

TC.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ROTSE VERİLERİ ile DEĞİŞEN YILDIZ ARAMA

ALPER FİDAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI

MALATYA
AĞUSTOS 2008

Tezin Başlığı : ROTSE Verileri ile Değişen Yıldız Arama

Tezi Hazırlayan : Alper FİDAN

Sınav Tarihi : 20.08.2008

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Fizik Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jürisi Üyeleri (ilk isim jüri başkanı, ikinci isim tez danışmanı)

Doç.Dr. İbrahim ADIGÜZEL

Yrd.Doç.Dr. Tuncay ÖZDEMİR

Yrd.Doç.Dr. Yakup BALCI

İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof.Dr. İsmail ÖZDEMİR
Enstitü Müdürü

Onur Sözü

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ROTSE Verileri ile Değişen Yıldız Arama” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Alper FİDAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ROTSE VERİLERİ ile DEĞİŞEN YILDIZ ARAMA

Alper FİDAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı

41 + vii sayfa

2008

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tuncay ÖZDEMİR

Bu tezde T.U.G (Tübitak Ulusal Gözlemevi) ROTSE IIID teleskopu kullanılarak alınan görüntüler üzerinde parlaklık farkı kullanılarak yeni değişen yıldız taraması yapılmıştır.

Çalışmada, veri analizi için IRAF programı kullanılmıştır. Görüntülerin yaklaşık 7000 yıldız içermesinden dolayı kalabalık alan fotometrisi kullanılarak ölçümler alınmış ve yıldızların standart sapma – parlaklık grafiği ile standart sapması yüksek olan yıldızların ışık eğrileri çizilmiştir.

Sonuç olarak değişen yıldız aramada daha fazla veri kullanılması ile devam edilmesine karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değişen yıldız, kalabalık alan fotometrisi, yıldız modelleme, nokta dağılım fonksiyonu.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SEARCHING NEW VARIABLE STARS WITH ROTSE DATA

Alper FIDAN

Inonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Physics

41 + vi pages

2008

Advisor: Ass. Prof. Dr. Tuncay OZDEMIR

In this thesis new variable star search was made by using magnitude difference between the frames which were taken by using T.N.O. (Turkish National Observatory) ROTSE IIID telescope.

In the study, IRAF programe was used for data analysis. Because the frames are included from approximately 7000 stars, measurements were taken by using crowded field photometry, and the graphics, standard deviation – magnitude with stars' light curve graphics of which standard deviation is high, are plotted.

Finally, it is decided that to continue with using more data for seaching variable stars.

Keywords: Variable star, crowded field photometry, star modelling, point spread function.

TEŞEKKÜR

Tezde beni yönlendiren ve tezin her aşamasında bana destek veren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Tuncay ÖZDEMİR'e;

IRAF Programını bana öğreten Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Birol GÜROL'a;

Çalışmam boyunca bana destek olan ve CCD konusunda beni bilgilendiren Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi Bölümü Öğr.Grv. Yahya DEMİRCAN, IRAF ve tez ile ilgili önerilerini esirgemeyen değerli arkadaşım Arş. Grv. Gökhan GÖKAY'a;

Bana hep destek olan AİLEM'e ve tezin yazılmasında bana yardım eden sevgili kardeşim Derya'ya;

Tezin hazırlanması süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili dostlarım Fatih ve Taner'e;

teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. FITS DOSYA SİSTEMİ.....	3
2.1. FITS Dosya Sisteminin Genel Özellikleri.....	3
2.2. Başlık Dosyaları (Headers).....	6
2.3. Anahtar Kelimeler (Keywords).....	10
2.4. FITS Dosyalarında Kullanılan Bazı Anahtar Kelimeler.....	11
3. IRAF (Image Reduction Analysis Facility).....	19
3.1. IRAF Hakkında Genel Bilgiler.....	19
3.2. IRAF Paket Programları ve Görevleri.....	21
4. PSF FONKSİYONU YARDIMIYLA FOTOMETRİK ÇALIŞMA.....	24
4.1. PSF Komutunun Kullanılması.....	24
4.2. Nstar Görevinin Çalışması.....	29
4.3. Substar Görevinin Çalışması.....	30
4.4. Allstar Görevi.....	32
4.5. Group Görevi.....	33
5. SONUÇ.....	34
6. KAYNAKLAR.....	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bir FITS Dosyası Görüntüsü.....	4
Şekil 2.2. Bir FITS Dosyası Görüntüsü.....	5
Şekil 2.3. FITS Dosyası Temel Başlık Örneği.....	7
Şekil 2.4. FITS Ana Başlık Dosyası Örneği.....	7
Şekil 2.5. FITS Ana Başlık Dosyası Örneği.....	8
Şekil 2.6. Ana Başlık Dosyasına Yapılan ekler.....	9
Şekil 2.7. İkilik Tablo Başlık Dosyası Örneği.....	9
Şekil 3.1. IRAF Sistem Paket Programları.....	21
Şekil 3.2. NOAO Paketi Programları.....	22
Şekil 3.3 NOAO Digiphot Paketi	22
Şekil 3.4 NOAO Daophot Paketi.....	23
Şekil 4.1 Taranan Dosya Örneği.....	24
Şekil 4.2 Satüre Yıldız.....	26
Şekil 4.3 Sönük Yıldız.....	26
Şekil 4.4 Uygun Yıldız.....	27
Şekil 4.5 İki Yıldız.....	27
Şekil 4.6 Model Yıldız Görüntüsü.....	28
Şekil 4.7 Model Yıldız Görüntüsü.....	28
Şekil4.8 Nstar Görevinin Çıktıları.....	29
Şekil4.9 Substar Görevinin Çıktıları.....	30
Şekil 4.10 Substar ileYıldız Çıkarılmış Görüntü.....	31
Şekil 4.11 AllstarUygulaması.....	31
Şekil 5.1 Noktasal Bir Kaynağın Profili.....	35
Şekil 5.2 Hata- Parlaklık Grafiği.....	35
Şekil 5.3 Standart Sapma – Parlaklık Grafiği.....	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 5.1 Yıldızların Işık Eğrileri.....	37
Çizelge 5.2 Yıldızların Işık Eğrileri.....	38
Çizelge 5.3 Yıldızların Işık Eğrileri.....	39
Çizelge 5.4 Yıldızların Koordinat Tablosu.....	39

1. GİRİŞ

1970'li yılların sonlarında Hollanda'da ki WSRT (Westerbork Synthesis Radio Telescope) ve New Mexico'da ki Çok Büyük Düzenek (Very Large Array) isimli radyo teleskoplar gökyüzünün yüksek kalitede görüntülerini oluşturmaya başladılar. Zaman içerisinde daha büyük bir arşiv oluşturmak için veri transferi yapmak gerekti. Ancak iki farklı sistem üzerinden çalışan teleskoplar arasında veri transferi yaparken büyük zorluklarla karşılaşıldı. Bunun üzerine NASA ve Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) gibi kuruluşların da desteği ile verileri transfer etmek ve saklamak için ortak bir dosya sistemi oluşturulmasına karar verildi. Bunun sonucu olarak FITS (Flexible Image Transport System) ortaya çıktı. İlerleyen yıllarda daha da geliştirilen FITS, bugün tüm astronomi programları tarafından yazılıp-okunan, veri transferi ve veri depolama için standart olarak kullanılan bir dosya sistemi haline gelmiştir.

FITS dosyalarını okuyabilen ve üzerinde işlem yapabilen birçok program geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları Windows ortamında çalışabilen Maxim dl, FV, Munipack... Linux ortamında çalışan IRAF, Ds9... Gibi programlardır.

ROTSE projesinin amacı ise uzayda oluşan gama ışın patlamalarını (Gamma Ray Bursts) araştırmak ve 1973 yılında tesadüfen keşfedilen bu olay hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaktır. Proje kapsamında ayrıca x ışını yayılım olayları da incelenmektedir. Bu kapsamda Dünyada dört ayrı noktaya 45 cm. çapında robotik teleskoplar yerleştirilmiş olup, patlamaların 24 saat kesintisiz takibi sağlanmıştır. Bunlardan ROTSE IIIB teleskopu Los Alamos A.B.D, ROTSE IIIA teleskopu Coonabarabran Avustralya, ROTSE IIIC teleskopu Mt. Gamsberg Namibya ve ROTSE IIID teleskopu Bakırlitepe Antalya'da bulunmaktadır. Sistem tam otomatik olup istenilen anda Amerika veya diğer bir yerden çalıştırılabilmektedir.

Projeye TÜBİTAK dışında University of Michigan (A.B.D.), Los Alamos National Laboratory (A.B.D.), Lawrence Livermore National Laboratory (A.B.D.), New South Wales University (Avustralya), Max Planck Nükleer Fizik Enstitüsü (Almanya) ve Namibya'dan çeşitli üniversiteler katılmaktadır.

Bu tezde kullanılan veriler ROTSE IIID teleskopundan alınmıştır.

IRAF (Image Reduction Analysis Facility) programı astronomide veri analizi yapmak için N.O.A.O. (National Optical Astronomy Observatory) tarafından açık kaynak kodlu olarak yazılmış bir programdır. Program Unix temelli olup her tür astronomi verisinin analizini yapmayı mümkün kılmaktadır.

IRAF'ın orijinal dosya formatı OIF'tir (Original IRAF Format). OIF formatı da iki dosyadan oluşur: uzantısı “imh” olan bir header dosyası ve uzantısı “pix” olan bir ham veri (veya pixel) dosyası. Bugün IRAF genel FITS formatını da desteklemektedir ve işlemler doğrudan FITS uzantılı dosyalar üzerinde de yapılabilmektedir.

2. FITS DOSYA SİSTEMİ

2.1. FITS Dosya Sisteminin Genel Özellikleri

Bir FITS dosyası HDU'lerden (Header and Data Unit) oluşur. Header kelimesini başlık ve data unit kelimesini veri dosyası olarak çevirirsek FITS, başlık ve veri dosyalarından oluşur. Bunlar 2880* 8 bitlik sayısal kayıtlardır. Bu boyut 1 baytın katı olduğu için ve 1979 öncesinde satılan tüm bilgisayarlarda standart olduğu için seçilmiştir.

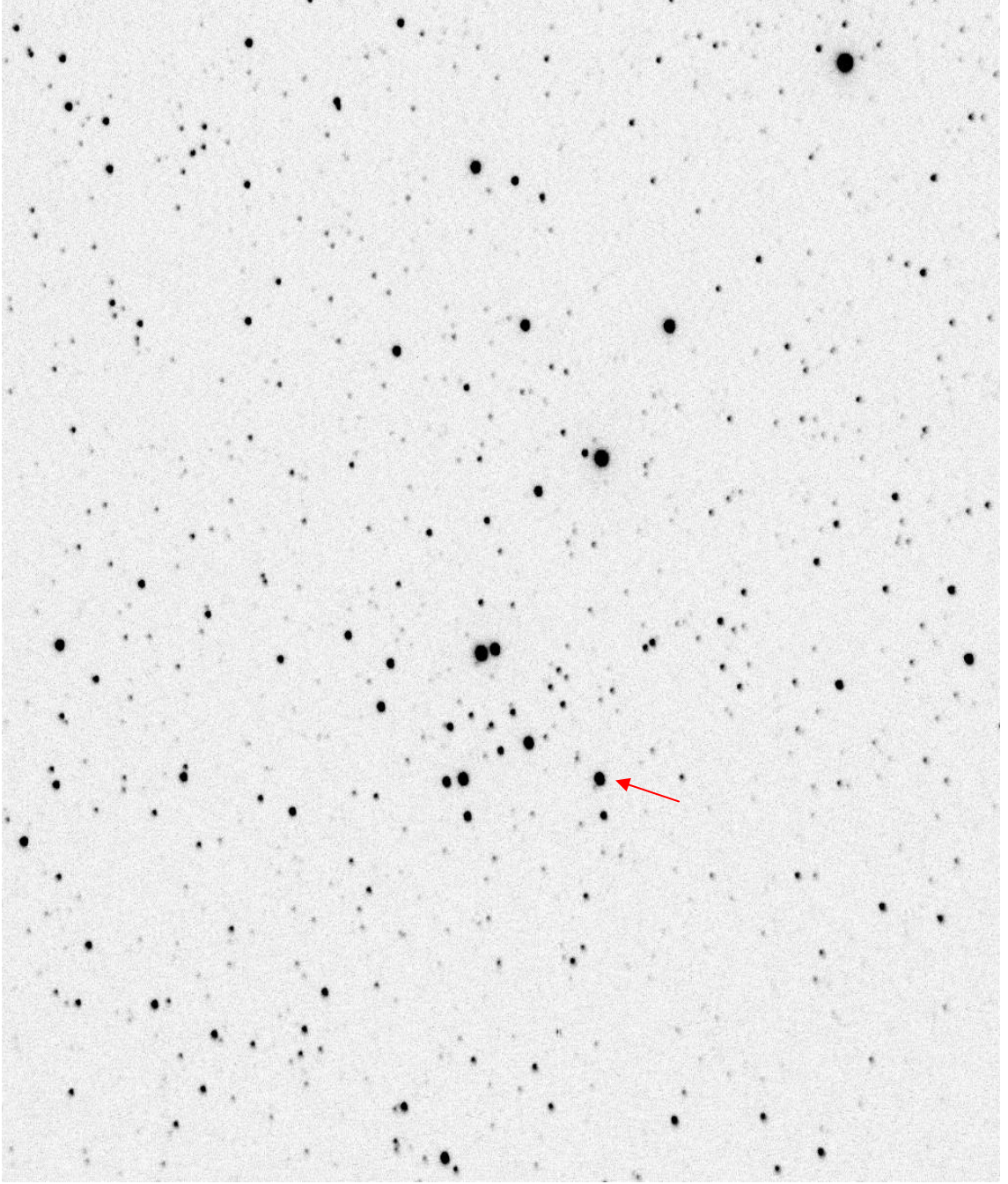
Başlıkta, dosya içindeki veriler hakkında birçok bilgi bulunur.(verilerin ne hakkında olduğu, FITS dosyasını kimin yazdığı, ölçümün alındığı gözlemevinin koordinatları, gözlem saatleri, eklenti dosyalarının olup olmadığı, ölçüm cihazları hakkında bilgiler vs.)

FITS dosyalarında;

- Primary HDU
- Extension HDUs (Eklentiler) bulunur.

Dosyadaki ilk başlığa Primary Header (ana başlık) denir. Bu başlık bütün dosya hakkında bilgiler içerir. Devamında eğer varsa yazılmak istenen veriler bulunur. Bundan sonra eklenti dosyalarına ait başlık dosyaları ve veri dosyaları gelir.

Günümüzde ana veri dizini kullanılmadan verilerin eklenti dosyalarında olması tercih edilir.



Şekil 2.1. Bir FITS dosyası görüntüsü. Okla işaretlenen yıldız HKV1 adlı değişen bir yıldızdır.



Şekil 2.2 Ölçümlerde kullanılan FITS dosyasının görüntüsü

2.2. Başlık Dosyaları (Headers):

Başlık, FITS dosyası hakkında verilmek istenen tüm bilgileri içerir. Bir FITS görüntüsünün ön indirgemelerinin yapılıp yapılmadığı görüntüden değil başlıktan öğrenilir. Görüntü üzerinde işlem yapan kişi başlığa hangi işlemleri yaptığını eklemelidir. Böylece bundan sonra o verileri kullananlar görüntü üzerinde ne tür işlemlerin yapıldığını anlayabilirler. Başlıkta card image olarak adlandırılan ifadeler bulunur. Bunlar;

Keyword = Aldığı değer / açıklama (comment)

Şeklinde. Örnek iki ana başlık dosyası (Primary Header) aşağıda verilmiştir. Şekil 2.3'de bir ana başlık dosyasını oluşturmak için gerekli minimum gerekli card image sayısı gösterilmiştir. Böyle bir dosyanın içi boştur ve veri barındırmaz. Dosya sadece FITS dosya sistemi yapısındadır ve program tarafından açılabilir. Şekil 2.4'de bazı zorunlu ve zorunlu olmayan anahtar kelimeler kullanılarak bir ana başlık dosyası oluşturulmuştur.

Ana başlık dosyası dışında eklentilerde de başlık dosyası bulunur ve eklenti hakkında bilgiler verir. Şekil 2.7'da örnek bir eklenti başlık dosyası gösterilmiştir.

Veri üzerinde farklı bir işlem yapılacaksa, başlık dosyalarına işlem yapan tarafından yeni bilgiler eklenebilir veya mevcut bilgiler (Maxim-dl, IRAF gibi programlar aracılığıyla) güncellenebilir. Şekil 2.5'te bir ana başlık dosyası ve Şekil 2.6'da eklenen kısım gösterilmiştir. Buna göre başlık dosyasına hava kütlesi, jülyen günü, yıldız zamanı, gözlemevi bilgisi, sağ açıklık ve dik açıklık bilgileri hesaplanıp girilmiştir.

```
SIMPLE =          T /  
BITPIX =          8 /  
NAXIS =          0 /  
END
```

Şekil 2.3. Bu ana başlık dosyası sadece FITS dosya sistemine uymakta olup herhangi bir veri içermemektedir. SIMPLE = T ifadesi bunu sağlamaktadır. NAXIS anahtar kelimesinin sıfır değerini alması ana veri dizininde hiç veri yok anlamına gelmektedir. Her başlık dosyasının sonunda END anahtar kelimesi bulunur ve dosyanın bittiği anlamı gelir. Bu anahtar kelime herhangi bir değer almaz.

```
SIMPLE =          T /  
BITPIX =         16 /  
NAXIS =          2 /  
NAXIS1 =         2045  
NAXIS2 =         2049  
DATE-OBS= '2005-04-04T19:22:33.17' / Date and time of start of OBS in GMT  
LOCTIME = '2005-04-04T22:22:33.17 EET' / Exposure local start time  
MJD      =    53464.807328450 / Julian Date - 2400000.5  
ALTITUDE=         2547.00 / Observatory altitude (meters)  
LATITUDE=         36.825001 / Observatory latitude (deg)  
LONGITUD=         30.333300 / Observatory longitude (deg)  
END
```

Şekil 2.4. Örnek bir FITS ana başlık dosyası. / işaretinden sonraki yazı dosyanın içinde de bulunabilir ve card image'in açıklamasıdır. Burada zorunlu olanlar dışında farklı anahtar kelimeler de kullanılmıştır.

```

SIMPLE      = T / Fits standard
BITPIX     = -32 / Bits per pixel
NAXIS      = 2 / Number of axes
NAXIS1     = 1024 / Axis length
NAXIS2     = 1024 / Axis length
EXTEND     = F / File may contain extensions
ORIGIN     = 'NOAO-IRAF FITS Image Kernel July 2003' / FITS file originator
DATE       = '2008-03-26T08:52:26' / Date FITS file was generated
IRAF-TLM   = '10:52:26 (26/03/2008)' / Time of last modification
OBJECT     = 'hkv1' / Name of the object observed
TELESCOP   = 'YT40 - MEADE LX200 GPS, 16"' /telescope used to acquire this
image
INSTRUME   = 'Apogee Alta' /instrument or camera used
OBSERVER   = 'ai'
DATE-OBS   = '2007-09-18T23:41:59' /YYYY-MM-DDThh:mm:ss observation
start, UT
EXPTIME    = 10.00 /Exposure time in seconds
EXPOSURE   = 10.00 /Exposure time in seconds
SET-TEMP   = -30.00 /CCD temperature setpoint in C
CCD-TEMP   = -29.897994750000002 /CCD temperature at start of exposure in
C
XPIXSZ     = 13.000000000000002 /Pixel Width in microns (after binning)
YPIXSZ     = 13.000000000000002 /Pixel Height in microns (after binning)
XBINNING   = 1 /Binning factor in width
YBINNING   = 1 /Binning factor in height
XORGSUBF   = 0 /Subframe X position in binned pixels
YORGSUBF   = 0 /Subframe Y position in binned pixels
FILTER     = 'R' / Filter used when taking image
IMAGETYP   = 'LIGHT' / Type of image
FOCALLEN   = 4064.0 /Focal length of telescope in mm
APTDIA     = 406.39999389648437 /Aperture diameter of telescope in mm
APTAREA    = 129717.11436235571 /Aperture area of telescope in mm^2
SWCREATE   = 'MaxIm DL Version 4.53' /Name of software that created the
image
SWOWNER    = 'Tuncay Ozisik' / Licensed owner of software
WCSDIM     = 2
LTM1_1     = 1.
LTM2_2     = 1.
WAT0_001   = 'system=physical'
WAT1_001   = 'wtype=linear'
WAT2_001   = 'wtype=linear'
ZEROCOR    = 'Mar 23 4:32 Zero level correction image is Superbias'
DARKCOR    = 'Mar 23 4:32 Dark count correction image is Bdark withscale=1.'
FLATCOR    = 'Mar 23 4:32 Flat field image is Superflat with scale=28401.57'
CCDSEC     = '[1:1024,1:1024]'
CCDMEAN    = 20.47935
CCDMEANT   = 890713971

```

Şekil 2.5. Şekil 2.1’de görülen FITS görüntüsünün başlık dosyası

```

CCDPROC = 'Mar 23 4:32 CCD processing done'
OBSETVAT = 'tug '
RA = 22.22694
DEC = 55.74111
EPOCH = 2000.
JD = 2454362.4875463
HJD = 2454362.49041214
LJD = 2454362.
OBSERVAT = 'tug '
ST = '21:30:40.81'
AIRMASS = 1.066203
UTMIDDLE = '2007-09-18T23:42:04.00'

```

. Şekil 2.6 Burada Şekil 2.4'te bulunan ana başlık dosyasına fotometri için hesaplanan ve eklenen bilgiler gösterilmiştir.

```

XTENSION= 'BINTABLE' T / BINARY TABLE EXTENSION
BITPIX = 8 / BYTES
NAXIS = 2 / A TABLE IS A 2D MATRIX
NAXIS1 = 4134 / BYTES PER ROW
NAXIS2 = 20 / NUMBER OF ROWS
PCOUNT = 0 / NO 'PARAMETERS'
GCOUNT = 1 / ONE TABLE
TFIELDS = 6 / 6 FIELDS PER ROW
EXTNAME = 'SPECTRUM' / SAMPLE OF BINARY TABLE WITH SPECTRUM
EXTVER = 2 / SECOND VERSION OF TABLE
TFORM1 = '1J' / FIELD 1 - 32 BIT INTEGER
TTYPE1 = 'SCAN' / SCAN NUMBER
TFORM2 = '20A' / FIELD 2 - 20 CHARACTER STRING
TTYPE2 = 'SOURCE' / SOURCE NAME
TFORM3 = '1D' / FIELD 3 - DOUBLE PREC FLOATING POINT
TTYPE3 = 'BASEFREQ' / REFERENCE CHANNEL
TUNIT3 = 'HZ' / FREQUENCIES IN HERTZ
TFORM4 = '1E' / FIELD 4 - SINGLE PREC FLOATING POINT
TTYPE4 = 'DELTAFREQ' / FREQUENCY INCREMENT
TUNIT4 = 'HZ' / FREQUENCIES IN HERTZ
TFORM5 = '1I' / FIELD 5 - 16 BIT INT
TTYPE5 = 'NCHAN' / NUMBER OF CHANNELS
TFORM6 = '1024E' / FIELD 6 1024 SNGL PREC FLT PT VALUES
TTYPE6 = 'SPECTRUM' / MEASURED SPECTRUM
TUNIT6 = 'JY' / JANSKYS
COMMENT FIELD 6 IS A VECTOR
END

```

Şekil 2.7. Bir binary tablo eklentisi. Eklenti dosyaları XTENTION anahtar kelimesi ile başlar. Burada SIMPLE anahtar kelimesini kullanmaya gerek yoktur. SIMPLE, sadece ana başlık dosyalarında kullanılır. Başlık dosyası yine dosyanın bittiğini gösteren END anahtar kelimesi ile bitmiştir. Bu anahtar kelime bütün başlık dosyalarında kullanılır.

2.3. Anahtar Kelimeler (Keywords) :

Başlık dosyalarında, dosyanın içeriği hakkında bilgi veren kelimelerdir. Bütün anahtar kelimeler büyük harfle yazılmak zorundadır. Yukarıdaki örnekte SIMPLE, NAXIS, BITPIX, MJD, END gibi büyük harfle yazılan kelimeler birer anahtar kelimedir. Karşısındaki ifade ise o anahtar kelimenin aldığı değerdir ve / işaretinden sonraki kısım ise, açıklamasıdır (comment). Yukarıda da anlatıldığı üzere 'keyword = aldığı değer' ifadesine card image denir. Anahtar kelimeler 8 karakterden uzun olamaz ve arasında boşluk bulunamaz. İki tip anahtar kelime vardır:

- Zorunlu anahtar kelimeler (Mandatory)
- İsteğe bağlı anahtar kelimeler (Reserved)

Zorunlu olanlar dosyayı oluşturmak için gereklidir. Bazı anahtar kelimeler bütün FITS başlık dosyalarında gereklidir. Zorunlu olmayanlar ise, herhangi bir başlık dosyasında gerekli değildirler. Sadece dosyayı hazırlayan kişi tarafından bilgi vermek amacı ile kullanılırlar.

Anahtar kelimelere değer atanırken '=' işareti kullanılır ve kesinlikle 9. kolonda bulunur. Aksi durumda 9–80. kolonlar arası açıklama olarak yorumlanır. COMMENT ve HISTORY anahtar kelimelerinde '=' işareti kullanılmaz. Eğer değer atanmayacaksa '=' işareti bulunmaz. Anahtar kelime, lojik, string, integer veya floating olabilir.

Aşağıda en çok kullanılan bazıları gösterilmiştir. Sırasıyla anahtar kelimenin adı, zorunlu olup olmadığı, hangi başlıkta kullanıldığı, aldığı değer, başlık dosyasında ki açıklaması ve tanımlaması yazılmıştır.

2.4 FITS Dosyalarında Kullanılan Bazı Anahtar Kelimeler:

Anahtar Kelime: (blank)

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: Yok

Açıklaması: 1, 8. kolonlar arası ASCII blankten (boşluk) oluşur. Bu anahtar kelimeye bir değer atanmaz. 9, 80. kolonlar arasında bir yazı bulunabilir. Başlık sayfasında herhangi bir sayıda kullanılabilir.

Anahtar Kelime: AUTHOR

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlaması: Verileri derleyen kişinin adı yazılır.

Açıklaması: Değer alanı string karakterlerden oluşur. Başlık dosyasındaki verileri kimin derlediğini bildirir. Bu anahtar kelime, kullanılan veriler bir yayından veya birkaç farklı kaynaktan alındığında kullanılır.

Anahtar Kelime: BITPIX

Durum: Zorunlu

HDU: Herhangi

Aldığı değer: Integer

Alabileceği değer aralığı: -64, -32, 8, 16, 32

Tanımlama: BIts per PIXel'in kısaltmasıdır.

Açıklaması: Değer alanı integer içerir. Veri yapılarının hesabında mutlak değeri kullanılır. Görüntüde piksel başına kaç bitlik veri geleceğini açıklar.

Anahtar Kelime: BSCALE

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Görüntü

Aldığı değer: Reel

Tanımlama: Ölçeklendirme katsayısı

Açıklaması: Bu anahtar kelime BZERO anahtar kelimesi ile beraber kullanılabilir. Verilerin piksel değerleri gerçek fiziksel değerlere karşılık gelmiyorsa, ana veri dizininde ki değerleri gerçek fiziksel değerlere dönüştürmek için

Fiziksel değer= $BZERO+BSCALE*Diğer\ değeri$ denklemleri ile kullanılır.

Anahtar Kelime: BUNIT

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Görüntü

Aldığı değer: String

Tanımlama: Veri dizilerinin fiziksel değeri.

Açıklaması: Veri alanı string karakter içerebilir. Dizideki verilerin hangi birim sisteminde olduğunu söyler.

Anahtar Kelime: BZERO

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Görüntü

Aldığı değer: Reel

Tanımlama: Ölçeklendirmenin sıfır sabiti

Açıklaması: BSCALE anahtar kelimesi ile ***fiziksel değer= $BZERO+BSCALE*Diğer\ değeri$*** denkleminde kullanılır. Verilerin piksel değerleri gerçek fiziksel değerlere karşılık gelmiyorsa, ana veri dizininde ki değerleri gerçek fiziksel değerlere dönüştürmek için kullanılır. Değer alanı floating olmalıdır.

Anahtar Kelime: COMMENT

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: Yok

Tanımlama: Yorum

Açıklaması: Bu anahtar kelimenin aldığı herhangi bir değer yoktur. 9, 80. kolonlar arasında ASCII text formatında yazı yazılabilir. Bir başlık dosyasında istenilen sayıda kullanılabilir. Sadece mevcut veri dosyası ile ilgili yorumları yazmak veya fazladan bilgi vermek için kullanılır.

Anahtar Kelime: DATAMAX

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Görüntü

Aldığı değer: Reel

Tanımlama: En yüksek veri değeri

Açıklaması: Aldığı değer float olmalıdır. Bu rakam dizide ki maksimum geçerli fiziksel değeri verir.

Anahtar Kelime: DATAMIN

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Görüntü

Aldığı değer: Reel

Tanımlama: En düşük veri değeri

Açıklaması: Aldığı değer float olmalıdır. Bu rakam dizide ki minimum geçerli fiziksel değeri verir.

Anahtar Kelime: DATE

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlama: Dosyanın oluşturulma tarihi.

Açıklaması: HDU'nun oluşturulduğu tarih belirtilir. 1900 ile 1999 arası tarihler eski format olan yy/mm/dd şeklindedir. Yeni formatta yyyy-mm-dd şeklinde yazılır.

Anahtar Kelime: DATE-OBS

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlama: Gözlemin yapıldığı gün

Açıklaması: Gözlemin yapıldığı gün belirtilir. 1900 ile 1999 arası tarihler eski format olan yy/mm/dd şeklindedir. Yeni formatta yyyy-mm-dd şeklinde yazılır.

Anahtar Kelime: END

Durum: Zorunlu

HDU: Hepsi

Aldığı değer: Yok

Tanımlama: Dosyanın bittiğini gösterir.

Açıklaması: Bu anahtar kelimenin aldığı herhangi bir değer yoktur. 9, 80. kolonlar arası ASCII boşluk olabilir. Dosyanın bittiğini gösterir. Her başlık dosyasının sonunda mutlaka bulunmalıdır.

Anahtar Kelime: EXTEND

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Ana Başlık

Aldığı değer: Lojik

Tanımlama: Dosyada eklentiler olabilir.

Açıklaması: Eğer FITS dosyası eklentiler içeriyorsa, EXTEND, bir card image olarak t değeri ile beraber kullanılır. EXTEND anahtar kelimesi ve t değeri ana başlık dosyasında NAXISn anahtar kelimesinden hemen sonra bulunmalıdır. Eğer NAXIS'in bulunduğu card image 0 ise, NAXISn bulunmayacağından hemen NAXIS anahtar kelimesinden sonra gelir. Bu anahtar kelimenin varlığı dosyada mutlaka eklenti olacağı anlamına gelmez.

Anahtar Kelime: EXTNAME

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Eklentiler

Aldığı değer: String

Tanımlama: Eklentinin adı

Açıklaması: Değer alanı string karakter içermelidir. Aynı formattaki farklı eklentileri ayırt etmek için kullanılır. Ana başlık dosyasında kullanılmaz.

Anahtar Kelime: EXTVER

Status: İsteğe bağlı

HDU: Eklentiler

Aldığı değer: Integer

Tanımlama: Eklentinin sürümü

Açıklaması: Değer alanı integer olmalıdır. FITS dosyasında ki aynı isim ve tipteki dosyaları ayırt etmek için kullanılır. Eğer anahtar kelime yoksa dosyanın aldığı değer 1 olarak okunur. Bu anahtar kelime ana başlık dosyasında kullanılmaz.

Anahtar Kelime: HISTORY

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: Yok

Tanımlama: Verilerin işleniş prosedürü

Açıklaması: Bu anahtar kelimenin aldığı herhangi bir değer yoktur. 9,80, kolonlar arası ASCII text olabilir. Bu text dosya yaratılır veya derlenirken yapılan aşamalarla ilgili bilgiler içerecek şekilde hazırlanır. Başlık dosyasında istenilen miktarda bulunabilir.

Anahtar Kelime: INSTRUME

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlama: Kullanılan cihazın adı

Açıklaması: Değer alanı string karakter içermelidir. Verilerin alındığı cihazın adı yazılır.

Anahtar Kelime: NAXIS

Durum: Zorunlu

HDU: Herhangi

Aldığı Değer: Integer

Alabileceği değer aralığı: 0–999

Tanımlama: Veri eksenlerinin sayısı

Açıklaması: Değer alanı negatif olmayan integer içerir. Sıfır değerini alması ana veri dizininde hiç veri yok anlamına gelir.

Anahtar Kelime: OBJECT

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı Değer: String

Tanımlama: Gözlenen nesnenin adı

Açıklaması: Değer alanı string karakter içermelidir. Gözlemi yapılan gökcisminin adı yazılır.

Anahtar Kelime: NAXISn

Durum: Zorunlu

HDU: Herhangi

Aldığı değer: Integer

Tanımlama: Veri ekseninin boyutu

Açıklaması: Değer alanı negatif olmayan integer içerir. n ekseninin kaç sıradan oluştuğunu bildirir. NAXISn kaç değer alıyorsa, n o kadar değer almalıdır (n=1...). Sıfır değerini alabilir. Bu durumda ana veri dizininde hiç veri yok anlamına gelir. Eğer NAXIS anahtar kelimesi sıfır ise bu anahtar kelime bulunmaz.

Anahtar Kelime: OBSERVER

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlama: Verileri elde edenin adı.

Açıklaması: Veri alanı string karakter içermelidir. Verileri elde eden gözlemcinin adı yazılır.

Anahtar Kelime: ORIGIN

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlama: Verilerin alındığı kurum

Açıklaması: Veri alanı string karakter içermelidir. Gözlemin yapıldığı kurum veya enstitünün adı yazılır.

Anahtar Kelime: REFERENC

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlama: Referans

Açıklaması: Değer alanı string karakter olabilir. İlgili verilerin alındığı yayının kaynak gösterilmesi için kullanılabilir.

Anahtar Kelime: SIMPLE

Durum: Zorunlu

HDU: Ana başlık

Aldığı değer: Lojik

Tanımlama: Dosya FITS standardına uyuyor mu?

Açıklaması: Bütün FITS dosyalarında ana başlık dosyasında ki ilk anahtar kelime olmak zorundadır. Değer alanı lojik değer olabilir. T olması durumu dosyanın FITS dosya türüne karşılık geldiği anlamına gelir. Eklenti dosyalarında kullanılmaz.

Anahtar Kelime: TBCOLN

Durum: Zorunlu

HDU: ASCII Tablo

Aldığı değer: Integer

Tanımlama: Kolon başlangıç numarası

Açıklaması: Aldığı değer integer olmalıdır. ASCII tablosunun başladığı kolon numarasını verir.

Anahtar Kelime: TELESCOP

Durum: İsteğe bağlı

HDU: Herhangi

Aldığı değer: String

Tanımlama: Ölçüm alınan teleskopun türü

Açıklaması: değer alanına ölçüm sırasında veri almak için kullanılan teleskopun adı yazılır.

Anahtar Kelime: TFIELDS

Durum: Zorunlu

HDU: Tablo

Aldığı değer: Integer

Alabileceği değer aralığı: 0–999

Tanımlama: Tablodaki kolon sayısı.

Açıklaması: Değer alanı negatif olmayan integer olabilir. Bir tablo eklentisindeki her satırın kaç alandan oluştuğunu belirtir. Maksimum 999 olabilir.

Anahtar Kelime: XTENSION

Durum: Zorunlu

HDU: Eklenti

Aldığı değer: String

Tanımlama: Yeni bir HDU'nun başladığını belirtir.

Açıklaması: Değer alanı eklentinin adını içeren string karakterlerden olmalıdır. Eklentilerin başlık dosyalarında zorunlu bir anahtar kelimedir ve ana başlık dosyasında kullanılmamalıdır. Yeni bir HDU'nun başladığını gösterir.

3. IRAF (Image Reduction Analysis Facility)

3.1. IRAF ile İlgili Genel Bilgiler

IRAF, Unix ortamında çalışabilen ve her tür astronomi verisinin işlenmesi ve indirilmesi için hazırlanmış, açık kaynak kodlu ve GPL lisanslı, ücretsiz bir yazılımdır. IRAF'ın kendi programlama dili (CL) olmasına rağmen, FORTRAN ve C dili ile geliştirilmiş programlar da IRAF'ta çalıştırılabilir.

IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) National Optical Astronomy Observatories (Tucson, A.B.D.) tarafından geliştirilen bir veri indirme ve analiz sistemidir. IRAF'ın, çok çeşitli cihazları destekleyen bir grafik sistemi vardır ve görüntüleme araçları olarak XIMTOOL (Sunview) ve SAOImage'i (X-Windows) destekler. IRAF, network ortamında da kullanılabilir.

Diğer sistemler STSDAS (Space Telescope Science Institute), ROS (ROSAT X-ray Observatory) ve IUE veri indirme ve analizi sistemi, IRAF temel alınarak geliştirilmiştir ve böylece IRAF ile kızıltı ötesi verilerden X-ışın verilerine kadar tüm veri çeşitleri üzerinde işlem yapılabilir.

IRAF'ın adı ilk olarak 1981 yılında telaffuz edilmeye başlandı ve bugün IRAF, içinde yüzlerce uygulamayı barındıran ve çok çeşitli işletim sistemi platformlarında çalışabilen bir sistemdir. Gerek ABD'de gerek diğer ülkelerde pek çok kurum, proje ve kişi bu yirmi yedi yıllık süre içerisinde IRAF için yazılım geliştirmiştir.

Günümüzde yarım düzine kadar büyük grubun yanı sıra, IRAF için yazılım geliştiren küçük gruplar ve kişiler vardır. Bunların çalışmaları ve IRAF'ın bilimsel açıdan gelişimi IRAF User's Committee isimli bir komite tarafından izlenir ve yönlendirilir. IRAF'ın ömrünü uzatabilmek için bilgisayar dünyasındaki her gelişme sisteme yansıtılmaya çalışılmaktadır ve böylece IRAF sürekli gelişmektedir.

IRAF'ın programlama dili olan CL (Command Language), IRAF'ı oluşturan sistem ve uygulama programlarını belli bir hiyerarşi içerisinde düzenler. Sistem ve uygulama programlarının her birine task (belirli bir işi yapan program), benzer işleri yapan programların oluşturduğu programlar grubuna da paket (*package*) adı verilmiştir. Bundan sonraki bölümlerde bu iki terim yerine görev ve paket kelimeleri kullanılacaktır.

IRAF'ta programlar genellikle yaptıklarını çağrıştıran kelimelerle isimlendirilir. Örneğin FITS formatındaki verileri okuma görev RFITS (ReadFITS), görüntüler ile

ilgili görevlerin (HEDIT, IMARITH, IMDELETE v.b) toplandığı paket program IMAGES adını alır.

Görevler ve paketler, IRAF komut satırından yüklenir ve bir paket program bir ya da birden fazla iç içe alt programdan oluşur. Bu hiyerarşik yapı, ana dizin-alt dizin (*directory-subdirectory*) yapısının benzeridir; bazı programları çalıştırmak için belli bir yol (*path*) izleyerek onların bulunduğu yere gidilmesi gerekirken, bazı programlar ise her yerden çalıştırılabilir.

Yirmi yedi yıldan beri geliştirilmekte olan ve kodu milyon mertebesinde satırı bulan bir sistemi tamamıyla öğrenmek mümkün değildir ve buna gerek de yoktur. Bugün bilim adamları, IRAF'ın sadece yaptıkları çalışmaya hizmet edecek bölümünü öğrenerek onu kullanmaktadırlar. N.O.A.O. web sitesinde bulunan onlarca dokümandan ve IRAF ekibinin elemanları ile yapılan bire bir görüşmelerden (e-posta ve forum sayfası ile) yardım alınabilmektedir.

3.2. IRAF Paket Programları ve Görevleri

IRAF sistemi iki büyük paket program grubundan oluşmuştur: sistem paket programları ile veri indirgeme ve analiz etme paket programları. Çeşitli dokümanlarda birinci grup IRAF Paket Programları (IRAF packages), ikinci grup da NOAO Paket Programları (NOAO packages) olarak geçer. Kolaylık sağlaması için bundan sonra bu terimler kullanılacaktır.

IRAF paket programları IRAF'ın çekirdeğini (*core*) oluşturur. NOAO paket programları ise optik astronomi verileri üzerinde fotometri ve spektroskopi amaçlı indirgeme ve analiz işlemlerini yapan programlar grubudur. Her iki gruptaki programlar ve yaptıkları iş sırası ile Şekil 3.1 ve Şekil 3.2.'de yer almaktadır. Bunun dışında değişik işlemler için bu iki paketin altında pek çok paket ve görev bulunmaktadır. Bu paketlerle ilgili iki örnek Şekil 3.3 ve 3.4'te gösterilmiştir.

• dataio	data formatını dönüştürme (RFITS vb.)
• dbms	data tabanı yönetimi (geliştirilme aşamasında)
• images	genel görüntü işleme
• language	IRAF komut dili
• lists	liste işleme
• nlocal	çeşitli kurumların kendi amaçları için geliştirdiği görevler
• obsolete	eski IRAF sürümlerinde geçerli olan görevler
• plot	grafik ve çizim
• proto	yeni geliştirilen görevler
• softtools	yazılım araçları (programlama ve sistem bakım)
• tv	görüntülerin yüklenmesi ve kontrolü
• system	sistem hizmet programları (dosya işlemleri vb.)
• utilities	çeşitli hizmetler
• imcnv	farklı formatları IRAF görüntü formatına dönüştüren ve tersi işlemleri yapan görevleri

Şekil 3.1 IRAF sistem paket programları

•	artdata	Yapay data üretimi
•	astrometry	Astrometri
•	astutil	Astronomi ile ilgili çeşitli işlemler
•	digiphot	Dijital fotometri
•	focas	Sönük görüntü sınıflandırma ve analizi
•	imred	Görüntü indirgeme
•	mtlocal	Özel NOAO format teypleri için giriş/çıkış işlemleri
•	nproto	Prototip işlemleri
•	observatory	Gözlemevi ile ilgili parametreleri inceleme ve tanımlama
•	onedspec	Tek boyutlu spektrum indirgeme ve analizi
•	rv	Radyal hız analizi
•	twospec	İki boyutlu spektrum indirgeme ve analizi
•	surfphot	Galaksi izofot analizi

Şekil 3.2. NOAO paketi programları

noao.digiphot:		
•	apphot	Açıklık Fotometrisi Paketi
•	daophot	Kalabalık Alan Fotometri Paketi
•	photcal	Fotometrik Düzeltme Paketi
•	ptools	Fotometri Araçları

Şekil 3.3 NOAO Paketi altındaki digiphot paketi

noao.digiphot.daophot:

- addstar Psf ile görüntüye sanal yıldızlar ekleme
- allstar Psf'yi gruplayıp tüm görüntüye fit etme
- centerpars Merkezleme parametreleri
- daofind Yıldız bulma görevi
- daopars Daophot algoritması parametre seti
- daotest Daophot test programı
- datapars Daophot algoritması parametre seti
- fitskypars Gökyüzü fit algoritmaları
- group Yıldız gruplandırma
- nstar Psf fitini grup yıldızlara uygulama
- peak Tek yıldıza psf uygulama
- phot Fotometri görevi
- photpars Fotometri parametreleri
- psf Nokta dağılım fonksiyonu
- seepsf Nokta dağılım fonksiyonu hesaplama
- substar Fit edilen yıldızları görüntüden çıkarma
- pconvert Text veritabanını tabloya dönüştürme
- pdump Ekrana yazdırma görevi
- grpselect Yıldızları gruplandırma
- pexamine Veritabanının inceleme
- prenumber Yıldızları yeniden numaralandırma
- pselect Bir listeden kayıt alma

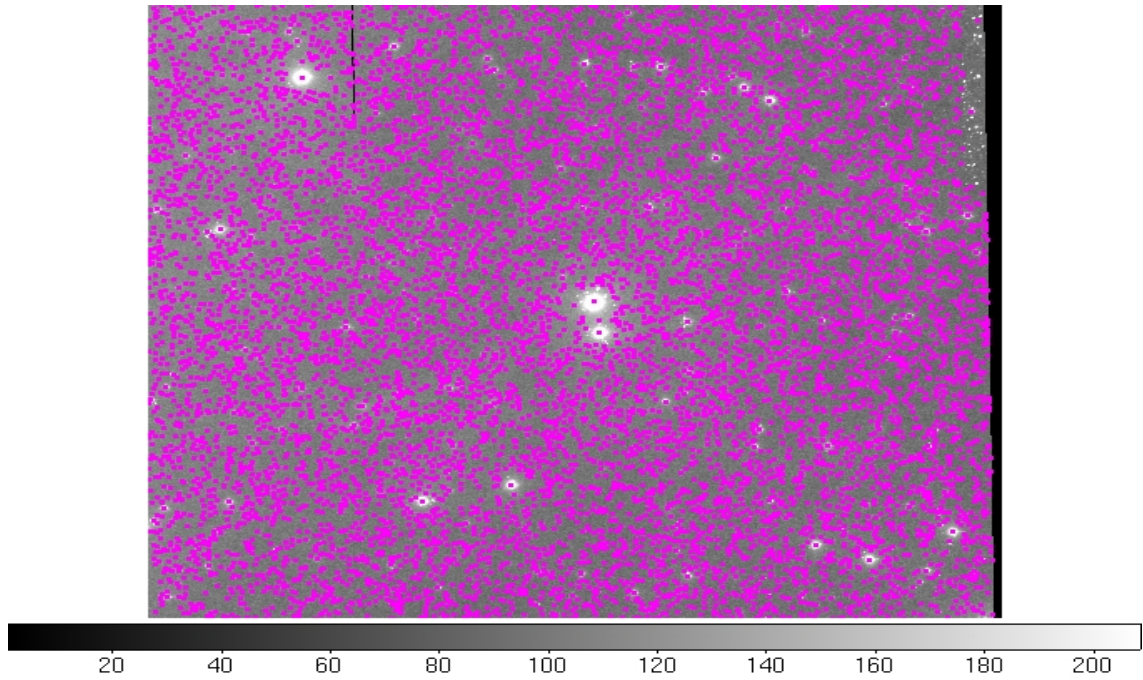
Şekil 3.4 NOAO paketi altındaki daophot paketi

4. PSF FONKSİYONU YARDIMIYLA FOTOMETRİK ÇALIŞMA (Kalabalık Alan Fotometrisi)

4.1. PSF Komutunun Kullanılması

Küresel kümeler veya açık yıldız kümeleri gibi yıldız sayısının fazla olduğu alanlarda fotometrik çalışma, normal açıklık fotometrisi ile kabul edilebilir sonuçlara ulaşılmaz. Bunun yerine gausiyan yapısında olan Noktasal Dağılım Fonksiyonu (PSF)'in kullanılarak yıldızların parlaklıklarının belirlenmesi daha iyi bir yöntem olarak karşımıza çıkarmaktadır.

Öncelikle allign yapılmış (hizalanmış) görüntülerin sextractor programı çalıştırarak taranması ve programın görüntüdeki tüm yıldızları bulması sağlandı. Sextractor, tümüyle bu iş için yapılmış bir programdır. Sextractor, görüntüyü piksel piksel tarayarak yıldızların merkezlerini işaretledikten sonra bize image.cat uzantılı bir dosya verir. Bu dosya içinde görüntü içindeki tüm yıldızların piksel koordinatları ve yaklaşık parlaklıkları bulunmaktadır. Yani yıldızların görüntü üzerinde nerede olduklarını bulunur.



Şekil 4.1. Sextractor tarafından taranan görüntülerden birinin IRAF'ta tvmark görevi ile işaretlenmiş gösterimi. Burada yıldız bulma programının bütün yıldızları tespit etmesi beklenmemektedir. Ancak %95'in üzerinde bir tespit başarılı sayılır.

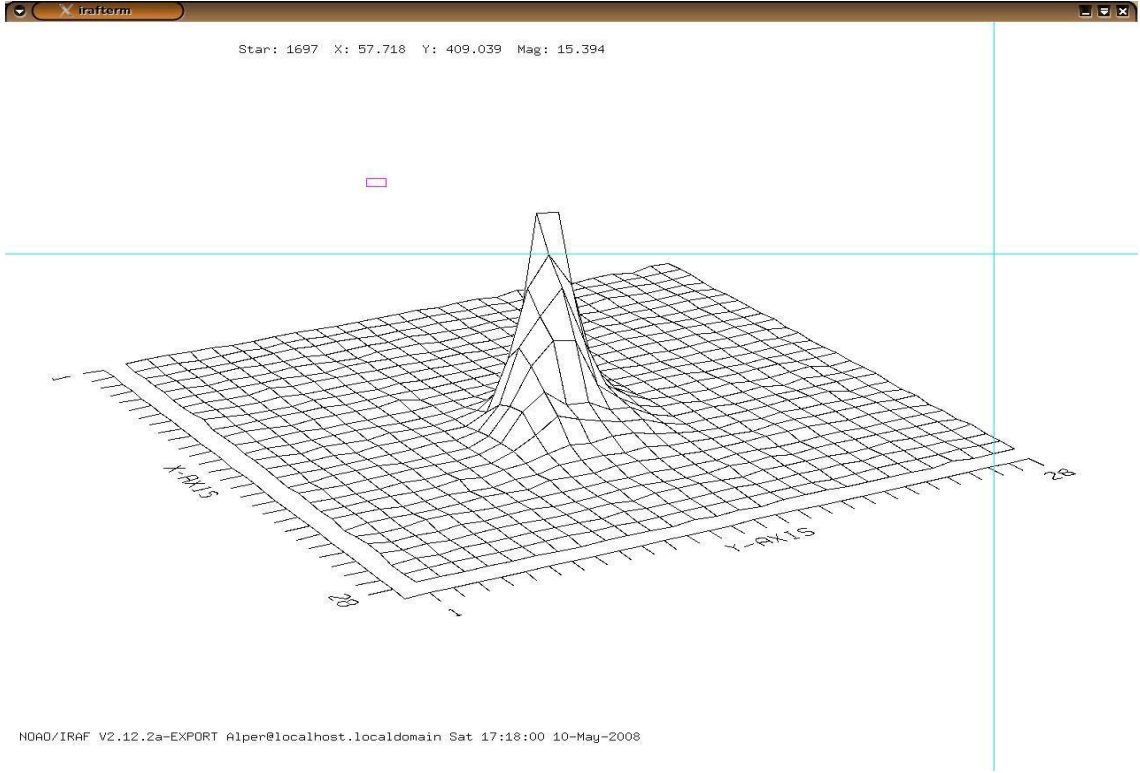
Bundan sonra phot görevi ile görüntülerin tamamı üzerinde fotometri yapılarak işaretli yıldızların parlaklıkları hesaplandı. Bu noktada görüntü çok yoğun olmasa elde ettiğimiz ölçümleri kullanabilirdik. Ancak alanın çok sayıda yıldız içermesi dolayısıyla yıldızların birbirine çok yakın olması, yıldızların birbirlerinin parlaklığına etki yapmasına neden olur. Bu durumda parlaklıklar tam olarak doğru ölçülemez.

Phot görevinin 70 görüntüde yaklaşık 7000 yıldız için ölçüm yapması Intel Pentium Dual Core 3.00 Ghz ve 1Gb Ram'i olan bir bilgisayarda yaklaşık 60 dakika sürer. Bunun sonunda elimizde parlaklıkların ve piksel koordinatların olduğu image.mag uzantılı dosyalar olur.

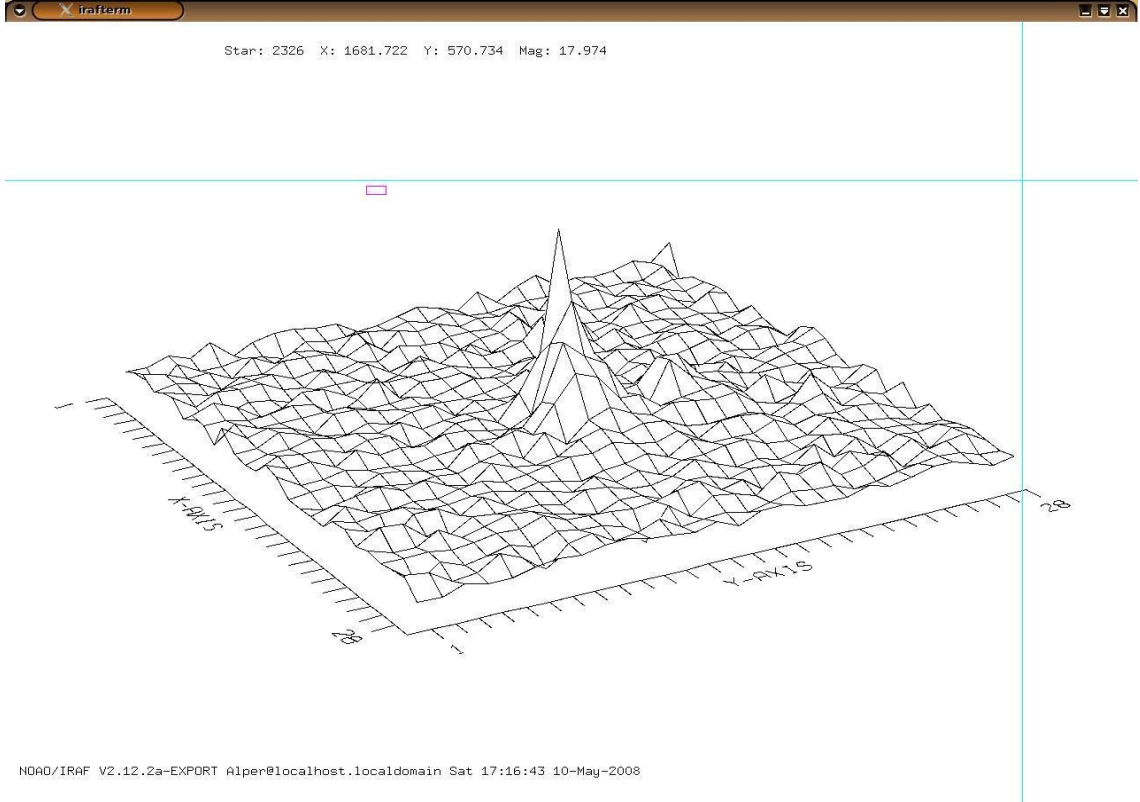
Bu dosyalar bize psf (nokta dağılım fonksiyonu) fiti yaparken gerekecektir. Bu aşamadan sonra sıra psf fiti yapmaya gelir. (Modellenecek yıldız için örnek yıldız seçme işlemidir). Yıldızların birbirlerine ve göğe olan katkılarını daha iyi hesaplayabilmek için görüntü üzerinde mümkün olduğunca diğer yıldızlardan uzak ve satüre olmamış 4–5 yıldız belirlenir ve bunların radyal profili çizilir. Bu yıldızları doğru olarak belirlemek oldukça zor bir iştir. Aşağıda görüntü üzerinde belirlenen, doğru ve hatalı psf yıldız örnekleri ile psf sonucu yapay olarak oluşturulmuş yıldız resimleri görülmektedir.

Seçim için grafikteki yıldız profilinin üst kısmının düz yapılı olması, satürasyonun bir belirteci olabilir. Tepe noktası noktasal bir yapıya sahip olmalıdır. Yıldızla ilişkin sayım değerleri arka fon gürültü değerinden yüksek olmalıdır. En iyi durum pik değerinden sonra gelen kısmın düzgün yapıda olmasıdır, bu ise arka fon sayım değerlerine ve sinyal/gürültü değerlerine bağlıdır. Bazı yıldızlar için düzgün bir yapı görülemeyebilir, bu durumda pik kısmının gürültüden kolaylıkla ayrılabilir olmasına dikkat edilmesi yararlı olacaktır.

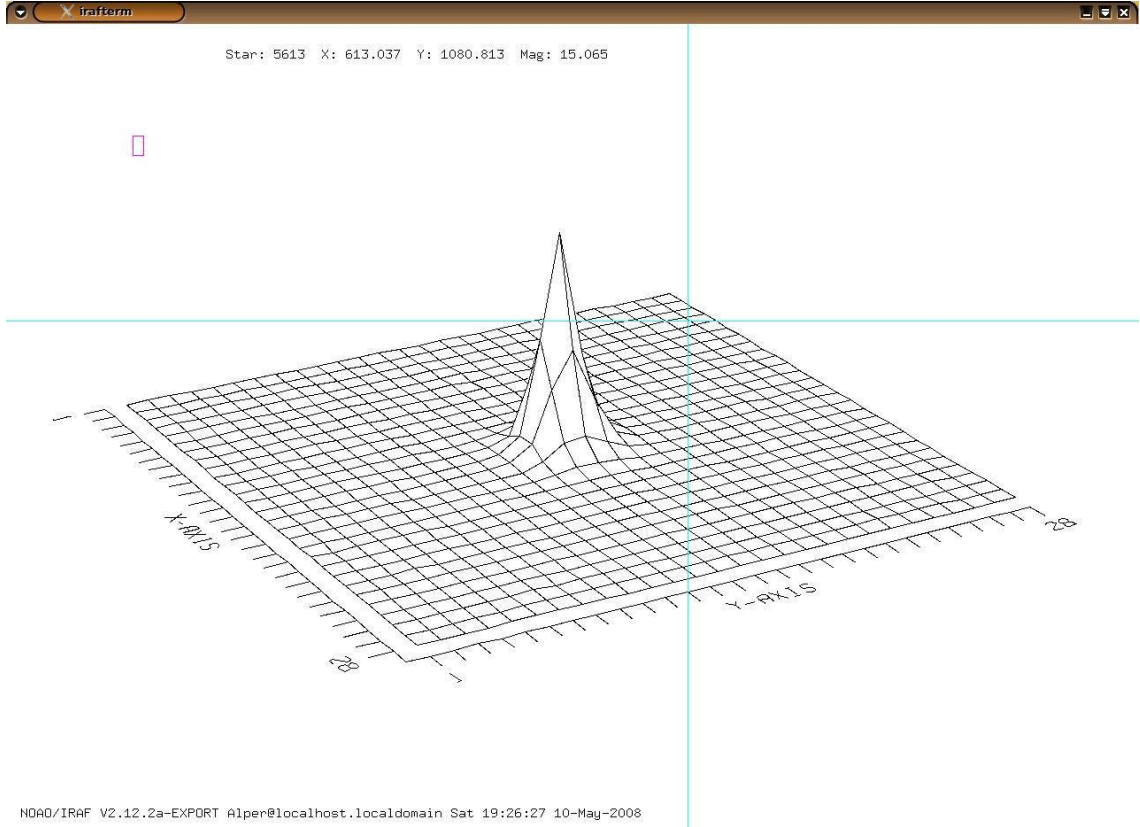
PSF yıldızları seçildi. Görüntü boyunca büyük boyutlu değişimler olmadığı sürece bunun için iki, üç veya dört yıldız yeterli olacaktır. Şayet bu durumla karşılaşırsa 12 adet yıldızın yararlı olacağı belirtmektedir [1]. Bu nedenle komşuluğunda yıldız bulunmayan ve iyi profile sahip seçebileceğiniz kadar yıldız seçmek faydalı olacaktır. Bir yıldız kümesinde bu işlem görüldüğünden çok daha güç olacaktır. Bu nedenle mümkün olduğu kadar iyi yıldızların seçiminin yapılması durumunda iyi bir psf fit'i gerçekleştirilmesi mümkündür.



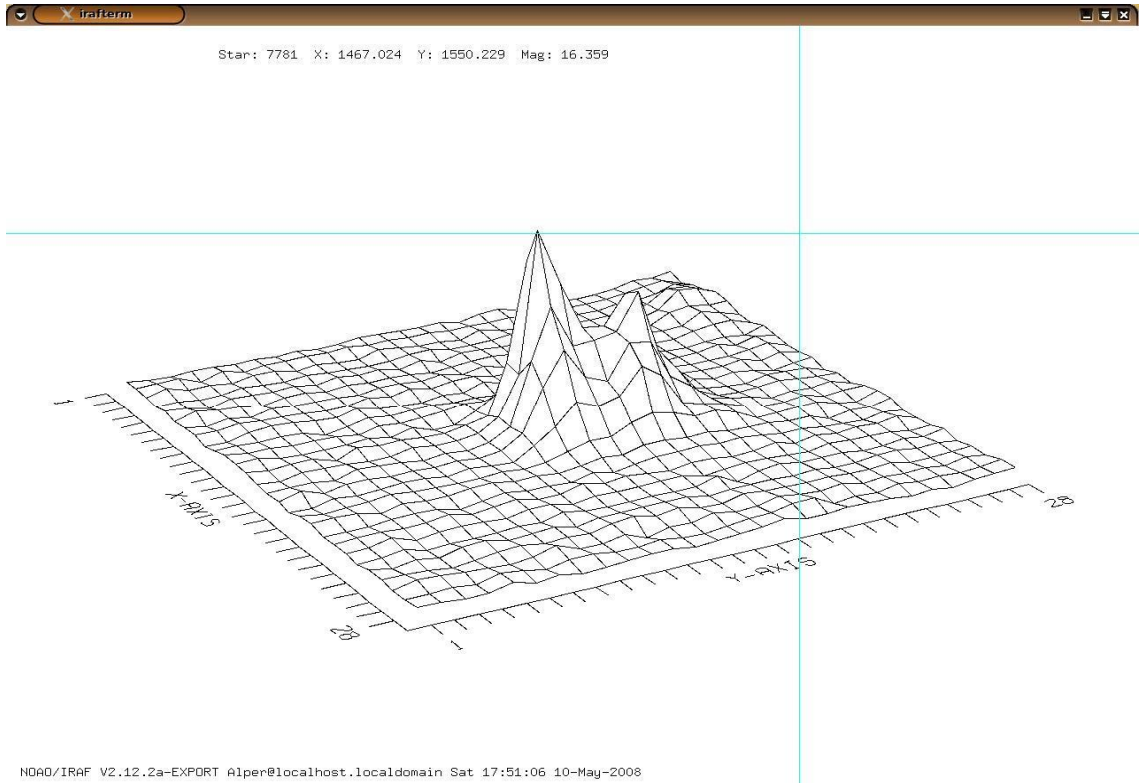
Şekil 4.2. Psf için seçilen ancak satüre olmuş bir yıldız. Üstte yıldızın program tarafından taranırken verilmiş numarası, piksel koordinatları ve parlaklığı görülmektedir.



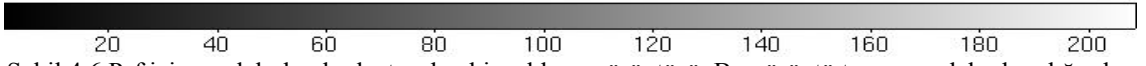
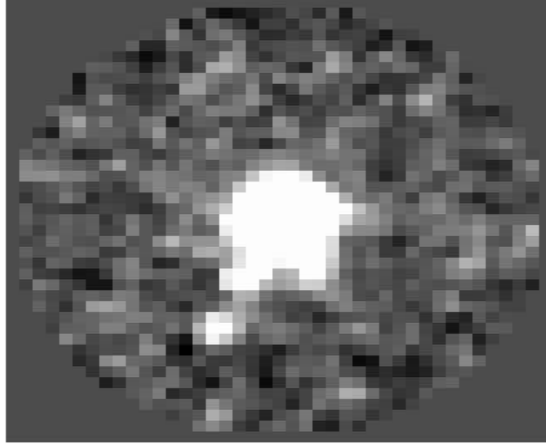
4.3. Bu yıldız ise satüre olmamasına rağmen çok sönük olduğu için gök değerinden ayırt edilememektedir.



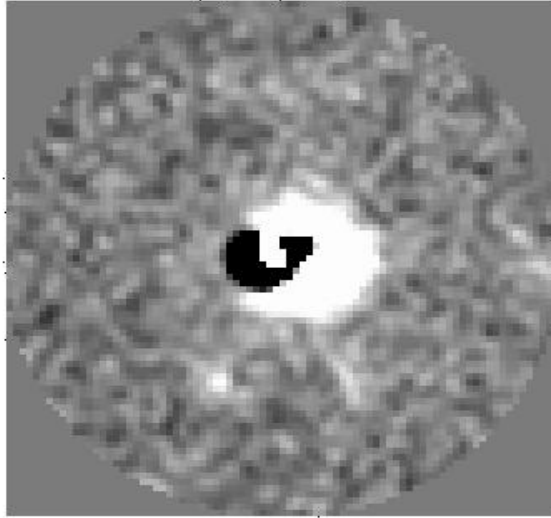
Şekil 4.4. Psf için uygun bir yıldız.



Şekil 4.5 Görüntüde bu iki yıldız tek bir yıldız gibi görünmelerine rağmen profilleri çizildiğinde iki o noktada iki yıldız olduğu görülmektedir.



Şekil 4.6 Psf için model olarak oluşturulan bir yıldız görüntüsü. Bu görüntü tam yuvarlak olmadığından çok iyi bir örnek teşkil etmemektedir. Yıldız etrafındaki parlak olmayan mozaik bölge gök için yapılan fiti göstermektedir.



Şekil 4.7 Bir başka psf model yıldız görüntüsü

4.2 Nstar görevinin çalışması

Model yıldız oluşturulduktan sonra sıra elde edilen modelin seçilen psf yıldızlarına uygulanarak, bu yıldızların görüntüden çıkarılması gelir. Böylece elde edilen model önce psf yıldızlarına uygulanarak denenir. Eğer psf yıldızları görüntüden geride hiç artık kalmayacak şekilde çıkarsa uygulanan model başarılı olmuştur ve bütün görüntüye uygulanabilir.

Bunun için önce nstar görevi çalıştırılır. Bu görev psf modeli seçilen yıldızlara uygular ve eğer seçilen yıldızların komşuluğunda (belirlenen yarıçap içinde) başka bir yıldız varsa göğe ve yıldızların birbirlerine olan katkısı için ayrı bir fit uygulayarak bu yıldızları aynı grup içine alır. Şekil 4.8 nstar görevinin çalışmasını göstermektedir.

```
Image corresponding to photometry (050518_un02258+3918_3d002_c.fit):
Input group file (image.grp.?) (050518_un02258+3918_3d002_c.fit.psg.1):
PSF image (default: image.psf.?) (default):
Output photometry file (default: image.nst.?) (default):
Output rejections file (default: image.nrj.?) (default):

Recenter the stars (yes):
  Recenter the stars: yes
Refit the sky (no): yes
  Refit the sky: yes
Psf radius in scale units (11.):
  New psf radius: 11. scale units 11. pixels
Fitting radius in scale units (4.):
  New fitting radius: 4. scale units 4. pixels
Maximum group size in number of stars (60):
  New maximum group size: 60 stars
Minimum good data value (INDEF) (CR or value):
  New minimum good data value: INDEF counts
Maximum good data value (30000.) (CR or value):
  New maximum good data value: 30000. counts
Group: 1 contains 2 stars
  ID: 3207 XCEN: 1341.12 YCEN: 635.14 MAG: 15.49
  ID: 3194 XCEN: 1341.21 YCEN: 648.77 MAG: 20.57
Group: 2 contains 3 stars
  ID: 5967 XCEN: 1432.92 YCEN: 1166.14 MAG: 16.79
  ID: 5815 XCEN: 1426.16 YCEN: 1148.90 MAG: 20.55
  ID: 5988 XCEN: 1419.24 YCEN: 1179.06 MAG: 20.04
Group: 3 contains 3 stars
  ID: 1276 XCEN: 1408.99 YCEN: 244.85 MAG: 15.46
  ID: 1258 XCEN: 1402.62 YCEN: 262.78 MAG: 19.87
  ID: 1280 XCEN: 1405.55 YCEN: 269.17 MAG: 21.38
Group: 4 contains 1 stars
  ID: 9626 XCEN: 849.11 YCEN: 1686.76 MAG: 16.24
```

Şekil 4.8 Nstar görevinin çalışması ve verdiği sonuçlar.

4.3 Substar görevinin çalıştırılması

Nstar görevi ile model psf yıldızlarına fit edildikten sonra, bu yıldızlar substar görevi ile deneme amaçlı görüntüden çıkarılır. Eğer bu yıldızlardan geride hiç artık kalmıyor ve görüntüden temizleniyorsa bu model tüm görüntüye uygulanır. Şekil 4.9'da substar görevinin çalışması gösterilmiştir. Çalıştığında Şekil 4.10'de görülen psf yıldızlarını ve komşuluğundaki yıldızları görüntüden çıkarır.

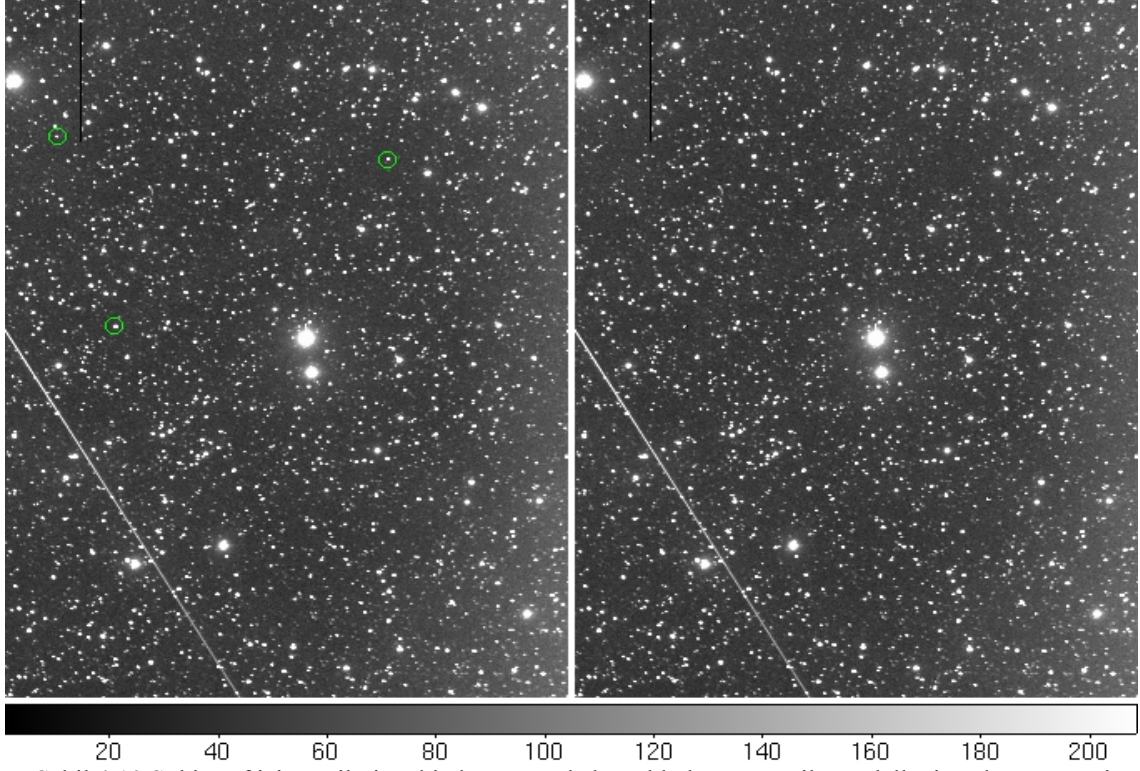
```
Image corresponding to photometry file (050518_un02258+3918_3d002_c.fit):
Input photometry file (default: image.nst.?) (default):
Input exclude file (default: image.pst.?):
PSF image (default: image.psf.?) (default):
Subtracted image (default: image.sub.?) (default):

Psf radius in scale units (11.):
  New psf radius: 11. scale units 11. pixels
Minimum good data value (INDEF) (CR or value):
  New minimum good data value: INDEF counts
Maximum good data value (30000.) (CR or value):
  New maximum good data value: 30000. counts

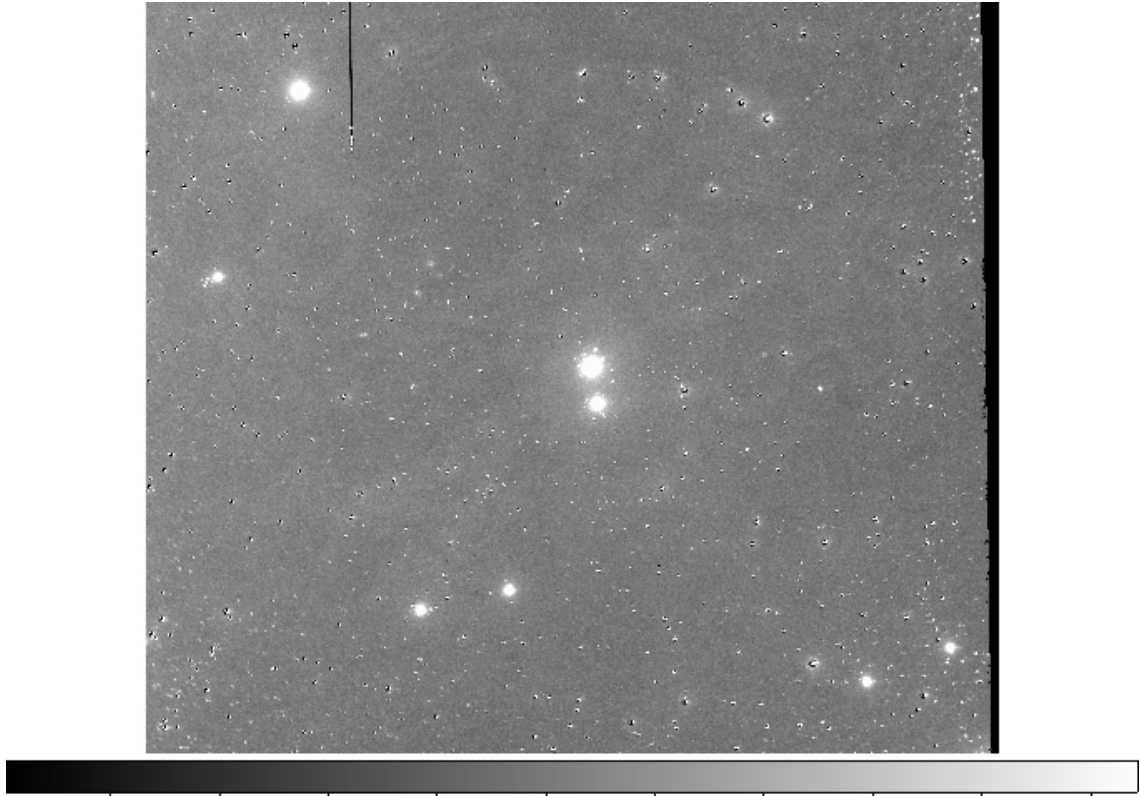
SUBTRACTING - Star: 1276 X = 1408.98 Y = 244.85 Mag = 15.46
SUBTRACTING - Star: 1258 X = 1402.62 Y = 262.78 Mag = 19.82
SUBTRACTING - Star: 1280 X = 1405.54 Y = 269.17 Mag = 21.22
SUBTRACTING - Star: 3207 X = 1341.12 Y = 635.14 Mag = 15.49
SUBTRACTING - Star: 3194 X = 1341.21 Y = 648.77 Mag = 20.58
SUBTRACTING - Star: 5815 X = 1426.16 Y = 1148.90 Mag = 20.45
SUBTRACTING - Star: 5967 X = 1432.96 Y = 1166.03 Mag = 16.62
SUBTRACTING - Star: 5988 X = 1419.24 Y = 1179.06 Mag = 19.98
SUBTRACTING - Star: 9626 X = 849.11 Y = 1686.76 Mag = 16.25

A total of 9 stars were subtracted out of a possible 9
```

Şekil 4.9 Substar görevinin çalışması. Bu örnekte görev 4 psf yıldızını ve komşuluğundaki 5 yıldızı görüntüden çıkarmıştır. Sırasıyla yıldızların program tarafından verilmiş numarası, piksel koordinatları ve hesaplanan parlaklıkları görülmektedir.



Şekil 4.10 Solda psf için seçilmiş yıldızlar ve sağda bu yıldızların nstar ile modellenip substar görevi kullanılarak aynı görüntüden çıkarılmış hali.



Şekil 4.11 Allstar görevi kullanılarak yapılan modellemenin tüm yıldızlara uygulanması ve yıldızların görüntüden hali.

4.4 Allstar görevi

Allstar görevi işlemini bitirdiğinde (biraz zaman olabilir) yıldızların çıkarıldığı görüntüyü orijinal görüntü ile karşılaştırarak incelenir. Az miktarda veya artık kalmamış ise iyi bir işlemin gerçekleştirildiğini söyleyebiliriz. Fakat eğer görüntü iyi görülüyorsa veya yıldızlar tamamen çıkarılmamış ise işlemlere tekrar baştan başlamak gerekmektedir. Satüre olmuş yıldızların en iyi psf fit'i kullanılması durumunda bile kötü görüleceğini unutmamak gerekir. Bu nedenle bu tür görüntülerde başlangıçta fotometrik indirgeme yapılmaması en iyisidir. Artık birbirine çok yakın konumlarda bulunan komşu yıldızlar daha açık bir şekilde görülecektir ve psf fit işlemini bu yıldızlar üzerinde yapmak mümkündür. Burada unutulmaması gereken bir konu birbirine çok yakın yıldızları veya daha parlak yıldızın yakın yıldızların bulunduğu yıldızları psf fit'inde başlangıçta kullanmamak olmalıdır.

Bu görev ile yapılan modelleme tüm görüntüye uygulanır. Şekil 4.10'da gösterilmektedir. Görüntümüzde görülen artık yıldızlar satüre olmuş yıldızlardır.

Genel olarak 700–800 yıldızdan oluşan bir görüntü kalabalık alan olarak tanımlanabilir. Ancak kullanılan görüntülerde 5000 ile 10000 arası kaynak tespit edilmiştir. Bu durum ölçüm almayı zorlaştırdığı gibi ölçümlerin hassasiyetini de etkilemektedir. Bu durumda allstar görevi çok iyi sonuç vermeyebilir. Dolayısıyla ölçümlerde allstar görevi yerine aşağıdaki yöntem kullanılmıştır.

4.5 Group görevi

Görüntüdeki bir yıldızın psf yarıçapına başka bir yıldız veya yıldızlar giriyorsa, group görevi ile bir gruplandırma yapılarak, söz konusu yıldızların ayrı bir grup içinde toplanması sağlar. Böylece program bu yıldızlar için göğü ve birbirlerine olan etkileri ayrıca fit eder. Bundan sonra nstar ve substar görevleri sadece psf yıldızları için değil tüm görüntü için çalıştırılır. Nstar görevi kullanılarak 70 görüntü üzerinde psf fit işlemi yapılarak veriler elde edildi.

Bu aşamadan sonra elde edilen verilerden yıldızların görüntü üzerinde ki piksel koordinatları, parlaklıkları ve parlaklıklarındaki hata verileri alınarak metin dosyalarına aktarılmıştır. Bu noktada elde her biri 5000 ile 10000 satır arasında veri bulunduran (her yıldızın her görüntüde olmamasından dolayı) 70 tane metin dosyası elde edildi. Bu veriler filtre edilerek veriler yaklaşık 5000 satıra indirilmiştir.

Visual Basic dilinde bir kod yazılarak yıldızların piksel koordinatlarından veriler eşleştirilip, parlaklıkları ve standart sapmaları hesaplandı.

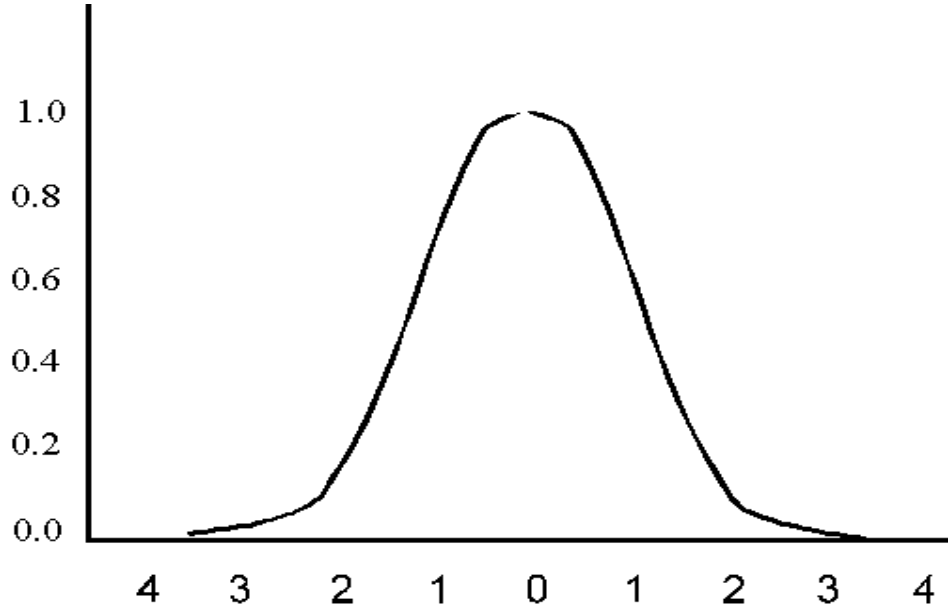
5. SONUÇ

Noktasal bir ışık kaynağı için; eğer görüntüleme sistemleri mükemmel bir optiğe sahip olsaydı, görüntü üzerinde oluşan noktasal kaynağın görüntüsü gerçek görüntünün aynısı olacaktı. Bununla beraber insan gözü de dâhil olmak üzere mevcut optik sistemlerin mükemmel olmamasından dolayı noktasal ışık kaynağının görüntü veya retina üzerinde ki dağılımı şekil 5.1'teki eğri gibi olacaktır. Bu eğriye nokta dağılım fonksiyonu (Point Spread Function (PSF)) denir. Göz merceği de dâhil olmak üzere birçok merceğin mükemmel optiği olmamasından dolayı, mercekten geçen ışınlar bir miktar bozulmaya maruz kalır. Gerçek yıldızların atmosferik etkiler ve teleskop takibi gibi nedenlerden dolayı noktasal bir görüntü vermediğini biliyoruz. Yer atmosferinde meydana gelen türbülans olayları psf'nin değişimine etkileyen en önemli parametredir ve bu olaya görüş adı verilir. Dolayısıyla görüntü üzerinde resimler bulanıklaşmış bir şekilde görünecektir.

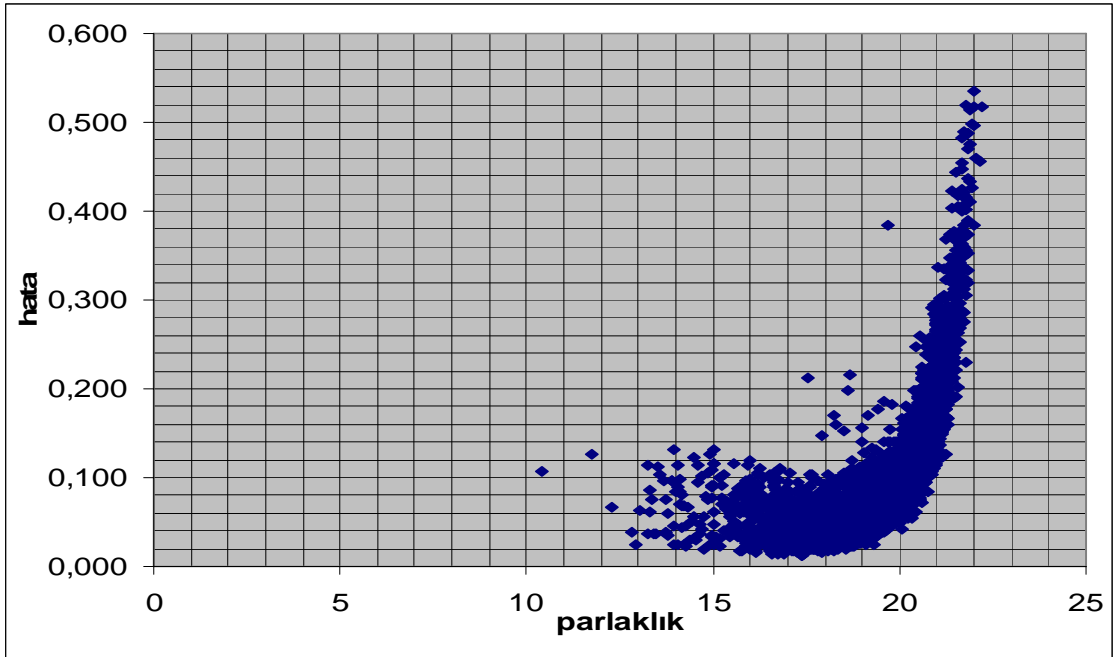
Nokta Dağılım Fonksiyonu, noktasal bir ışık kaynağına sistemin verdiği yanıt olarak tanımlanır. Burada temel soru bir yıldızın görüntü üzerinde ne kadar yer kapladığıdır. Doğal olarak parlak yıldızlar görüntü üzerinde sönük yıldızlara göre daha çok yer kaplayacaklardır. Bu durumda bir ortalama değer alınarak (yıldızların görüntü üzerinde kaç piksellik alan kapladığı) hesaplama yapılır. Bu noktada eğer görüntü çok dağılmış ise; yani yıldızlar görüntü üzerinde bulanık görünüyorsa (astronomik görüşün zayıf olmasından dolayı) görüntüden net bir ölçüm elde edilemez. Dolayısıyla bu tip görüntüler ölçümlerden çıkarılır.

Bu noktada bir diğer soru, noktasal ışık kaynağının görüntü üzerindeki bozulmasının nasıl temsil edilebileceğidir. Görüntülerde iç içe geçmiş iki yıldızın olduğu durumlar bulunmaktadır. Parlak olan yıldızın diğer yıldıza uzak olan yarısı belirli bir değere sahipse, diğer yarısı da aynı değere sahip olmalıdır. Bu durumda program, yaptığımız psf modelini de göz önünde bulundurarak hesaplamayı yapar ve parlak yıldız görüntüden çıkarır. Bu ilk iterasyon, yani ilk denemedir. Daha sonra 2, 3, 4... iterasyonları yaparak yıldızları görüntüden çıkarır. Aksi belirtilmedikçe program 50 iterasyon yapmaya ayarlanmıştır.

Görüntülerdeki yıldızlar taranarak ortaya çıkan parlaklık farkından yeni değişen yıldızlar bulunmaya çalışıldı. Ancak yukarıda açıklanan nedenler (görüntü kalitesi, atmosferik görüş...) dolayısıyla birçok görüntü çıkarılmıştır.



Şekil 5.1

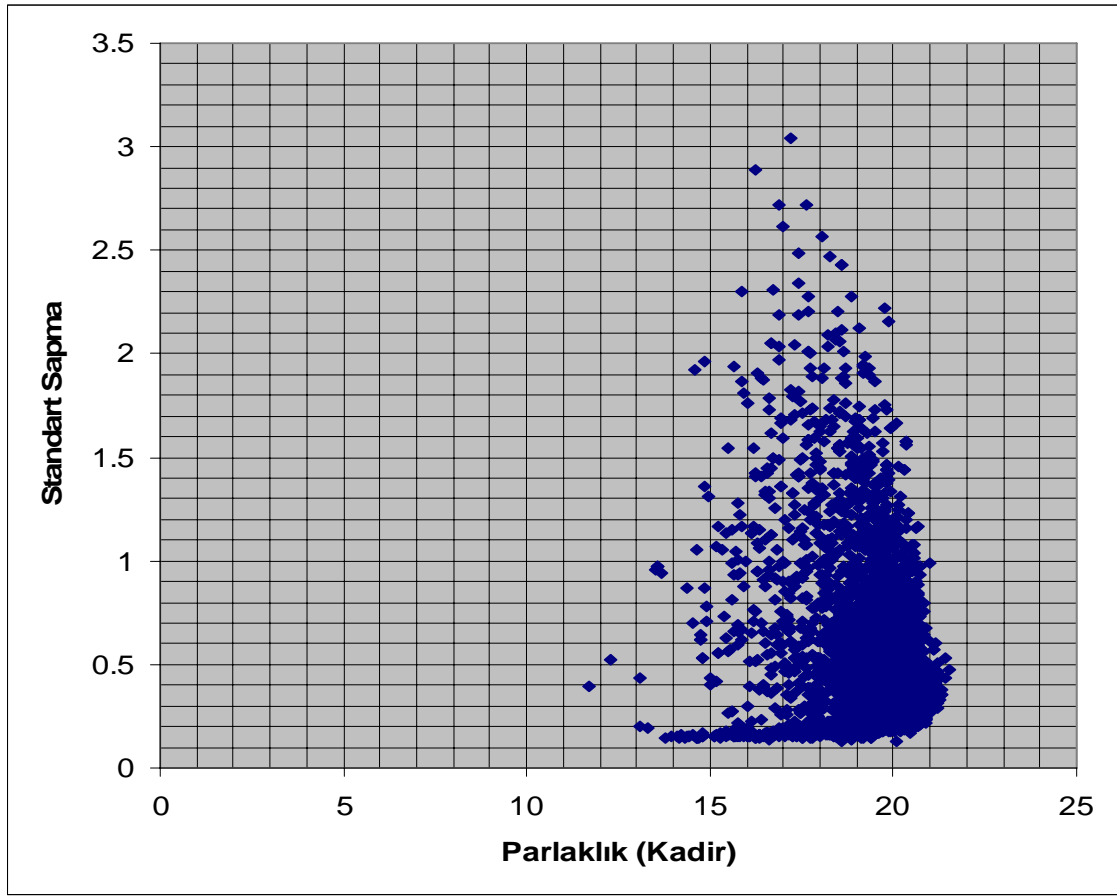


Şekil 5.2 Bir görüntüden elde edilen hata-parlaklık grafiği.

Şekil 5.2 'deki grafikte bir görüntüden elde edilen yıldızların parlaklık-hata grafiği çizilmiştir. Beklendiği üzere sönük yıldızlara gidildikçe hata değeri artmaktadır. Bu grafik bize yaptığımız ölçümlerin duyarlılığını verir. Grafiğe göre 15. kadir seviyesinden bir yıldızda 0,10 kadirlik değişimin altı ölçülemez. Daha sönük yıldızlarda hata değeri beklendiği gibi artmakta ve ölçümler daha az duyarlı olmaktadır. Grafikte

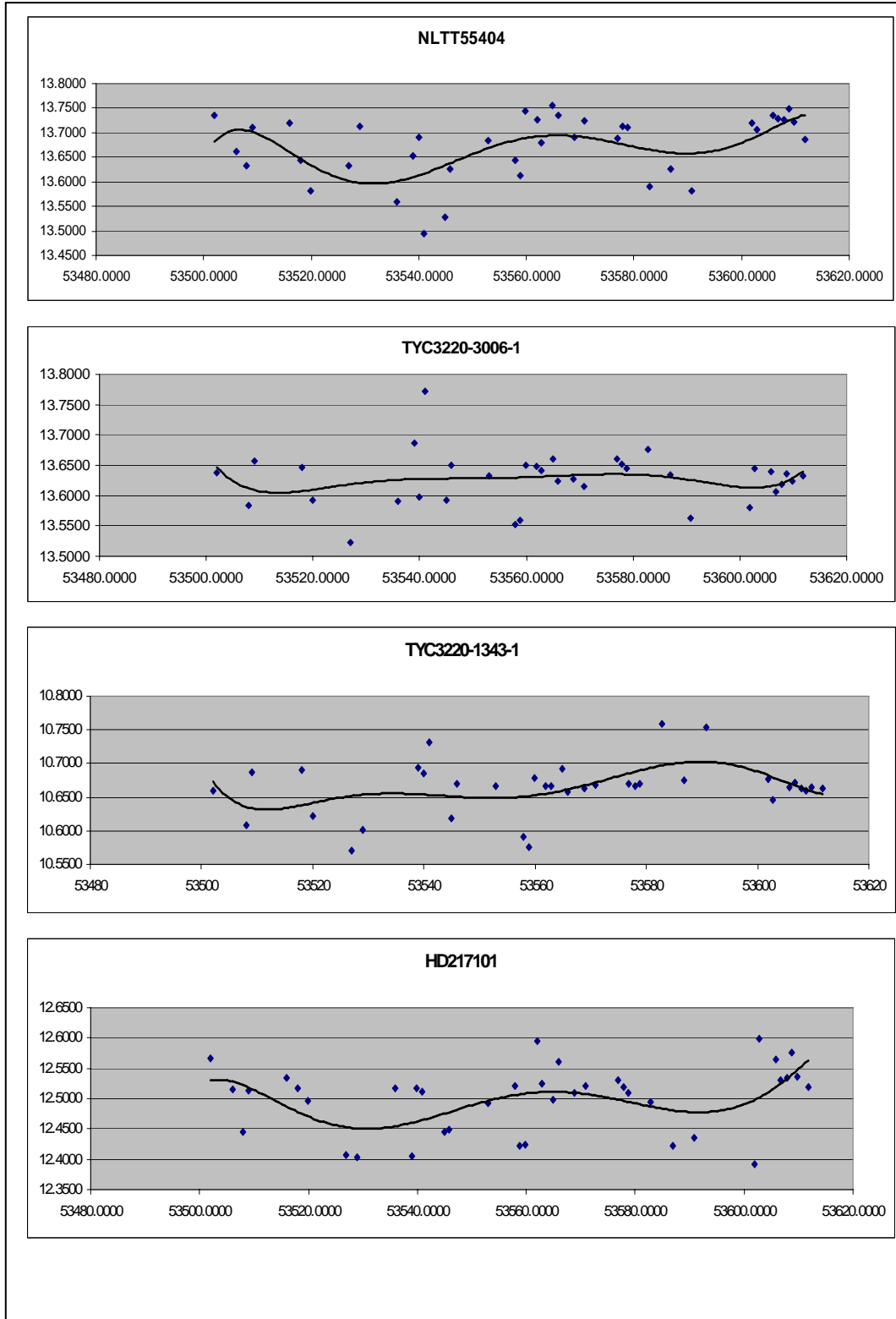
ana eksen dışında bazı noktalar görülmektedir. Bu noktalar, kozmik ışınlardan veya yıldız bulma programının algoritma hatasından kaynaklanabilir.

Şekil 5.3 'deki grafik, tüm görüntülerden alınan yıldız verilerinin standart sapma - ortalama parlaklık grafiğidir. 3 kadirden yukarı değişim gösteren veriler ölçümlerdeki hatalardan kaynaklanmaktadır. Bilinen değişen yıldızlar, süpernova olmadıkça, 2 kadirin altında parlaklık değişimi gösterirler.

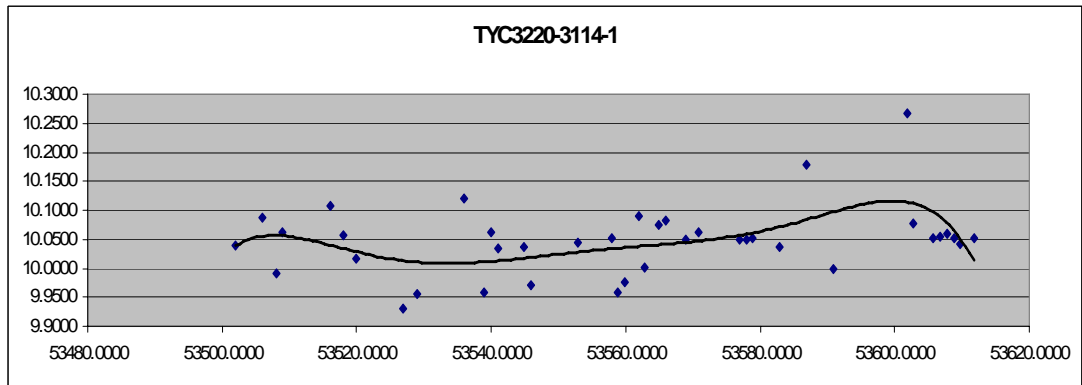
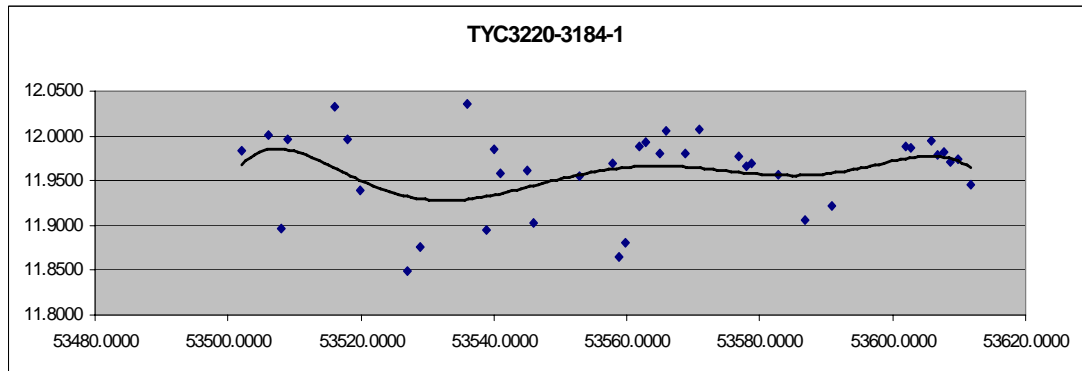
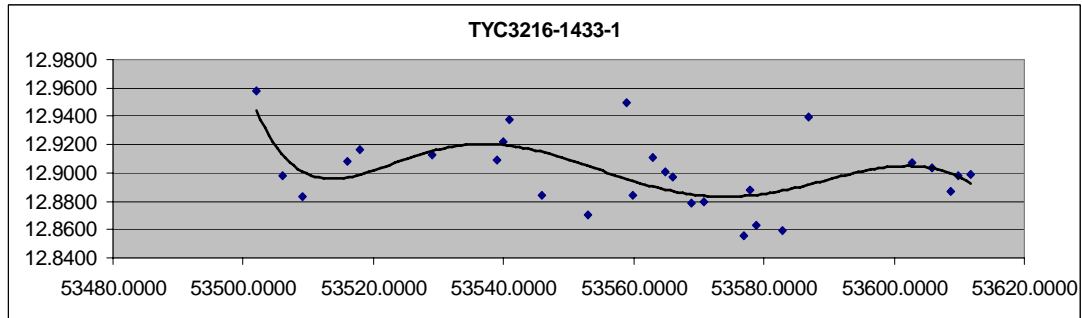
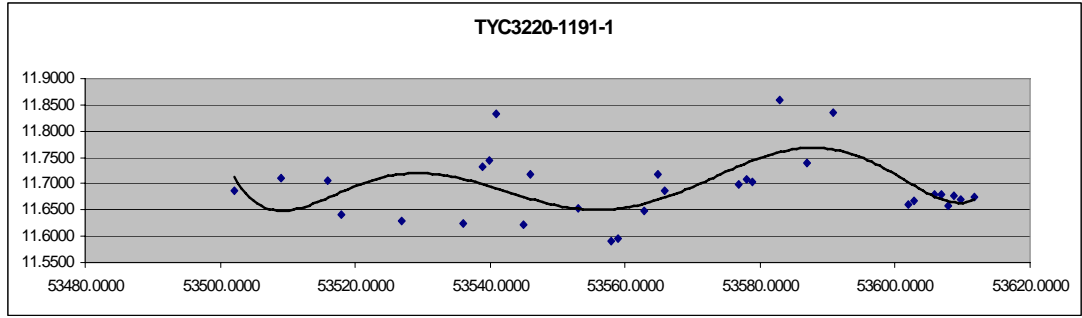


Şekil 5.3 Tüm yıldızların standart sapma – parlaklık grafiği

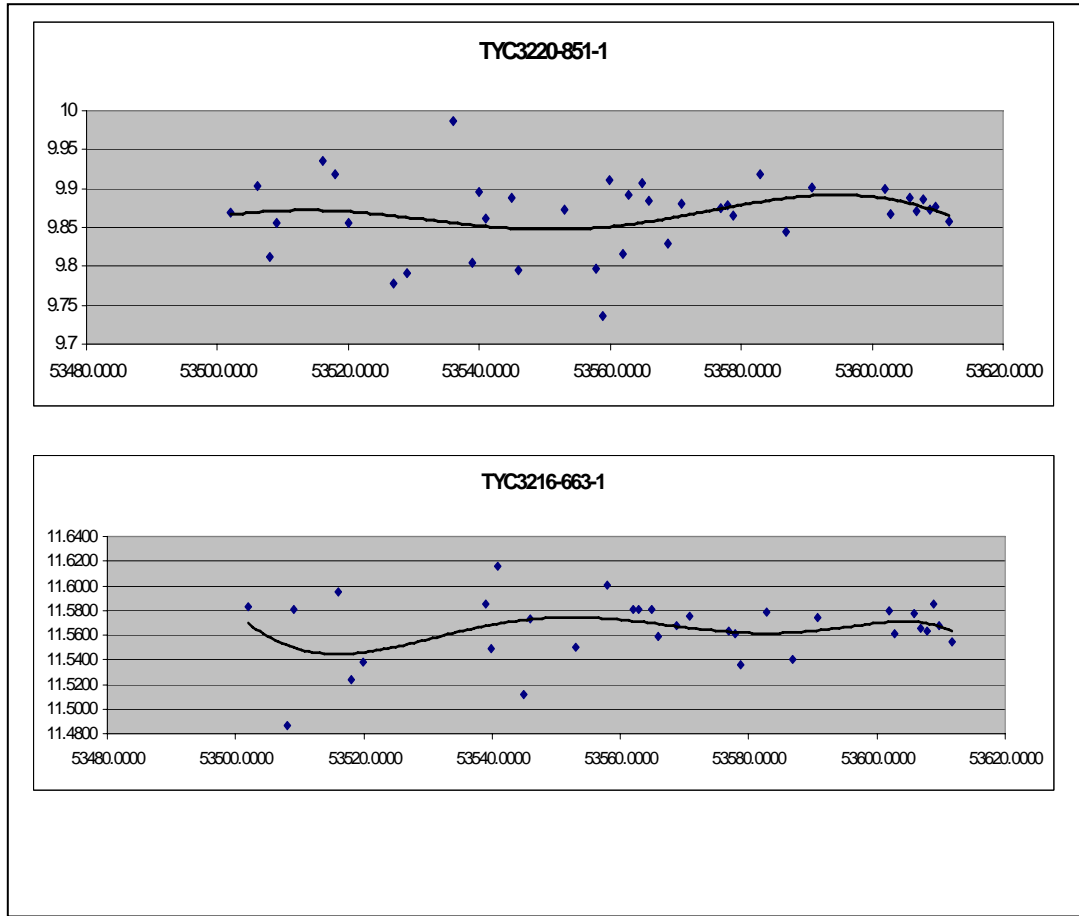
ROTSE teleskopunun duyarlılığı en iyi şartlarda 19. kadir kadar olduğundan dolayı 19. kadirten sonraki veriler duyarlı sonuçlar veremez. Bu durumda standart sapması 0,5–2 kadir arasında ve 18. kadirin altındaki yıldızlar değişen olabilir diyebiliriz. Aşağıdaki çizelgelerde, standart sapması yüksek olan 11 yıldızın ışık eğrileri çizilip, koordinatları verilmiştir. Yıldızların katalog taraması yapıp, koordinatları listelenmiş, yıldızlara birer polinom fit edilip, hangi yıldızlar olduğu SIMBAD yıldız katalogundan belirlenmiştir.



Çizelge 5.1



Çizelge 5.2



Çizelge 5.3

<i>Yıldız Adı</i>	<i>RA</i>	<i>DEC</i>	<i>MAG</i>	<i>Merr</i>
HD 217101	22 57 40.739	39 18 31.60	12.5205	0.0056
TYC 3216-1433-1	23 00 57.318	38 36 43.58	12.9578	0.0100
TYC 3220-851-1	23 00 23.878	39 37 51.74	9.8687	0.0013
NLTT 55404	22 57 37.229	39 31 18.42	13.6274	0.0112
TYC 3220-3006-1	23 01 44.292	39 35 38.21	13.6288	0.0115
TYC 3220-1343-1	23 01 12.240	39 38 22.46	10.6583	0.0019
TYC 3220-1190-1	23 01 57.989	39 54 26.61	11.7007	0.0034
TYC 3220-3184-1	23 00 58.476	39 31 55.31	11.9242	0.0038
FBS B 190	22 57 59.92	38 51 38.8	11.1803	0.0025
TYC 3220-3114-1	23 00 17.6111	39 34 52.658	10.0428	0.0015
TYC 3216-663-1	23 01 30.068	39 17 06.62	11.5422	0.0031

Çizelge 5.4

6. KAYNAKLAR:

- [1] Lindsey E. Davis, Philip Massey, A User's Guide to Stellar CCD Photometry with IRAF (April 15 1992)
- [2] Lindsey E. Davis A Reference Guide to the IRAF/DAOPHOT (January 1994)
- [3] NASA/GSFC Astrophysics Data Facility, A User's Guide for the Flexible Image Transport System (FITS) (April 14, 1997)
- [4] High Energy Astrophysics Science Archive Reserch Center (HEASARC), A Primer on the FITS Data Format (02 January 2004)
- [5] R.J. Hanisch, A. Farris, E. W. Greisen, W. D. Pence, Definition of the Flexible Image Transport System (FITS) (21 June 2001)
- [6] www.rotse.net
- [7] <http://www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy/elkitap/iraf/iraf.htm>
- [8] <http://fits.gsfc.nasa.gov/>
- [9] www.iraf.net
- [10] <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- [11] <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/>

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Malatya’da doğdu. İlköğrenimini Malatya Derme İlkokulu’nda, orta öğrenimini Malatya Anadolu Lisesi’nde ve Malatya Lisesi’nde tamamladı. 2004 yılında İnönü Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü’nden mezun oldu. Üniversitede bulunduğu süre içerisinde yamaç paraşütü sporu ve model uçakçılık ile ilgilendi.

Ağustos 2005 yılında İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde fizik alanında yüksek lisansa başladı.