirilmektedir.

Işık değişimleri, çift sistem üyesi yıldızların birbirlerini örtmesi sonucu ortaya çıkan yıldızlara “örtün yıldızlar” denilir. Örtme - örtülme olaylarının izlendiği ışık eğrilerinin biçimine ve bileşenlerin evrimsel karakteristiklerine göre 3 farklı grup altında sınıflanmıştır. İlk grup sınıflama yıldızların ışık eğrilerinin biçimine göre (Algol (EA),  $\beta$  Lyr (EB) ve W UMa (EW)), ikinci grup sınıflama bileşen yıldızların fiziksel karakteristiklerine göre ve üçüncü sınıflama bileşenlerin Roche loblarını doldurma oranına göre dir.

Çok kuvvetli X-ışını yayan ve diğer gruplardan hiçbirine ait olmayan yakın çift yıldız sistemlerine “X-ışın kaynakları” denilir. Bu sınıflamanın alt grupları X-ışın patlayıcıları (XP), dalgalanan X-ışın sistemleri (XF), X-ışın düzensizleri (XI), rölativistik jetli X-ışın çiftleri (XJ), geç tür bileşenli, nova benzeri X-ışın kaynakları (XND), erken tür bileşenli nova benzeri X-ışın kaynakları (XNG), X-ışın pulsarları (XP), yansıma etkisi gösteren X-ışın pulsarları (XPR), geç tür cüce bileşenli X-ışın çiftleri ve çok güçlü manyetik alana sahip pulsarlar (XPRM) olarak isimlendirilmektedir (Sterken *et al.* 1996).

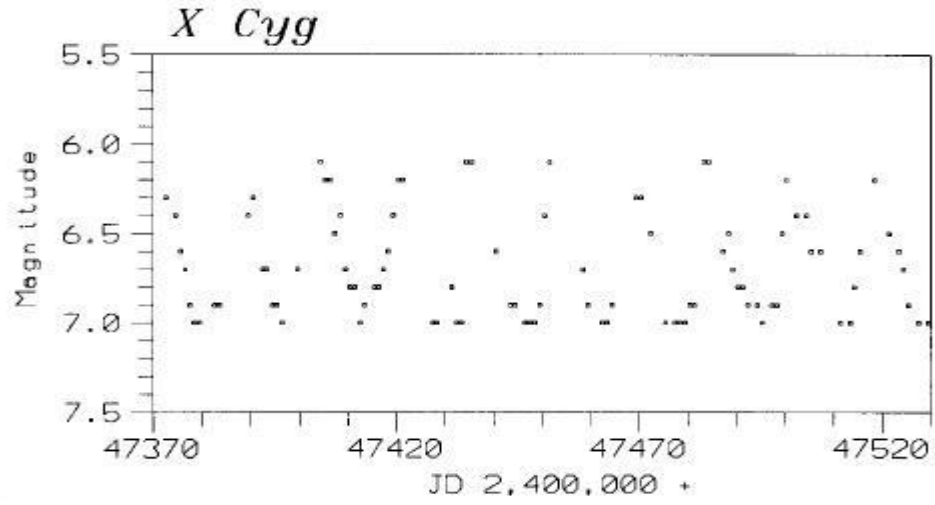
## 2.2. Yıldızlarda Parlaklık

Bir yıldızın parlaklığı kadir adı verilen bir sistemle ölçülür. Bu ölçüm sistemine göre en parlak yıldızlar 1. kadirden verilirken sönükleşme değerine göre 2., 3., 4., ... kadir değerlerini alır. Yapılan hesaplamalar sonucunda her kadir kendinden sonra gelen kadir değerinden yaklaşık 2.5 kat daha parlaktır. Gökyüzündeki en parlak yıldız olan Sirius'un parlaklığı  $m = -1.58$  kadirdir. Çıplak gözle parlaklıkları 6. kadire kadar olan yıldızlar görülebilirler. Çok güçlü teleskoplarla bu değer 30. kadire kadar çıkabilir (Engin 2000).

Bir yıldızın gökyüzünde görünen parlaklığına görünür parlaklık, yıldızın 10 pc uzaklığa getirildiğinde sahip olacağı parlaklığına mutlak (salt) parlaklık ve bütün dalgaboylarındaki toplam parlaklığına da bolometrik parlaklık denir. Bir yıldıza ait Planck eğrisinin görünür bölgesinin tepe noktası ile dalgaboyu eksenini arasında kalan alan o yıldızın toplam ışınım gücü olarak bilinir.

## 2.3. Işık Eğrisi, Faz Diyagramı, Değişim Genliği ve Periyot

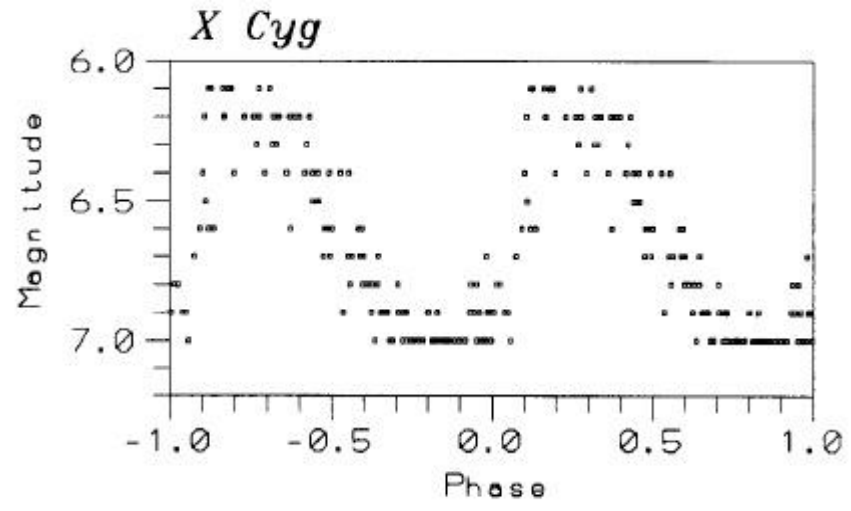
Değişen yıldız gözlemleri, bir ekseninde görünür parlaklık, diğesinde birimi genellikle Jülyen Günü (Julian Date-JD) olan zaman cinsinden ışık eğrisi denen bir grafik üzerine işaretlenir. Y-ekseninde parlaklık ölçeği aşağıdan yukarı doğru ve X-ekseninde gün soldan sağa artacak şekilde çizilir (Haugan 1995). Örnek bir ışık eğrisi Şekil 2.1'de verilmiştir.



**Şekil 2.1.** Sefeid tipi değişen olan X Cyg'nin ışık eğrisi

Tam bir salınım ya da değişim için geçen süreye periyot adı verilir. Bir yıldızın ışık eğrisinden elde edilen periyot, zonklama yapan bir yıldızın zonklama periyodunu veya örten ikili sistemde birbirlerini örtme dönemi olarak verilir. Bir ışık eğrisindeki bütün döngüler üst üste bindirildiğinde tüm döngüler birbirlerinin üstüne katlanmış olur ve döngünün daha doğru bir resmini verir. Oluşturulan bu yeni katlanmış döngü faz diyagramı olarak adlandırılır. Örnek bir faz diyagramı Şekil 2.2'de verilmiştir.

Yıldızların yapıları ışık eğrilerinin değerlendirilmesiyle belirlenir. Dolayısıyla farklı türden yıldızların ışık eğrileri farklıdır. Elde edilen ışık eğrilerinde periyot ve değişim genliklerine bakılarak yıldızların değişim tipleri hakkında bilgi sahibi olunabilir. Değişim genliği, herhangi bir dalganın zamana karşı salınım değişkeni çizildiğinde zaman eksenine maksimum ya da minimum salınım arasındaki fark olarak verilir.



Şekil 2.2. X Cyg'nin faz diyagramı (-1 ile +1 aralığında)

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) veri arşivinden temin edilmiş yıldız kümeleriyle ilgili gözlem verileri kullanılarak, bu kümelerde kısa dönemli değişen yıldızlar tespit edilmeye çalışılmıştır. TUG’da bulunan RTT150 ve T40 teleskopları kullanılarak 2002-2008 yılları arasında yapılan küme gözlemlerinden NGC 188, NGC 1039, NGC 2099, NGC 2126, NGC 6940 ve NGC 7654 kümeleri kısa dönemli değişen yıldız tespiti için seçilmiştir. Gözlenen kümelerin uzun gözlem sürelerine sahip olanları baz alınarak küme seçimleri gerçekleştirilmiştir. Seçilen kümelerde analiz edilen yıldız sayıları, Çizelge 3.1’de verilmiştir.

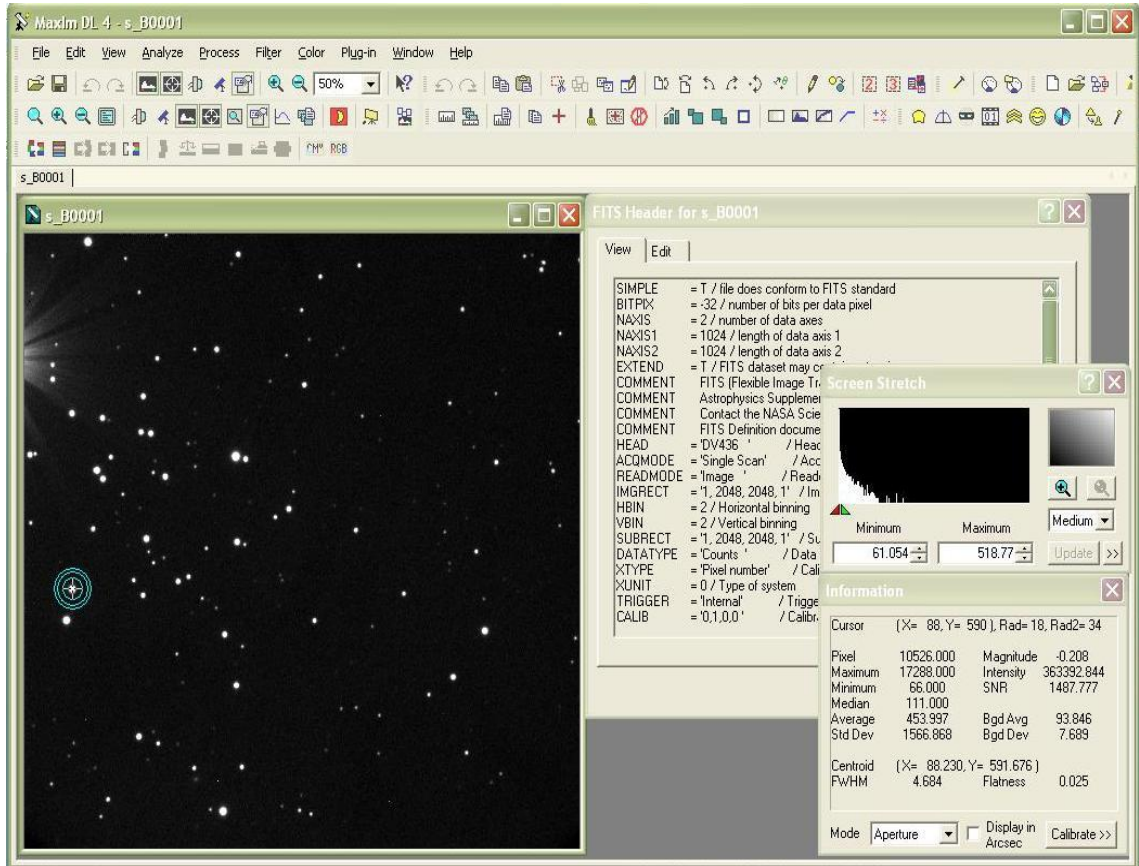
**Çizelge 3.1.** Seçilen yıldız kümeleri ve analiz bilgileri

Teleskop adı	Gözlenen küme	Zaman aralığı	Görüntü sayısı	Analiz edilen yıldız sayısı
RTT150	NGC 2126	2006	589	15
T40	NGC 188	2006-2008	1067	58
T40	NGC 2099	2008	717	40
T40	NGC 7654	2006	512	38
T40	NGC 1039	2006	639	33
T40	NGC 6940	2006-2007	1670	21

Seçilen kümelerdeki yıldızların hangilerinin kümeye ait olduklarını saptamak için SIMBAD veri tabanı ve ALADIN uygulamaları kullanılmıştır. Bu çalışmada, kümelerdeki yıldızlara ait konum, parlaklık, periyot, değişim tipi gibi bilgiler GCVS kataloğu, SIMBAD veri tabanı ve NASA ADS veri tabanı kullanılarak temin edilmiştir.

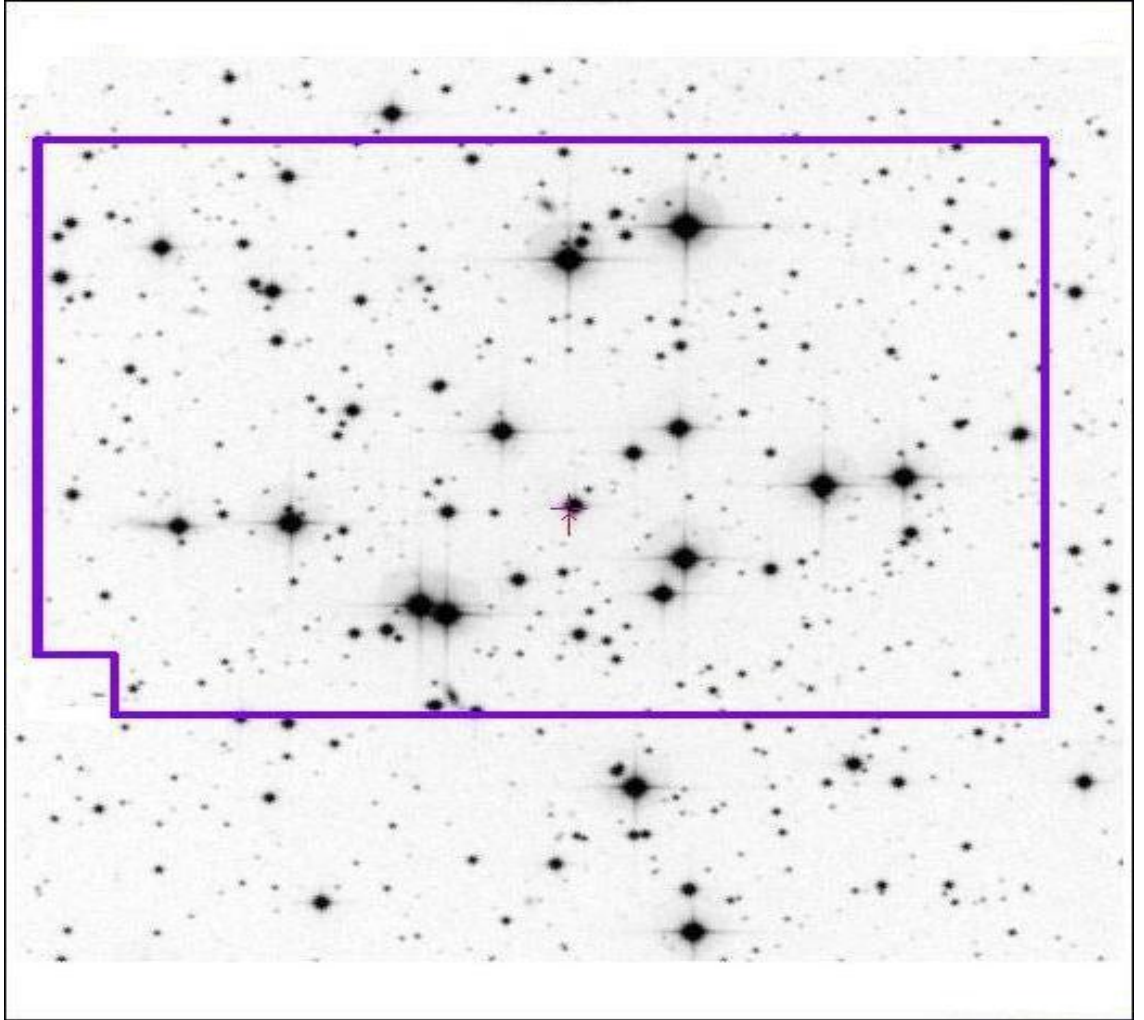
### 3.2. Yöntem

Seçilen kümelerde kısa dönemli değişen yıldız tespiti için alınan CCD görüntüleri MaxIm DL programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu program bilimsel olarak CCD kameralarla görüntüleme yapmak için tasarlanmış bir programdır. MaxIm DL programına ait kullanıcı arayüzü Şekil 3.1’de verilmiştir. MaxIm DL programı ile seçilen yıldız kümelerine ait görüntü ve kalibrasyon verileri kullanılarak fotometri işlemi gerçekleştirilmiş ve kümeye ait olduğu belirlenen yıldızların parlaklıkları tespit edilmiştir.



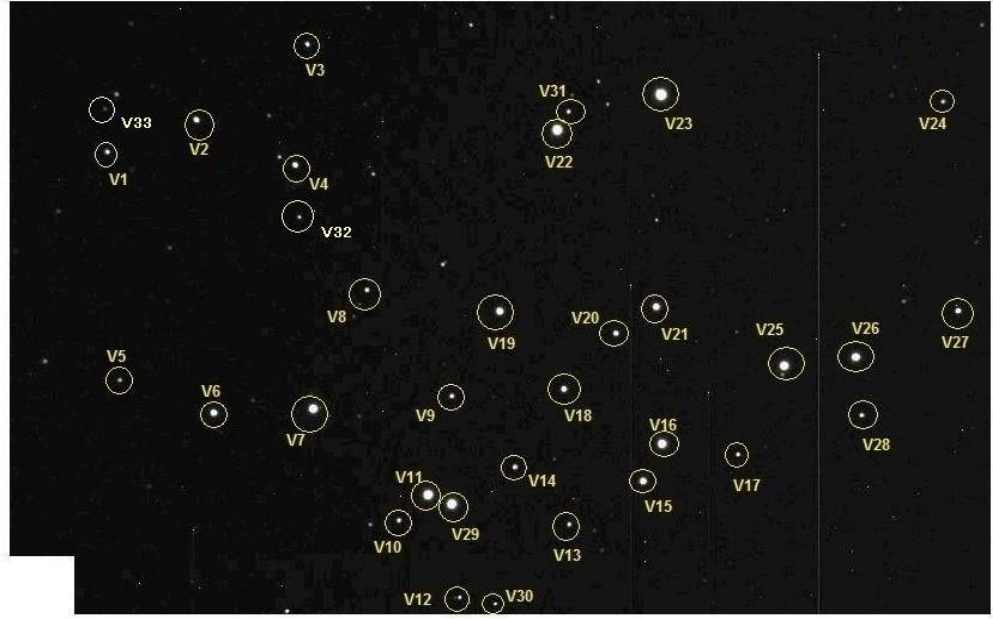
Şekil 3.1. MaxIm DL programı kullanıcı arayüzü

Seçilen kümelere ait görüntüler farklı gözlemciler tarafından farklı zaman aralıklarında alındığı için her zaman kümenin aynı bölgesi görüntülenememiştir. Bu yüzden MaxIm DL programı ile küme analizlerini yapmadan önce seçilen her yıldız kümesi için alınan eşit poz süreli görüntüler kullanılarak ortak alan belirlenmesi yapılmış ve küme haritaları oluşturulmuştur. Belirlenen ortak alan sayesinde kümenin hangi bölgesinin inceleneceğine karar verilmiş ve oluşturulan küme haritalarında analiz edilecek yıldızlar isimlendirilmiştir. Yapılan haritalandırma işlemine ait örnek görüntüler, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de verilmiştir.



**Şekil 3.2.** NGC 1039 (M34) kümesi için yapılan ortak alan belirleme işlemi



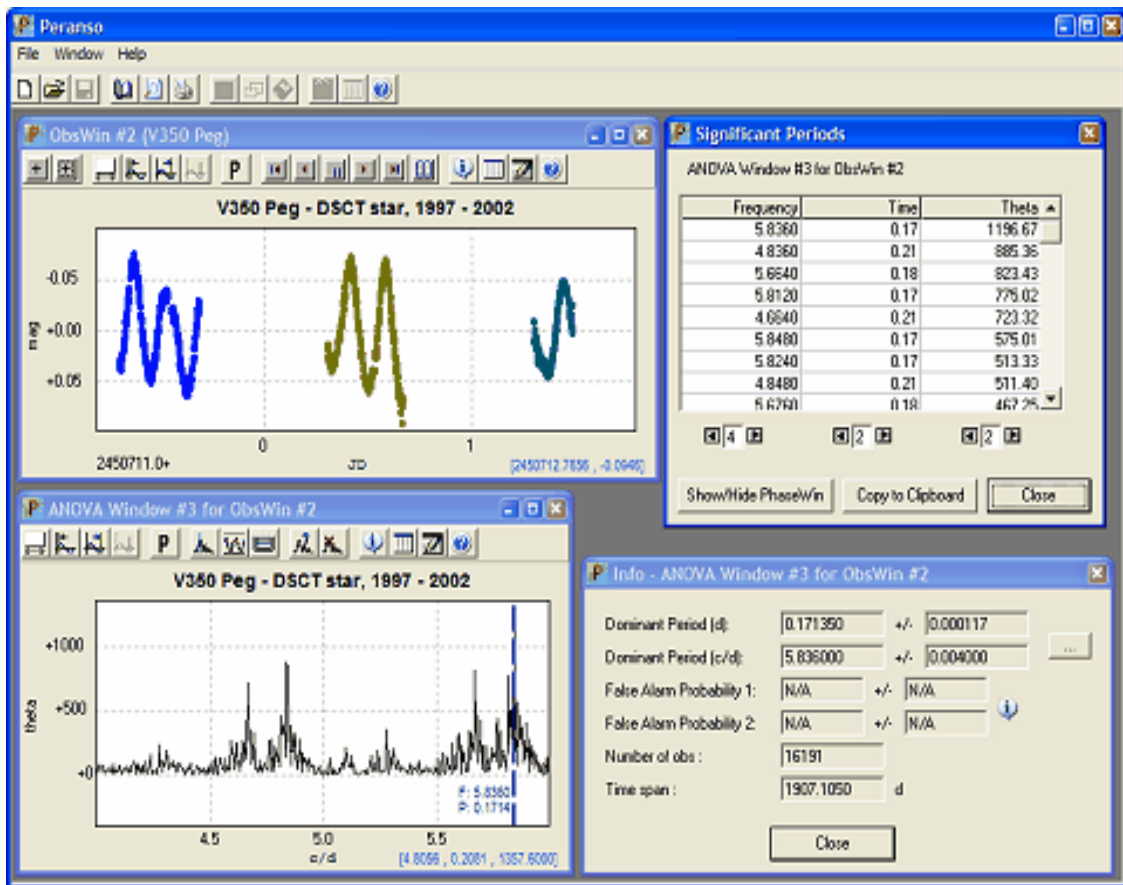


**Şekil 3.3.** NGC 1039 (M34) kümesinde haritalandırma ve analiz edilecek yıldızların isimlendirilme işlemi

Seçilen kümeler için ortak alan belirlemesi ile haritalandırma işlemi yapıldıktan ve analizi yapılacak olan yıldızlar belirlendikten sonra MaxIm DL programı kullanılarak öncelikle alınan CCD görüntüleri için bias ve dark etkileri giderilmiş, ardından flat düzeltmesi gerçekleştirilmiştir. Sapmaya uğramış bozuk veya hatalı görüntüler analize başlamadan önce ayıklanmış ve analiz işlemine dahil edilmemiştir. Kalibrasyon verisi eksik olan gözlemler için, görüntülerin alındığı geceye en yakın tarihte alınmış kalibrasyon verileri kullanılmıştır. Daha sonra bu düzeltmelerin gerçekleştirildiği küme görüntülerinden yararlanarak seçilen kümelerin elemanı olan yıldızlar analiz edilmiş ve sabit yıldız seçimi yapılmıştır. Sabit yıldız seçimi için, analizi yapılan bütün yıldızların zamana karşı ışık eğrileri çizdirilmiş ve standart sapmaları hesaplanarak en az sapma gösteren yıldız, sabit yıldız olarak seçilmiştir. Analizi yapılan her küme için sabit yıldız seçimi tekrarlanmış ve seçilen her küme için birer sabit yıldız belirlenmiştir.

Belirlenen tüm yıldızların ışık eğrileri, analiz edilen yıldız verileri ile sabit yıldız verilerinin farkının zamana göre değişimi ile elde edilmiştir. Sabit yıldız seçimi ve fark alma işlemi atmosferik sönmüleme ve gecelik ay etkisi gibi olumsuz parametreleri ortadan kaldırmak için gerekli bir işlemdir.

MaxIm DL programı ile yapılan analizler tamamlandıktan sonra elde edilen analiz sonuçlarından faydalanarak belirlenen yıldızların periyot analizlerini yapmak için Peranso (Light Curve and Period Analysis Software/Işık Eğrisi ve Periyot Analiz Programı) programı kullanılmıştır. Peranso, çeşitli gözlem teknikleri kullanılarak gözlemlenmiş yıldızların ışık eğrileri ve faz grafiklerinin çizimi ile periyot analizlerinde kullanılan bir analiz programıdır. Peranso programına ait kullanıcı arayüzü Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Peranso programı kullanıcı arayüzü

Peranso programıyla periyot analizi yapmak için sınıflandırılmış iki metot vardır. Bunlar, Fourier metotları ve istatistiksel metotlardır. Bu çalışmada Peranso programının periyot analiz sınıfı olan Fourier metotlarından Lomb-Scargle ve istatistik metotlarından PDM (faz dağılım indirgemesi/phase dispersion minimization) ile ANOVA metotları kullanılmıştır.

Seçilmiş yıldız kümelerinde, kümelerin elemanı olarak belirlenen her yıldız için MaxIm DL programıyla elde edilen analiz verileri bu yıldızların periyot analizleri için Peranso programında kullanılmıştır. Belirlenen ve analizi yapılan bütün yıldızların periyot analizleri her yıldız için ayrı ayrı olmak üzere Peranso programının metotları kullanılarak yapılmış ve ışık eğrileri elde edilmiştir. Peranso programı ile yapılan periyot analizleri sonucunda bazı yıldızların eğrilerinde sapmalar görülmüştür. Bu sapmaları ortadan kaldırılmak için, MaxIm DL programı kullanılarak elde edilen tüm verilerden yıldızlara ait parlaklık değerlerinin ortalaması ve standart sapmaları ( $\sigma$  değerleri) bulunduktan sonra bu standart sapmaların 3 katı değerleri ( $3\sigma$  değerleri) hesaplanmıştır. Daha sonra hesaplanan  $3\sigma$  değerleri MaxIm DL ile yapılan analizlerden elde edilen verilere eklenmiş ve çıkarılmıştır. Ekleme ve çıkarma işlemleri ( $\pm 3\sigma$ ) sonucunda belirlenen üst ve alt sınırlar dışında kalan sapmalar temizlenmiş ve bu sınırlar arasında kalan verilerle yıldızların daha düzgün ışık eğrileri çizilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde bulunan RTT150 ve T40 teleskoplarıyla 2002-2008 yılları arasında yapılan küme gözlemlerinden seçilen yıldız kümeleri analiz edilmiş ve bu kümelerde kısa dönemli değişen yıldız tespitine çalışılmıştır. Seçilmiş yıldız kümelerinin genel özellikleri, Çizelge 4.1'de, tespit edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait bilgiler Çizelge 4.2'de ve seçilmiş yıldız kümelerinde tespit edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait periyot bilgileri ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki yıldız kümelerine ait tüm bilgiler ve kısa dönemli değişen yıldızlara ait bazı bilgiler SIMBAD veri tabanından alınmıştır.

**Çizelge 4.1.** Seçilmiş yıldız kümelerine ait temel astronomik bilgiler

KÜME ADI	RA	DEC	MAG	ÇAP (pc)
NGC 188	00 48 26	+85 15 30	8.1	600
NGC 1039	02 42 10	+42 46 00	5.4	499
NGC 2099	05 52 19	+32 33 20	5.6	1383
NGC 2126	06 03 00	+49 54 00	10.2	1200
NGC 6940	20 34 40	+28 17 00	6.9	1047
NGC 7654	23 44 80	+61 35 00	7.3	3580

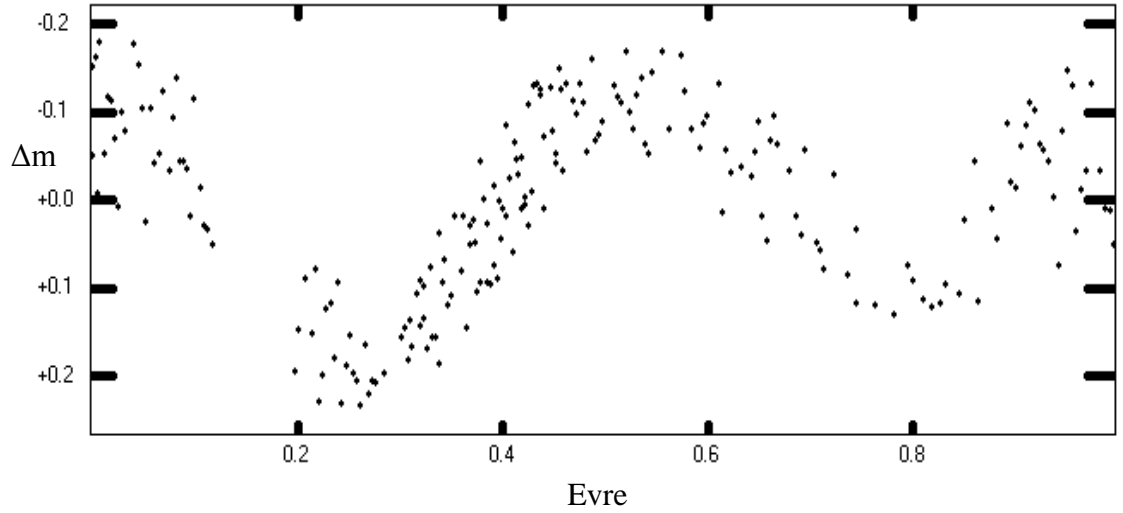
**Çizelge 4.2.** Seçilen yıldız kümelerinde tespit edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait bilgiler

Yıldızın adı	Bulunduğu küme	Yıldızın Koordinatları		Veri sayısı	Gece sayısı	Filtre
		RA	DEC			
V371 Cep	NGC 188	00 48 22.5	+85 15 54.8	406	6	R
EQ Cep	NGC 188	00 47 33.4	+85 16 24.2	406	6	R
V370 Cep	NGC 188	00 47 16.3	+85 15 35.3	406	6	R
2MASS J02414738+4243387	NGC 1039	02 41 47.4	+42 43 38.5	415	3	B
V624 Per	NGC 1039	02 42 34.6	+42 44 50.8	415	3	B
BD+60 2532	NGC 7654	23 24 15.8	+61 35 17.5	260	2	V
V 550 Aur	NGC 2126	06 02 26.4	+49 51 56.6	200	5	V

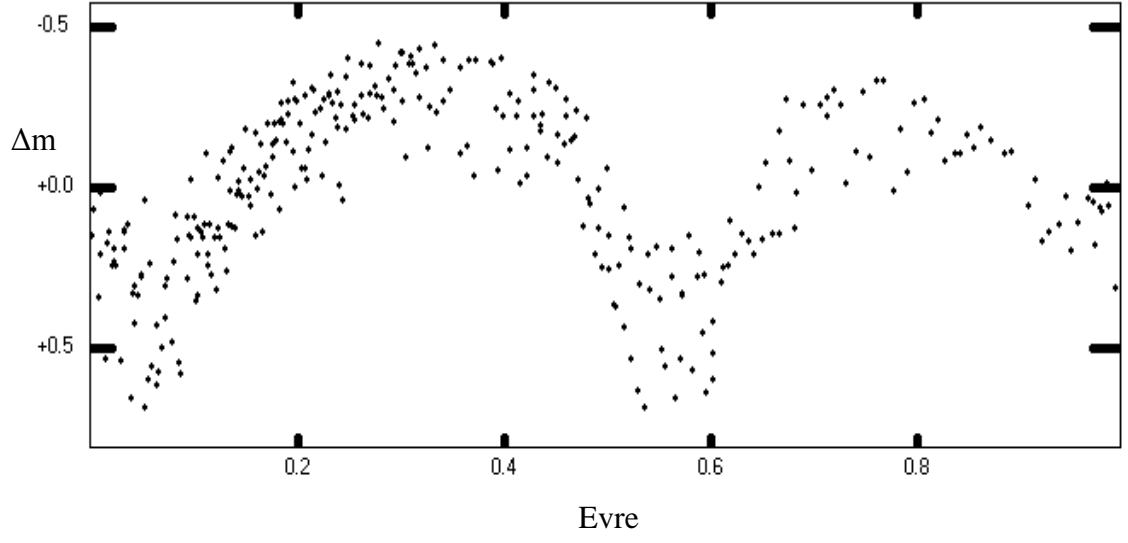
**Çizelge 4.3.** Seçilen yıldız kümelerinde tespit edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait periyot bilgileri

Yıldızın Adı	Bilinen Periyodu (g)	Bulunan Periyodu (g)	Standart Sapma ( $\sigma$ )	Parlaklık (mag)	Değişim Tipi
V371 Cep	0.586	$0.586 \pm 0.003$	0.128	15.8	EB $\beta$ Lyr
EQ Cep	0.3069	$0.3069 \pm 0.0000$	0.2881	16.4	EB W UMa
V370 Cep	0.3304	$0.3304 \pm 0.0000$	0.0831	17.1	EB W UMa
2MASS J02414738+ 4243387	2.87	$0.22 \pm 0.01$	0.03	13.2	ROT V*
V624 Per	0.6587	$0.202 \pm 0.008$	0.019	11.5	GDOR
BD+60 2532	?	$0.1 \pm 0.1$	0.04	8.3	*in**
V550 Aur	0.087	$0.084 \pm 0.001$	0.046	13.0	DSCTC

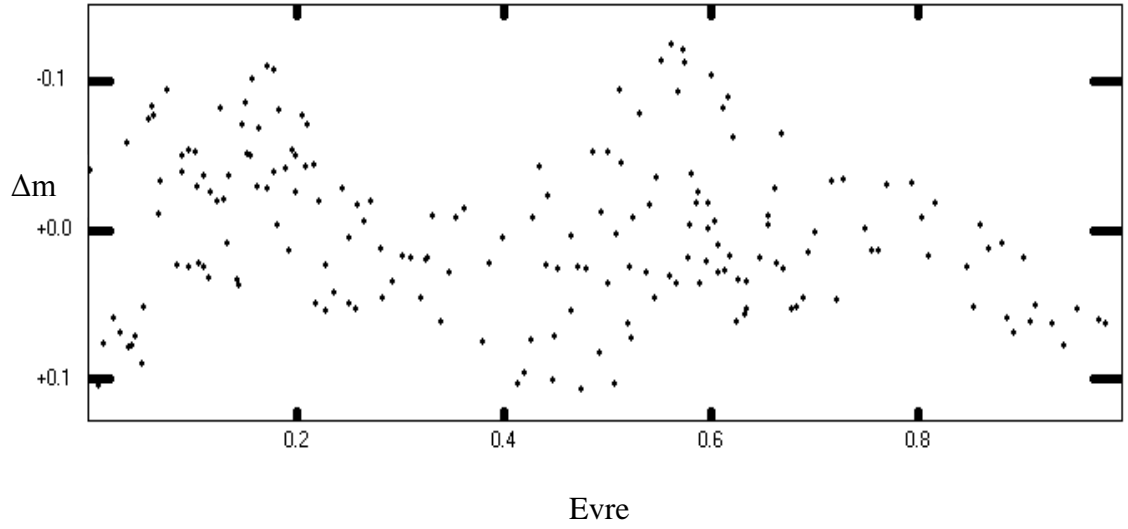
Seçilmiş yıldız kümelerinin analizi sonucunda elde edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait evre grafikleri Şekil 4.1. – Şekil 4.7’de verilmiştir.



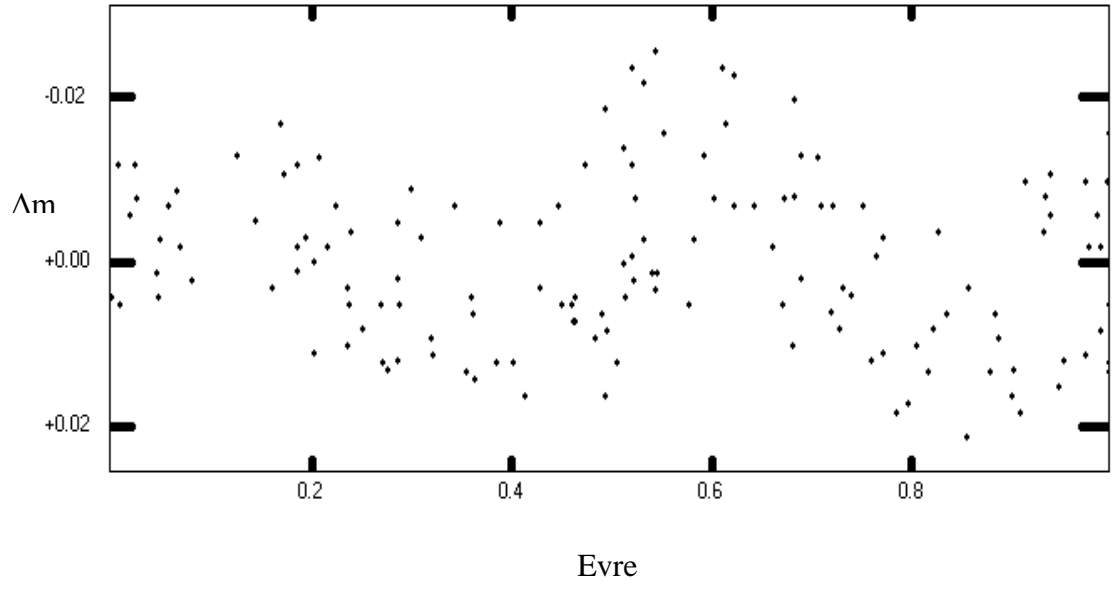
**Şekil 4.1.** V371 Cep Yıldızının Işık Eğrisi (NGC 188)



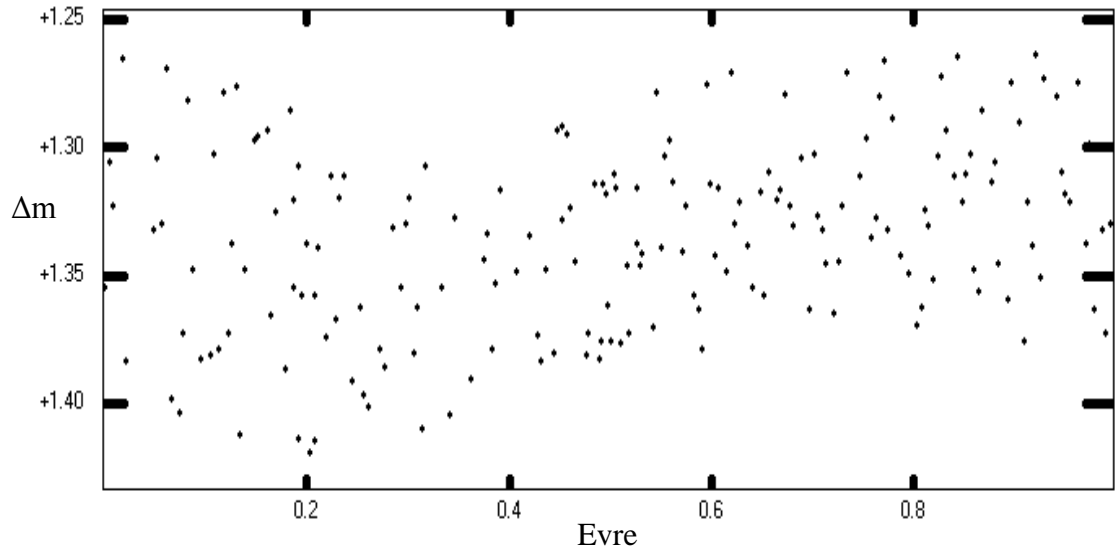
Şekil 4.2. EQ Cep Yıldızının Işık Eğrisi (NGC 188)



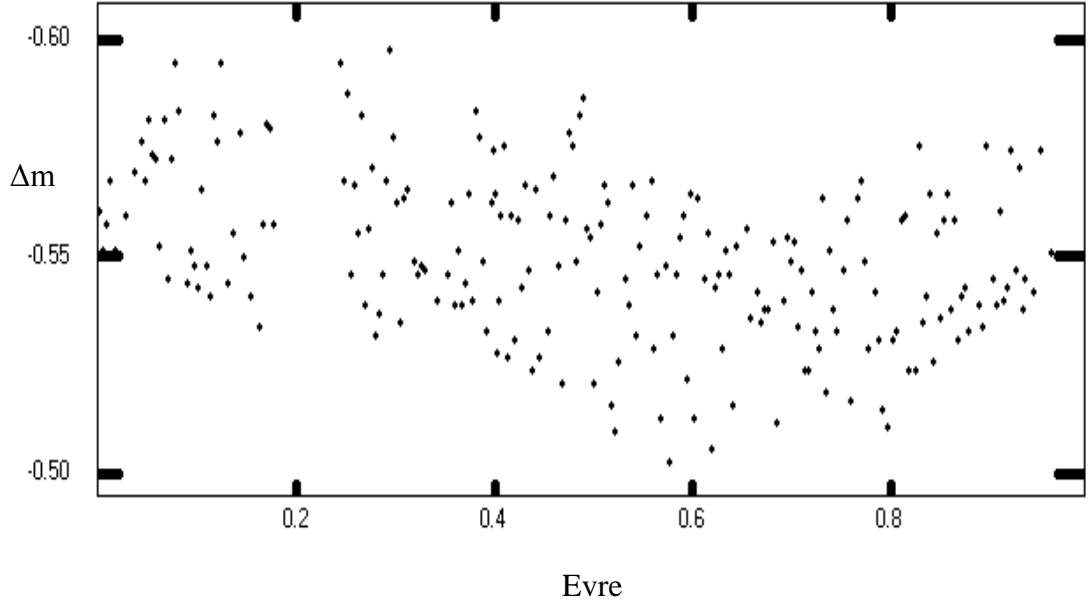
Şekil 4.3. V370 Cep Yıldızının Işık Eğrisi (NGC 188)



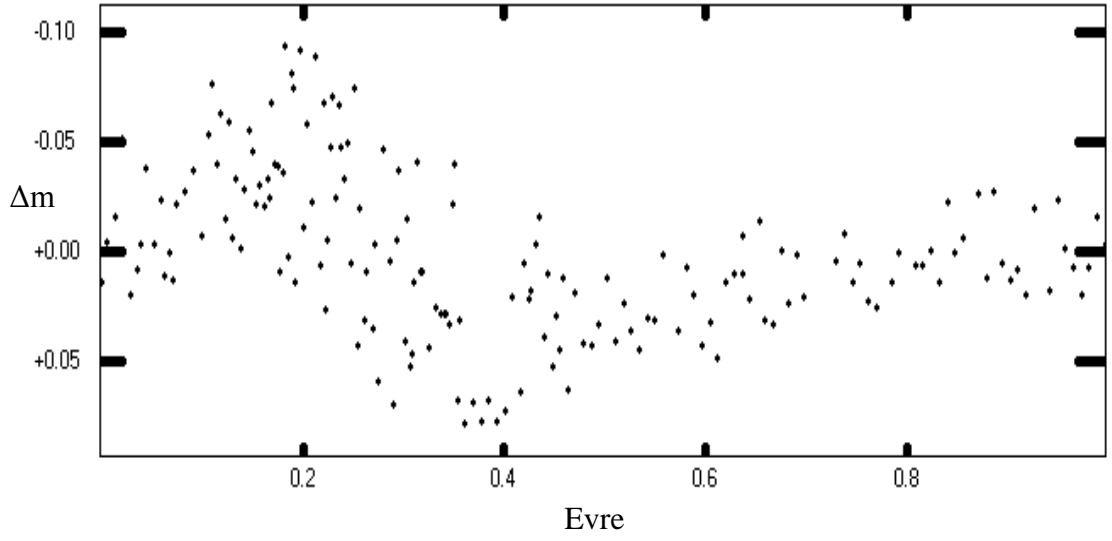
Şekil 4.4. V550 Aur Yıldızının Işık Eğrisi (NGC 2126)



Şekil 4.5. 2MASS J02414738+4243387 Yıldızının Işık Eğrisi (NGC 1039)



**Şekil 4.6.** V624 Per Yıldızının Işık Eğrisi (NGC 1039)



**Şekil 4.7.** BD+60 2532 Yıldızının Işık Eğrisi (NGC 7654)



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) veri arşivinde bulunan, 2002-2008 yılları arasında RTT150 ve T40 teleskoplarıyla yapılan küme gözlemlerinden seçilen NGC 188, NGC 1039, NGC 2099, NGC 2126, NGC 6940 ve NGC 7654 isimli açık yıldız kümeleri incelenmiştir. Seçilen bu kümelerde kısa dönemli değişen yıldız tespiti ve periyotlarının bulunması amaçlanmıştır. TUG teleskopları ile yapılan küme gözlemlerinin farklı zaman aralıklarında farklı projeler kapsamında gerçekleştirilmesinden ve yapılan bu gözlemlerde farklı filtre ve CCD'ler kullanılmasından dolayı TUG veri arşivindeki bütün veriler kullanılamamıştır. Küme seçme işlemi de buna bağlı olarak sınırlanmış fakat veri fazlalığı ve gözlem süresinin uzunluğu göz önünde bulundurularak analizi yapılacak olan kümeler belirlenmiştir. Ayrıca yapılan gözlemlerde kümelerin farklı bölgelerinin gözlenmesinden dolayı kümelere ait bazı yıldızlar alınan görüntülerin dışında kalmış ve bu yıldızlar analiz edilememiştir. Bu sebeple seçilen her yıldız kümesi için mevcut veriler kullanılarak bir ortak alan belirlenmesi yapılmış, kümeler haritalandırılmış ve bu ortak alanlar içerisinde kalan yıldızlar incelenmiştir. Kısa dönemli değişen yıldız tespiti yapılacak olan yıldız kümeleri seçilirken TUG veri arşivindeki yıldız kümelerine ait tüm veriler incelenmiş ve yapılan gözlemlerin bazılarının düzenli aralıklarla ve uygun kalibrasyon dosyaları kullanılarak yapılmadığı görülmüştür. Bu nedenle analiz yapılabilecek veri sayısı oldukça azalmıştır.

Periyot analizi sonucunda çizilen evre grafiklerinde; gözlem aralığının düzenli ve sık olmaması, uygun poz süresinin seçilmemesi, yapılan analizlerde kullanılan kalibrasyon dosyalarının eksikliğinden veya kalibrasyon dosyası olmayan görüntüler için görüntünün alındığı geceye en yakın tarihteki kalibrasyon verilerinin kullanılması gibi nedenlerden dolayı saçılmalar meydana gelmiştir. Atmosferik etkiler ise analize başlamadan önce yapılan fark fotometrisi ile giderilmiştir.

Yıldızların evre grafiklerinde görülen saçılmaları gidermek için, MaxIm DL programı kullanılarak yapılan fark fotometrisi ile elde edilen verilerin ortalamaları alınmış ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Hesaplanan standart sapmalar ( $3\sigma$  değerleri)

yıldızlara ait verilerin ortalama değerlerine eklenerek saçılan noktalar temizlenmeye çalışılmıştır. Fakat  $\pm 3\sigma$  değerlerinin eklenip çıkarılmasıyla bulunan bütün değerler  $-3\sigma$  ile  $+3\sigma$  aralığında kaldıkları için saçılan noktalar temizlenememiştir.

Uzun gözlem süresine, veri fazlalığına ve uyumlu kalibrasyon dosyası kullanımına bakılarak seçilen kümelerde yapılan analiz işlemleri sonucunda NGC 2126 kümesinde V550 Aur yıldızı ile NGC 188 kümesinde V370 Cep, V371 Cep ve EQ Cep yıldızlarının periyotları tespit edilmiş ve kısa dönemli değişen oldukları görülmüştür. Bu yıldızların bulunan periyotlarının daha önce literatürde bulunmuş periyotlarla uyumlu oldukları belirlenmiştir. NGC 1039 kümesinde 2MASS J02414738+4243387 ve V624 Per yıldızlarına ait bulunan periyot değerlerinin literatürde daha önce bulunmuş periyotlarla uyumlu olmadığı görülmüştür. 2MASS J02414738+4243387 yıldızı rotasyonel değişen bir yıldız olup periyodu daha önce literatürde 2.87 gün olarak bulunmuş fakat yapılan bu çalışmada 2MASS J02414738+4243387 yıldızı için yeterli veri olmadığından periyodunun gerçek değeri bulunamamıştır ve mevcut veriler kullanılarak evre grafiği çizilmiştir. V624 Per yıldızı ise GDOR tipi rotasyonel değişen bir yıldız olup periyodu daha önce literatürde 0.6587 gün olarak bulunmuş fakat veri eksikliğinden dolayı gerçek periyot değeri bulunamamıştır ve mevcut veriler kullanılarak evre grafiği çizilmiştir. NGC 7654 kümesinde BD+60 2532 yıldızına ait bir periyot bulunmuş fakat yapılan literatür taramasında daha önce bu yıldızın periyoduyla ilgili bir bilgi bulunmadığından kıyaslama yapılamamıştır. Bu yıldız için mevcut verilerle çizilen evre grafiğine bakıldığında periyodunun tamamlanmadığı, dolayısıyla bulunan periyot değeri ile  $\pm$  hatasının aynı değerde olduğu görülmüştür. NGC 2099 ve NGC 6940 kümelerinde ise, değişen olarak bilinen yıldızlarda dahil olmak üzere ortak alan içerisinde kalan tüm yıldızlar için analiz işlemi tekrarlanmış fakat daha önce kısa dönemli değişen olduğu bilinen yıldızlarla oluşturulan ortak alan içerisinde kalan yıldızların hiçbirinin periyodu belirlenememiş ve herhangi bir kısa dönemli değişen yıldız tespit edilememiştir.

**KAYNAKLAR**

- Bahcall, J.N., 2000. How the Sun Shines. Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, Vol 94, 219 p.
- Bulgurlu, S.K., 2000. Yıldız Kümeleri ve Küme Yaşlarının Belirlenmesi. A.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Lisans Bitirme Tezi, 46 s, Ankara.
- Engin, S., 2000. Genel Astronomi II. A.Ü.F.F. Döner Sermaye Yayınları No:57, 127 s, Ankara.
- Haugan, S.V.H., 1996. Separating Intrinsic and Microlensing Variability Using Parallax Measurements. International Astronomical Union, Symposium No: 173, 277 p, Australia.
- Murdin, P., 2001. Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. Nature Publishing Group 2001, England, Vol 1.
- Selam, S.O., 2003. Değişen Yıldızların Fotometrik Özellikleri Ders Notları. A.Ü.F.F. Döner Sermaye Yayınları 110 s, Ankara.
- Sterken, C., Jaschek, C., 1996. Light Curves of Variable Stars (A Pictorial Atlas). Cambridge University Press 229 p, Cambridge.
- Taş, G., 2010. Açık Kümelerin Örtün Çift Üyeleri. Yakın Çift Yıldızların Yapısı ve Evrimi Çalışmayı 12 s, İzmir.
- <http://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/how-do-stars-form-and-evolve/> (07.02.2012)
- <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=how-is-a-star-born> (07.02.2012)
- <http://web.williams.edu/astronomy/Course-Pages/111/Images/clusterhrd.jpg> (15.10.2011)
- <http://web.williams.edu/astronomy/Course-Pages/111/Images/glclhrd.jpg> (15.10.2011)
- <http://www.robgendlerastropics.com/> (16.10.2011)
- <http://astronomi.ege.edu.tr/~sevren/Dersler/AstronomiyeGirisII/YildizlarınParlaklıkları.pdf> (10.02.2012)
- <http://derman.science.ankara.edu.tr/kitap/43.html> (10.02.2012)
- <http://www.scribd.com/doc/34955844/Variable-Star-Astronomy-Chapter-12-Variable-Stars-and-Phase-Diagrams> (13.03.2012)
- <http://adsabs.harvard.edu> (NASA ADS)
- <http://simbad.u-strasbg.fr> (SIMBAD)
- <http://www.aavso.org> (AAVSO)
- [http://www.aavso.org/files/vis\\_manual/turkish\\_intro.pdf](http://www.aavso.org/files/vis_manual/turkish_intro.pdf) (AAVSO 2005)
- <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/index.htm> (GCVS index)
- <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt> (GCVS variable types)

## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Erzurum'da doğan Ekrem YAŞAR, ilk ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nü kazandı. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü'nde çift-ana dal programına hak kazandı ve 2008 yılında Fizik ve Matematik bölümlerinden birlikte mezun oldu. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı Genel Fizik Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı.