



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



Doktora Tezi

**RAVE ve XMM KATALOGLARINDAKİ
ORTAK YILDIZLARIN ANALİZİ**

Başar COŞKUNOĞLU

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN**

**II. DANIŞMAN
Dr. George SEABROKE**

Aralık, 2019

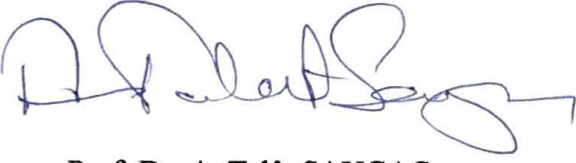
İSTANBUL

Bu çalışma, 20.12.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof. Dr. A. Talât SAYGAÇ
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Doç. Dr. Gülnur İKİS GÜN
Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi



Prof. Dr. Tansel AK
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof. Dr. Melike AFŞAR
Ege Üniversitesi
Fen Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Zor zamanlar yaşadığımda yanımda olan sevgili hocam M. Türker ÖZKAN'a, bu uzun süreç boyunca desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen annem Utku COŞKUNOĞLU'ya, iyi günde, kötü günde, hep yanımda olan eşim Pelin Bahar COŞKUNOĞLU'ya, yazılımsal olarak tıkanığım her noktada imdadıma koşan öğrencim ve arkadaşım Olcay PLEVNE'ye, Tez İzleme Komitesi üyeleri olan, yıllardır beraber ders verdiğimiz, kıymetli A. Talât SAYGAÇ hocama ve katkılarıyla tezin gelişmesinde önemli bir rol oynayan hocam Gülnur İKİS GÜN'e, aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2019

Başar COŞKUNOĞLU



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. GALAKSİMİZİN YAPISI	4
2.1.1. İnce Disk	5
2.1.2. Kalın Disk	6
2.1.3. Şişkin Bölge, Çubuk ve Burulma.....	8
2.1.4. Halo.....	9
2.2. GOULD DİSKİ.....	9
2.3. YEREL YILDIZ OLUŞUM ORANI.....	11
2.4. ÇİFT YILDIZLAR	12
2.4.1. Yakın Çift Yıldızlar.....	13
2.4.2. Kataklistik Değişenler.....	15
2.5. LİTYUMCA ZENGİN DEVLER.....	17
2.6. X-IŞINLARI	19
3. MALZEME VE YÖNTEM	23
3.1. RAVE VERİLERİ	23
3.2. XMM VERİLERİ	25
3.3. X-IŞINI RAVE KATALOĞUNUN OLUŞTURULMASI.....	26
3.4. X-IŞINI AKILARININ HESAPLANMASI.....	27
3.5. YAŞ TAYİNİ.....	28
3.6. GOULD DİSKİ.....	30
3.7. LİTYUMCA ZENGİN DEVLER.....	33
3.8. GALAKTİK YILDIZ POPÜLASYONLARININ BELİRLENMESİ.....	33

3.9. YEREL YILDIZ OLUŞUM ORANI.....	35
3.10. KATAKLİSMİK DEĞİŞEN ADAYLARININ BULUNMASI.....	36
4. BULGULAR	38
4.1. X-IŞINI AKILARININ HESAPLANMASI.....	38
4.2. GOULD DİSKİ.....	44
4.3. LİTYUMCA ZENGİN DEVLER.....	48
4.4. HALODAKİ METALCE FAKİR, YAKIN ÇİFT SİSTEMLER	49
4.5. YEREL YILDIZ OLUŞUM ORANI.....	51
4.6. KATAKLİSMİK DEĞİŞEN ADAYLARININ BULUNMASI.....	53
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	56
KAYNAKLAR.....	68
EKLER.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	81

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

- Şekil 2.1:** Herschel'in oluşturduğu Samanyolu haritası (Herschel, 1847)..... 4
- Şekil 2.2:** Samanyolu'na uzaktan bakış ve bileşenleri (sanatçının izlenimi)..... 5
- Şekil 2.3:** Gould diskinin gökyüzündeki konumu (şekildeki iç içe halkalar). Şekildeki küçük halkalar takım yıldızları doğrultusundaki yıldız oluşum bölgelerini göstermektedir. Güneş diskin merkezinden yaklaşık 200 pc uzaktadır. 11
- Şekil 2.4:** Bir yakın çift sistemdeki Roche lobları ve Lagrange noktaları (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 ve L_5). KM sistemin kütle merkezini göstermektedir. 14
- Şekil 2.5:** Ayrık (üst), yarı ayrık (orta) ve değen (alt) çift sistemlerdeki Roche lobları..... 15
- Şekil 2.6:** Manyetik olmayan bir kataklismik değişenin yapısı. Şekilde beyaz cüce, etrafındaki yığılma diski, diskin üzerindeki sıcak leke, kütle aktarımı ve bileşen yıldız görülmektedir. 15
- Şekil 2.7:** İlkel nükleosentezdeki parçacıkların zamana göre değişen kütle oranları. H isimli siyah çizgi protonların, n isimli siyah çizgi nötronların, ^4He isimli yeşil çizgi helyumun, kırmızı çizgi döteryumun, ^3He isimli turuncu çizgi atomik kütlesi üç olan helyumun, ^3H isimli turuncu çizgi trityumun, ^7Be isimli koyu mavi çizgi atomik kütlesi yedi olan berilyumun, ^7Li isimli koyu mavi çizgi lityumun, ^6Li isimli türkuaz çizgi ise atomik kütlesi altı olan lityumun toplam kütleyle oranını göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi ^6Li birkaç dakika içerisinde tamamen tükenmiştir..... 18
- Şekil 2.8:** Enerji iletiminde konveksiyonun hâkim olduğu bölgenin genişlemesi ile lityumun difüzyonla sıcak iç bölgelere taşınması sonucunda yanması..... 19
- Şekil 2.9:** G2 - M3 spektrel tipleri için kara cisim ışımasının değişimi. Sıcaklık arttıkça zirve hem yükselmekte hem de daha küçük dalga boyuna, yani daha yüksek enerjiye doğru kaymaktadır. Eksenlerin artış yönü okla gösterilmiştir. 22
- Şekil 3.1:** Guillout ve diğ. (1998)'nin çalışmasındaki Şekil 4. Gould diskinin kalınlığı ince kırmızı çizgilerle gösterilmiştir. Arka plandaki kontür haritası derece kare başına düşen yıldız cinsinden yoğunluğu belirtmektedir. 32
- Şekil 3.2:** Sentetik beyaz cüce spektrumlarının dalga boyuna göre akı dağılımı (Barber ve diğ., 2014 - Şekil 3). Kızılötesindeki artık beyaz cücenin etrafındaki diskten (kırmızı çizgi) kaynaklanmaktadır. 37
- Şekil 4.1:** Spektrumlara geçirilen çeşitli fit modellerinden elde edilmiş 0.2 - 12 keV bandına ait lüminozitelerin XMM kataloğunda verilen akılardan elde edilen

lüminozitelerle kıyaslanması. (a) wabs * pow, (b) wabs * bbody, (c) wabs * (pow + bbody), (d) wabs * diskbb, (e) wabs * (diskbb + bbody).	39
Şekil 4.2: Bir XRAVE yıldızının sayımları ve bu sayımlara geçirilen her model kombinasyonuna ait fitler. (a) wabs * pow, (b) wabs * bbody, (c) wabs * (pow + bbody), (d) wabs * diskbb, (e) wabs * (diskbb + bbody).....	41
Şekil 4.3: 474 XRAVE yıldızının yeniden hesaplanmış 0.2 - 12 keV bandına ait lüminozitetlerin XMM kataloğunda verilen akılardan elde edilen lüminozitetlerle kıyaslanması.....	43
Şekil 4.4: XRAVE kataloğundaki yıldızların Galaktik koordinatlardaki (<i>l</i> , <i>b</i>) dağılımı. Kesikli kırmızı çizgiler Gould diskinin Galaktik konum sınırlarını, mavi noktalar Galaktik konum açısından diskin içinde kalan birinci aşama aday yıldızları, gri noktalar ise dışında kalan yıldızları göstermektedir.....	44
Şekil 4.5: 91 adet birinci aşama aday yıldızın uzaklık dağılımı. Kırmızı kesikli çizgi Gould diski için bir üst sınır oluşturan 600 pc uzaklığını göstermektedir. Yeşil çubuklarda kalan 56 yıldız ikinci aşama aday olarak sınıflandırılmış, mavi çubuklardaki yıldızlar ise birinci aşama aday olarak kalmıştır.....	45
Şekil 4.6: 56 adet ikinci aşama adayın X-ışını ışıma gücü dağılımı. Soldaki kırmızı kesikli çizgi 10^{28} , sağdaki ise 10^{31} erg.s ⁻¹ lik ışıma gücü sınırlarını, yeşil çubuklardaki yıldızlar ikinci aşama adayları, mor çubuklardaki yıldızlar ise X-ışını ışıma gücü kriterini sağlayan üçüncü aşama adayları göstermektedir.....	46
Şekil 4.7: 49 adet üçüncü aşama adayın yaş dağılımı. Soldaki kırmızı kesikli çizgi Gould diski için benimsenen alt yaş sınırı olan 10 milyon yılı, sağdaki ise üst yaş sınırı olan 100 milyon yılı göstermektedir. Kesikli çizgilerin arasında kalan kırmızı çubuklardaki 10 yıldız Gould diski üyelerini göstermektedir.....	47
Şekil 4.8: 91 Gould diski üye adayının Galaktik dağılımı. Mavi noktalar birinci aşama adayları, yeşil noktalar ikinci aşama adayları, mor noktalar üçüncü aşama adayları ve kırmızı noktalar da üyeleri göstermektedir.....	48
Şekil 4.9: Bayes yöntem ile elde edilen uzaklıklar (<i>y</i> -ekseni) ile GAIA DR2 (<i>x</i> -ekseni) tarafından verilmiş uzaklıkların kıyaslanması (üst panel). XRAVE kataloğundaki her yıldız için Bayes yöntemle elde edilmiş ve GAIA DR2'de verilmiş uzaklıkların farkı, ortalama fark ve standart sapması (alt panel).....	51
Şekil 4.10: (a) Bayes yöntem ile elde edilen XRAVE yaş dağılımı. (b) RAVE kataloğunda verilen yaş dağılımı. Yaş, milyar yıl cinsinden verilmiştir.....	52
Şekil 4.11: (a) Bayes yöntem ile elde edilen XRAVE kütle dağılımı. (b) RAVE kataloğunda verilen kütle dağılımı. Kütle, Güneş kütlesi (M_{\odot}) cinsinden verilmiştir.....	52
Şekil 4.12: (a) XRAVE'deki yıldızlar kullanılarak Bayes yöntem ile hesaplanan 1 milyar yıllık adımlara bölünmüş YOO değerleri. (b) XRAVE'deki yıldızların RAVE'deki parametreleri kullanılarak hesaplanan milyar yıllık adımlara bölünmüş YOO değerleri.....	53

Şekil 4.13: XRAVE'deki CV J204009.2-005215, ya da diğer adıyla AE Aqr'nin, bantlara göre enerji dağılımı.	54
Şekil 4.14: Kara cisim ışıma eğrisi ile uyumlu (a) ve kızılötesinde artık gösteren (b) iki XRAVE yıldızı.....	55
Şekil 5.1: XRAVE kataloğunun renk-kadir diyagramı. Gri daireler Gould diski ile ilişkisi olmayan katalog yıldızlarını, mavi, yeşil ve mor daireler, sırası ile, birinci, ikinci ve üçüncü aşama üye adaylarını ve kırmızı daireler ise Gould diski üyelerini göstermektedir. x-ekseninde kızarmadan arındırılmış (<i>J-H</i>) rengi, y-ekseninde ise <i>J</i> bandındaki mutlak parlaklık vardır.	62
Şekil 5.2: XRAVE kataloğunun etkin sıcaklık-yüzey çekim ivmesi HR diyagramı. Gri daireler Gould diski ile ilişkisi olmayan katalog yıldızlarını, mavi, yeşil ve mor daireler, sırası ile, birinci, ikinci ve üçüncü aşama üye adaylarını ve kırmızı daireler ise Gould diski üyelerini göstermektedir. x-ekseninde etkin sıcaklık, y-ekseninde ise yüzey çekim ivmesi vardır.....	63
Şekil 5.3: XRAVE kataloğu için Toomre diyagramı. Gri daireler Gould diski ile ilişkisi olmayan katalog yıldızlarını, mavi, yeşil ve mor daireler, sırası ile, birinci, ikinci ve üçüncü aşama üye adaylarını ve kırmızı daireler ise Gould diski üyelerini göstermektedir. x-ekseninde LSR düzeltmesi yapılmış <i>V</i> bileşeni, y-ekseninde ise LSR düzeltmesi yapılmış <i>U-W</i> hız uzayı, yani bileşenlerin kareleri toplamının karekökü vardır.	66

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

- Tablo 3.1:** RAVE kataloğundan alınmış bir kesit. İlk sütun yıldızın RAVE ismini (RAVEID), ikinci ve üçüncü sütunlar göksel ekvatorial koordinatlarını (RA ($^{\circ}$), Dec ($^{\circ}$)), dördüncü, altıncı, sekizinci ve onuncu sütunlar yıldızın, sırası ile, Güneş merkezli radyal hızını (HRV (km.s^{-1})), etkin sıcaklığını (T_e (K)), yüzey çekim ivmesini ($\log g$ (cm.s^{-2})) ve metal bolluğunu ($[Fe/H]$ (dex)) göstermektedir. Beşinci, yedinci, dokuzuncu ve on birinci sütunlar ise aynı sıra ile parametrelerin hatasını temsil etmektedir. 24
- Tablo 3.2:** XMM kataloğundan alınmış bir kesit. İlk sütun yıldızın XMM gözlem numarasını, ikinci ve üçüncü sütunlar yıldızın göksel ekvatorial koordinatlarını (RA ($^{\circ}$), Dec ($^{\circ}$)), dördüncü ve beşinci sütunlar modifiye Jülyen günü cinsinden gözlem başlangıç ve bitiş tarihini (MJD 2,500,000) ve altıncı ve yedinci sütunlar ise yıldızın PN detektöründeki 0.2 - 12 keV bandındaki akı değerini (mW.m^{-2}) ve hatasını göstermektedir. 25
- Tablo 4.1:** XRAVE'deki 24 yüksek olasılıklı halo yıldızından beşini gösteren tablo. Bir ve ikinci sütunlar yıldızın ekvatorial sistemdeki koordinatlarını, üçüncü ve dördüncü sütun yıldızın paralaksını ve hatasını, beşinci ve yedinci sütun yıldızın ekvatorial koordinatlardaki öz hareket bileşenlerini, altıncı ve sekizinci sütun öz hareket bileşenlerinin, sırası ile, hatasını, dokuzuncu ve onuncu sütun yıldızın logaritmik yaşını ve hatasını, on bir ve on ikinci sütunlar ise yıldızın kütesini ve hatasını göstermektedir. 50
- Tablo 5.1:** Kıızılötesinde artık gösteren 16 XRAVE yıldızı. Tabloda yıldızların RAVE isimleri (RAVEID), göksel ekvatorial koordinatları (RA , Dec), spektroskopik yüzey sıcaklıkları (T_e) ve hatası (σ_{T_e}), spektrel enerji dağılımına uyan kara cismin yüzey sıcaklığı ($Te(SED)$) ve hatası (σ_{TeSED}), yıldızın yaşı ($\log(\text{yaş/yıl})$) ve varsa yıldızın özellikleri verilmiştir. 57
- Tablo 5.2:** XRAVE'deki 10 Gould diski üyesi. Birinci ve ikinci sütunlar Galaktik koordinatları (l , b), üçüncü ve dördüncü sütunlar yıldızların, sırası ile, RAVE (RAVEID) ve XMM (XMMID) isimlerini, beşinci, yedinci ve dokuzuncu sütunlar yıldızların, sırası ile, uzaklığını (d (pc)), 0.2 - 12 keV enerji bandındaki lüminozitesini ($L_{0.2-12}$) ve logaritmik yaşını ($\log(\text{yaş/yıl})$), altıncı, sekizinci ve onuncu sütunlar ise, sırası ile, bu parametrelerin hatasını göstermektedir. 60
- Tablo 5.3:** 91 birinci aşama, 56 ikinci aşama, 49 üçüncü aşama Gould diski üye adayları ve 10 Gould diski üyesinin, km.s^{-1} cinsinden, ortalama uzay hız bileşenleri (U_{LSR} , V_{LSR} , W_{LSR}) ve toplam uzay hızları (S_{LSR}), bu parametrelerin hataları (U_{hata} , V_{hata} , W_{hata} , S_{hata}) ve dispersiyonları (σ_{ULSR} , σ_{VLSR} , σ_{WLSR} , σ_{SLSR}). 65

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
$A(\text{Li})$: Lityum bolluğu
b	: Galaktik enlem
B	: Manyetik alan şiddeti
d	: Uzaklık
dex	: Deksaeksponansiyel
eV	: Elektronvolt
F	: Akı
$[\text{Fe}/\text{H}]$: Metal bolluğu (logaritmik)
keV	: Kiloelektronvolt
kpc	: Kiloparsek
l	: Galaktik boylam
L	: Lüminozite
MeV	: Megaelektronvolt
M_{\odot}	: Güneş kütlesi
$n\text{H}$: Hidrojenin kolon yoğunluğu
pc	: Parsek
T_e	: Etkin sıcaklık
U	: Bir gök cisminin Galaksi merkezi yönündeki hızı
V	: Bir gök cisminin Galaktik dönme yönündeki hızı
v_a	: Asimetrik sürüklenme
W	: Bir gök cisminin Kuzey Galaktik Kutup yönündeki hızı
Σ_*	: Yıldız yüzey yoğunluğu
λ	: Dalga boyu
ν	: Frekans
σ_U	: U hız bileşeninin dispersiyonu
σ_V	: V hız bileşeninin dispersiyonu
σ_W	: W hız bileşeninin dispersiyonu

Kısaltmalar	Açıklama
CCD	: Charge-Coupled Device
COBE	: Cosmic Background Explorer
CV	: Cataclysmic Variable
DENIS	: Deep Near Infrared Survey of the Southern Sky
DR	: Data Release
EPIC	: European Photon Imaging Camera
ESA	: European Space Agency
GAIA	: Global Astrometric Interferometer for Astrophysics
GALAH	: Galactic Archaeology with HERMES
HERMES	: High-Efficiency and high-Resolution Mercator Echelle Spectrograph
IMF	: Initial Mass Function
LSR	: Local Standard of Rest
NGC	: New General Catalogue
PARSEC	: Padova and Trieste Stellar Evolution Code
PDF	: Probability Density Function
PN	: Proton nötron kavuşması
Pop I	: Popülasyon I (Bir)
Pop II	: Popülasyon II (İki)
RAVE	: Radial Velocity Experiment
SAS	: Science Analysis Software
ve diğ.	: ve diğerleri
WEBDA	: Web Base Données Amas
XMM	: X-ray Multi-Mirror Mission
XRAVE	: X-ışını RAVE
YOO	: Yıldız Oluşum Oranı

ÖZET

RAVE ve XMM KATALOGLARINDAKİ ORTAK YILDIZLARIN ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Başar COŞKUNOĞLU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN

II. Danışman: Dr. George SEABROKE

Bu doktora tez çalışmasında Radyal Hız Deneyindeki yıldızlar, XMM kataloğundaki X-ışını kaynakları ile eşleştirilmek vasıtasıyla, tespit edilmiş ve incelenmiştir. Katalogların eşleşmesinden 1063 yıldız içeren bir X-ışını RAVE kataloğu elde edilmiştir. Katalogdaki yıldızların ham X-ışını gözlemlerinden yola çıkılmış, gözlemler indirgenmiş, örneğe uygun bir model havuzundan seçilmiş modellere fitler geçirilmiş ve en uygun model belirlendikten sonra, o modele göre, akıları tekrar hesaplanmıştır. Bunu takiben katalogda lityumca zengin devlerin, Galaksi halosundaki metalce fakir, yakın çift sistemlerin, yerel YOO'nun, kataklismik değişenlerin ve Gould diski üyelerinin tespiti konuları irdelenmiştir. Katalogda dört adet lityumca zengin evrimleşmiş yıldız, bir adet kataklismik değişen ve 10 adet Gould diski üyesi bulunmuştur.

Aralık 2019, 67 sayfa.

Anahtar kelimeler: Galaksi, Yıldız, X-ışını, Gould Diski

SUMMARY

ANALYSIS of COMMON STARS in RAVE and XMM CATALOGUES

Ph.D. THESIS

Başar COŞKUNOĞLU

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Astronomy and Space Sciences

Supervisor: Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN

Co-Supervisor: Dr. George SEABROKE

In this Ph. D. thesis, the X-ray sources in Radial Velocity Experiment were detected and analysed by means of matching them with the XMM catalogue. The match yielded an X-ray RAVE catalogue of 1063 stars. First, the raw X-ray observations of stars in the catalogue were reduced, then fits were applied to a pool of appropriate models and, after determining the proper model, the fluxes were re-calculated according to that model. Afterwards, the following subjects were analysed: lithium rich giants, metal-poor close binary systems in the Galactic halo, local SFR, CVs and the detection of Gould Belt members. Four lithium rich evolved stars, one CV and 10 Gould disk members were found in the catalogue.

December 2019, 67 pages.

Keywords: Galaxy, Star, X-Ray, Gould Disk

1. GİRİŞ

İngilizce adı olan Milky Way'i Yunancadan alan bir spiral galaksi olan Samanyolu Galaksisi 2000 yılı aşkın bir süre önce antik Yunanlar tarafından gözlemlenmiştir. O zamanlar ne olduğu tam olarak kavranamamış olsa da, Aristo tarafından Meteoroloji'de çok uzak yıldızlardan oluşan sabit bir devinimle hareket eden bir gök küresi olarak tanımlanmıştır. 17. yüzyılda Galileo teleskobuyla bulutun içindeki tekil yıldızları gözlemlemeyi başarmıştır. Evrendeki çok sayıda galaksiden biri olduğu ve evrendeki tüm yıldızları barındırmadığı 20. yüzyılın başına kadar anlaşılamamıştır. Teknoloji ilerledikçe ve dolayısıyla teleskoplar geliştikçe Samanyolu'nun önce bir galaksi (Hubble, 1936), ardından da bir spiral galaksi (Morgan, Whitford ve Code, 1953) olduğu keşfedilmiş, son olarak da çubuklu bir spiral galaksi (de Vaucouleurs, 1964) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Samanyolu'nun dört ana kolu vardır: Perseus, Norma, Scutum-Centaurus ve Carina-Sagittarius (Churchwell ve diğ., 2009). Ayrıca, Güneş'imizi de barındıran Orion gibi küçük kol veya iz gibi yapılar da mevcuttur. Galaksinin evrimi boyunca geçen milyarlarca yılda gerçekleşen dallanma, birleşme, burulmalardan dolayı kolların yapısı homojen veya düzenli değildir.

Galaksimizin yapısını ve bileşenlerini incelemek ve oluşumunu ve evrimini anlamak ciddi bir bilimsel problemdir. Bu problemi çözmeye uğraşırken elde ne kadar çok veri olursa o kadar iyidir. Bu tez çalışmasında bu amaca hizmet etmek için elektromanyetik spektrumun iki farklı bölgesinde, X-ışınlarında ve görsel bölgede çalışılmıştır. Bu çeşitliliğe erişmek amacıyla bu tez çalışmasında iki katalog kullanılmıştır: görsel bölge için Radyal Hız Deneyi (Radial Velocity Experiment - RAVE¹) ve X-ışınlarında XMM-Newton (X-ray Multi-Mirror Mission²).

RAVE, Güneş civarındaki yaklaşık bir milyon Güney Yarıküre yıldızının radyal hızlarının ölçülmesine dayanan, parlaklıkla sınırlı ($9 < I_{DENIS} < 12$, DENIS: Deep Near Infrared Survey of the Southern Sky - Derin Güney Yarıküre Yakın Kızılötesi Gökyüzü Taraması), incelenen yıldızların atmosfer parametrelerini, yani yüzey sıcaklığını, metal bolluğunu ve yüzey çekim

¹ <https://www.rave-survey.org/project/>

² <https://www.cosmos.esa.int/web/xmm-newton>

ivmesini belirlemeyi amaçlayan bir gökyüzü taramasıdır (Steinmetz ve diğ., 2006). Taramadaki yıldızlar örneğin galaktik yıldız popülasyonlarını düzgün bir şekilde temsil edilebilmesi amacıyla uygun adaylar arasından rastgele seçilmiştir. Galaksinin çeşitli bileşenlerine ait yıldızlar içeren bu örnek Galaksinin yapısının ve evriminin anlaşılmasında faydalı olacaktır.

XMM-Newton ESA (European Space Agency - Avrupa Uzay Ajansı) tarafından 1999 yılında fırlatılmış, gökyüzünü çeşitli X-ışın bantlarında tarayan bir uydudur. Taramada toplamda 500.000'in üzerinde gök cismi gözlemlenmiştir.

Tez çalışmasında RAVE ve XMM katalogları eşleştirilmiş ve bunların arakesiti olan XRAVE (X-ışını RAVE) kataloğu elde edilmiştir. XMM kataloğundaki X-ışın akıları, XRAVE kataloğunda bulunan yıldızların ham gözlem verilerinden yola çıkılarak standart X-ışın ön indirgeme işlemlerinden geçirilmiş ve elde edilen sayımlar modellerenerek X-ışın akılarına çevrilmiştir. Ayrıca, XRAVE kataloğu kullanılarak Gould diskine üye yıldızlar bulma, genç alan yıldızlarını kullanarak yerel yıldız oluşum oranını (YOO) belirleme, haloda düşük metal bolluklu yakın çift sistemlerin tespiti, kataklismik değişenlerin tespiti ve lityumca zengin X-ışını aktivitesi gösteren devlerin tespiti konuları araştırılmıştır.

Gould diski ilk kez Herschel tarafından 1847'de gözlenmiş ve Gould (1879) tarafından "Samanyolu'yla Güney Haçı'nda kesişen ve tüm mevsimlerde görülebilen ve parlak yıldızlardan oluşan bir büyük daire veya bölge" şeklinde betimlenmiştir. RAVE yıldızlarının konum ve yaşlarından dolayı XRAVE'de üyeleri bulunması muhtemel olan, genç yıldızlardan oluşan ve Güneş'e en yakın yıldız-gaz kompleksi olan Gould diskine benzer yapılar başka galaksilerde de bulunduğundan (Efremov, 1998) onun yapısını anlamak galaksilerin yapıların anlaşılmasında faydalı olacaktır.

XRAVE kataloğundaki yıldızlar kullanılarak YOO belirlenmiştir. YOO birim yüzeyde, birim zamanda yıldıza dönüşen gaz ve toz kütlesini temsil eden bir parametredir. Bu parametre, Eggen, Lynden-Bell ve Sandage (1962)'inki gibi kimyasal evrim modellerinin güvenilirliğini sınamak için kullanılabilir.

Wright ve diğ. (2010), haloda düşük metal bolluğuna sahip yakın çift sistemlerin incelenmesinin hem düşük metal bolluğunda X-ışını emisyonunun karakteristiğini hem Galaksinin erken evrelerindeki yakın çift sistemleri anlamak için önemli olduğunu

söylemiştir. Ottmann ve diğ. (1997) Pop II'ye ait olan metalce fakir çift sistemlerin manyetik frenlemeden dolayı X-ışını lüminozitelerinin azaldığını ve metalce zengin çiftlere göre daha düşük olduğunu söylemiştir. Bu sistemler için $L_X = 10^{28}-10^{29}$ erg.s⁻¹dir. Bu amaca hizmet etmek için XRAVE kataloğundaki halo yıldızlarının metal bollukları, radyal hızları ve dinamik yapıları dikkate alınarak yakın, metalce fakir çift yıldızlar için aday sistemler araştırılmıştır.

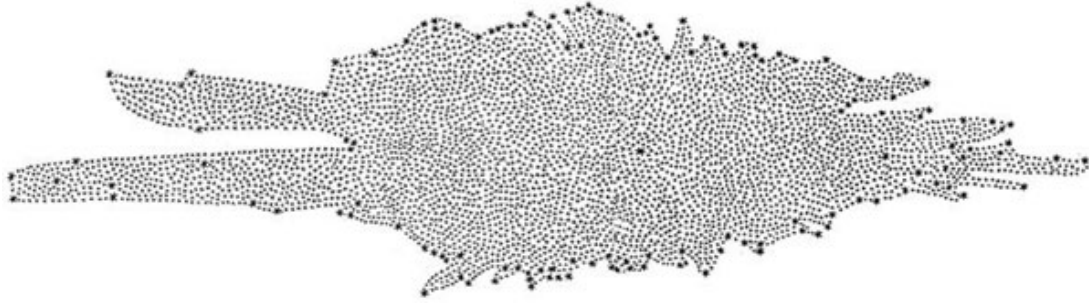
XRAVE kataloğundaki veriler elverişli olduğu için kızılötesi artıkları kullanılarak XRAVE'de kataklismik değişenler aranmıştır. Literatürdeki kataklismik değişen sayısının 1000 civarında olduğu dikkate alınırca bulunan her sistemin faydalı olacağı düşünülebilir.

Lityum çekirdek reaksiyonlarında sadece yan ürün olarak üretilir ve 2,500,000 K'i aşan sıcaklıklarda proton yakalayarak başka elementlere dönüşür. Yani, yıldızların sahip olduğu lityumun çoğu ilkel nükleosentezde üretilmiştir. Katalog lityum açısından zengin devler bulmak ve dolayısıyla dev yıldızlardaki lityum üretimini betimleyen modelleri sınamak için araştırılmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. GALAKSİMİZİN YAPISI

Galaksimizin yapısı hakkındaki ilk çalışmalar 150 yılı aşkın bir süre önce Herschel tarafından yıldız sayımlarıyla yapılmıştır (Herschel, 1847). Herschel'in elde ettiği Samanyolu haritası Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Yıldız sayımları Galaksideki farklı konumlarda, parlaklık aralıklarına göre birim alan başına düşen yıldız sayısını gösterir. O dönemde yıldızlararası kızarma henüz keşfedilmemiş olduğu için yıldızların uzaklıkları yanlış tayin edilmiştir. Dolayısıyla Herschel'in sayımları gerçeği yansıtmaz. Yaklaşık 40 yıl önce, 1980'lerde, teknolojinin gelişmesi ile yıldız sayımları çalışmalarına devam edilmeye başlanmıştır.

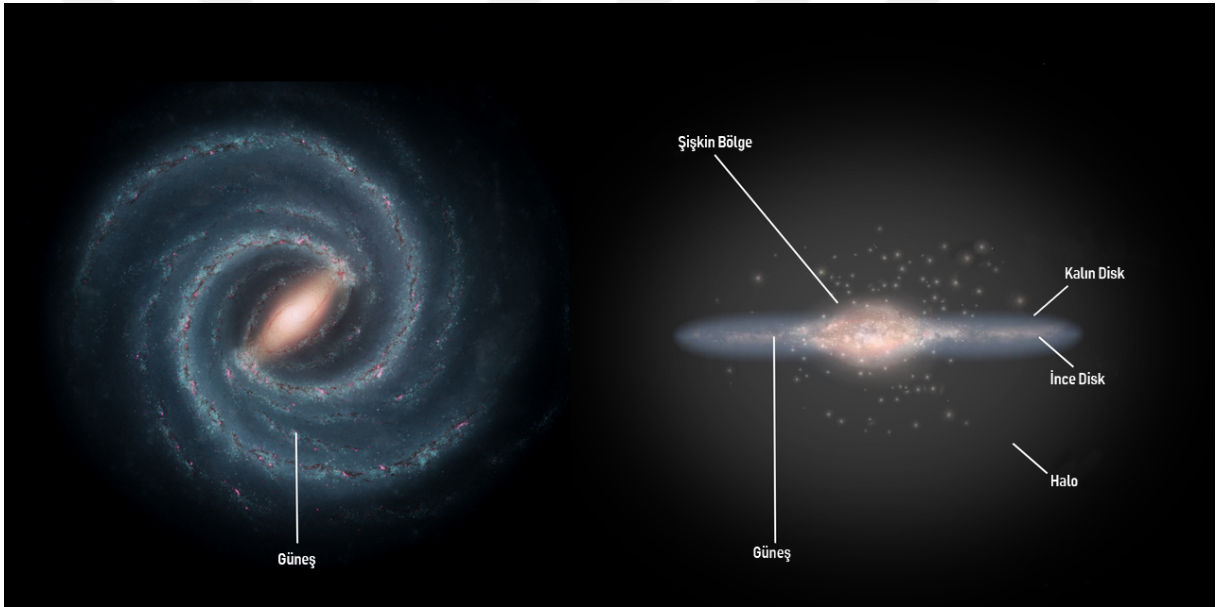


Şekil 2.1: Herschel'in oluşturduğu Samanyolu haritası (Herschel, 1847).

Yıldızlardan alınan spektrumlar radyal hız ve atmosferik parametreler, yani, yüzey çekim ivmesi, yüzey sıcaklığı ve kimyasal bolluk hakkında bilgi sağladığından Galaktik yapı çalışmalarında yaşamsal önem taşır. Spektroskopi günümüzde teknolojideki gelişmelere rağmen hala zaman alan bir süreçtir. Harcanacak zamandan tasarruf edebilmek için yıldızların parlaklıklarının ve öz hareketlerinin bilinmesi gereklidir. Bir spektroskopik taramaya hangi yıldızların dahil edilip hangilerinin edilmeyeceğini belirleyen seçim kriterleri bu açıdan önemli bir rol oynar. Kriterler taramanın Galaksinin istenilen bileşenine, yani ince disk, kalın disk, halo veya şişkin bölgeye odaklanmasını sağlar. Tarama yapıldıktan sonra elde edilen veriler seçim kriterlerinin benimsenmesinde kullanılan modele göre yorumlanır ve tutarsızlıklar varsa bunlar ya modelin geliştirilmesi veya benzer bir tarama daha yapılması vasıtası ile verinin geliştirilmesi ile düzeltilir.

Galaksimizdeki yıldızlar incelendiğinde yaş, kinematik ve dinamik özellikler ve metal bolluğu açısından ikiye ayrıldıkları görülür (Baade, 1946). Baade (1946) bu ayrıma popülasyon ayrımı demiştir: genç, hızlı, Galaksi düzleminde dikey doğrultuda çok uzaklaşmayan, metalce zengin olan ve çoğunlukla disk yıldızlarından oluşan popülasyona Pop I, yaşlı, daha yavaş hareket eden, yüksek eksantrisiteli yörüngeleri olan, metalce fakir ve haloda baskın olan popülasyona ise Pop II denir.

Bir spiral galaksi olan Samanyolu'nun yapısındaki bileşenler ince ve kalın disk, şişkin bölge ve halodur (Gilmore ve Reid, 1983; Gilmore ve Wyse, 1985). Galaksimizin uzaktan görüntüsü ve bileşenleri Şekil 2.2'de gösterilmiştir³.



Şekil 2.2: Samanyolu'na uzaktan bakış ve bileşenleri (sanatçının izlenimi).

2.1.1. İnce Disk

Güneş Sistemi'nin de bir parçası olduğu, genç ve metalce zengin yıldızlarla birlikte, büyük molekül bulutlarına, yıldız oluşum alanlarına ve açık kümelerin çoğunluğuna ev sahipliği yapan ince disk, içinde olduğumuz için en yakın ve en iyi bilinen Galaksi bileşenidir.

İnce diskteki yıldızların Galaksi merkezi etrafındaki yörüngeleri neredeyse dairesel olup Güneş civarındaki dolanma hızları $v = 220 \text{ km.s}^{-1}$ dir. İnce disk yıldızlarının hız dispersiyonları $(\sigma_U; \sigma_V; \sigma_W) = (35; 20; 16) \text{ km.s}^{-1}$ dir (Bensby ve diğ., 2003). Güneş merkezli,

³ <https://sci.esa.int/web/gaia/-/58206-anatomy-of-the-milky-way>

yaklaşık 1 kpc yarıçapı olan kürenin içinde kalan bölgeye Güneş civarı veya Güneş komşuluğu denir (Wyse, 2006). Güneş civarındaki yıldızların metal bolluğu ortalaması 0 dex'tir (Haywood, 2001). İnce disk yıldızları kendi arasında genç ve yaşlı olmak üzere ikiye ayrılır. İnce diskin yaş aralığının 0 - 10 milyar yıl aralığında değişmektedir (Haywood ve diğ., 2013). Güneş'in de dahil olduğu genç ince disk yıldızları spiral kollarda bulunurken, yaşlı ince disk yıldızları diskten 300 pc kadar yukarıda bulunur ve Galaksi düzlemine göre simetrik olarak dağılmıştır (Gilmore ve Reid, 1983; Robin ve diğ., 1996). İnce diskin uzunluk ölçeği 3 kpc ve yükseklik ölçeği 0.3 kpc'tir (Sparke ve Gallagher, 2007). Uzunluk ve yükseklik ölçekleri, sırası ile, yıldız yüzey yoğunluklarının e çarpanı kadar azalması için Galaksi düzleminde ve Galaksi düzlemine dik olan düzlemde gidilmesi gereken mesafedir. İnce diskin yerel yıldız yüzey yoğunluğu $\Sigma^* \approx 35 M_{\odot} \text{ pc}^{-2}$ dir (Kuijken ve Gilmore, 1989; Flynn ve diğ., 2006).

Galaksinin metal bolluğu ve evrimi incelenirken F ve G spektrel tipindeki cüce yıldızlar kullanılır. RAVE'deki örneğin çoğunu oluşturan bu uzun ömürlü yıldızların anakoldaki yaşamları boyunca enerji iletimi radyasyon vasıtası ile yapılır ve atmosferleri ilk oluştuğu ortamın kimyasal özelliğini taşır.

Güneş civarındaki geçmişteki yıldız oluşum süreci çeşitli yöntemlerle incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yıldız oluşumunun Galaksinin oluşumu ile yaklaşık olarak eş zamanlı olduğunu ve günümüze kadar sabit bir hızla devam ettiğini göstermektedir (Hernandez ve diğ., 2000; Rocha-Pinto ve diğ., 2000).

2.1.2. Kalın Disk

Samanyolu'nun diskinin ikinci parçası olan kalın diskin varlığı ilk kez Gilmore ve Reid (1983) tarafından ortaya atılmıştır. Günümüzde farklı bir bileşen olarak ele alınmaktadır. Kalın diskin ayrı bir yapı olarak ele alınmasındaki en önemli delil herhangi bir metal bolluğu gradiyentinin var olmamasıdır (Gilmore ve diğ., 1995; Ivezić ve diğ., 2008). Kalın diskin uzunluk ölçeği ince diskle eşit olup (3 kpc) ve yükseklik ölçeği ise 1 kpc olup daha büyüktür (Sparke ve Gallagher, 2007). Bu kalın disk yıldızlarının, ince disk yıldızlarına göre, Galaksi düzlemine dik doğrultuda ilerlendikçe sayı yoğunluğunun daha yavaş azaldığı anlamına gelir.

Kalın diskin karakteristik hız dispersiyonları $(\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W) = (63, 39, 39)$ km.s⁻¹dir (Soubiran ve diğ., 2003). Bu değerler ince diskin, sırası ile, 35, 20 ve 16 km.s⁻¹lik hız dispersiyonlarından farklıdır. Aradaki fark, ince diskteki yıldızların Güneş civarındaki çekimsel tedirginliklerden dolayı ısınmasıyla ulaşabileceği değerlerden fazladır (Wyse, 2006) ve kalın diskin başlı başına bir yapı olduğuna işaret eder.

Kalın disk yıldızları ince disk yıldızlarından daha yaşlı ve metalce daha fakirdir: kalın disk yıldızları için metal bolluğu $-0.6 < [Fe/H] < +0.4$ dex aralığında değişir (Hayden ve diğ., 2017). Kalın disk yıldızları ince disk yıldızlarına kıyasla metalce fakir olmakla birlikte alfa element bolluğu açısından zengindir. Bunun sebebi kalın disk yıldızlarının atalarının Tip II süpernovaları olmasıdır. Dolayısıyla, kalın disk yıldızlarında bir metal bolluğu gradiyenti görülmez ve kısa bir zaman aralığında, hızlı evrimleşirler. Bu sonuç kalın diskte tespit edilen sifıra yakın metal bolluğu gradiyenti tarafından desteklenmektedir (Gilmore ve diğ., 1995; Ivezić ve diğ., 2008). Metal bolluğu dağılımlarına göre tanımlanmış bir popülasyon ayrımı, Galaksinin yapısının ve geçmişinin anlaşılmasında önemlidir (Freeman ve Bland-Hawthorn, 2002).

Galaksi düzlemine dik doğrultuda ve Galaksi düzlemi doğrultusunda yaş ve metal bolluk dağılımlarının en iyi tayin edilebildiği yer Güneş civarıdır. Fakat Güneş civarında baskın bileşen ince disk olduğu için örneklerde ince disk verilerinin kalın disk yıldızlarının verileri ile kirlenmesi, ve tam tersi, söz konusudur. Bu problemi çözmek için disk düzleminin yaklaşık 1 kpc kadar yukarısındaki bir alanla çalışarak saf bir kalın disk örneği kullanılabilir. İnce diskin yükseklik ölçeği 0.3 kpc olduğu için 1 kpc gibi yüksekliklerde çok az sayıda ince disk yıldızı bulunacağından örnek kirlenmez. Bu tür saf örneklerle çalışıldığında kalın diskin sıklık yoğunluğunun zirveye ulaştığı metal bolluğu yaklaşık -0.6 dex'tir. Kalın diskteki yıldızların yaşları benzer metal bolluğuna sahip küresel küme yıldızlarınınkine eşittir: 10 - 12 milyar yıl (Gilmore ve Wyse, 1985; Ratnatunga ve Freeman, 1989; Morrison ve diğ., 1990; Gilmore ve diğ., 1995). Bu dar yaş aralığı, ince diskteki geniş yaş aralığı ile ele alındığında, kalın diskin geniş bir zaman dilimi içerisinde ince diskin ısınmasıyla oluştuğu fikrini öne süren modellere karşı çıkar.

2.1.3. Şişkin Bölge, Çubuk ve Burulma

Şişkin bölge Galaksinin merkezinde yer alır ve yarıçapı yaklaşık 2 kpc'tir; içinde geniş bir metal bolluğu aralığına yayılan hem genç hem yaşlı yıldızlar barındıran karmaşık bir yapısı vardır. Galaksimizin en parlak kısmı olan şişkin bölge küresel bir görüntüye sahiptir. Bununla beraber, parlak olduğu halde zengin toz içeriğinden dolayı görsel bölgede gözlenmesi çok zordur. Schlegel ve diğ. (1998)'nin toz haritalarına göre görünür ışıpta şişkin bölge civarındaki kızarma yaklaşık 30^m 'dir. Şişkin bölgeyi gözlemek için ya elektromanyetik spektrumun tozun daha az etkili olduğu bölgeleri ya da görsel bölgede sönükleşmenin göreceli olarak az olduğu kızılötesi gibi "pencereler" tercih edilir.

Şişkin bölgenin varlığı, bölgedeki yıldızların Galaksi merkezi etrafındaki dolanma eğrilerinden anlaşılmıştır. Küresel bir görüntüye sahip olmakla birlikte yapısı aslında üç eksenli ve çubukludur. K devlerinin metal bolluğu ince diskteki yaşlı yıldızlara benzer: Güneş bolluğundan biraz düşüktür (McWilliam ve Rich, 1994; Ibata ve Gilmore, 1995; Fulbright ve diğ., 2006). Şişkin bölgedeki yıldızlar ortalama olarak yaşlıdır (10 - 12 milyar yıl). Yaşlı olmayanlar düşük enlemlerde bulunurlar (Ortolani ve diğ., 1995; Feltzing ve Gilmore, 2000; Kuijken ve Rich, 2002; van Loon ve diğ., 2003).

Galaksinin merkezinde bir çubuğun varlığını öne süren ilk bilim insanı Galaksimizin bir spiral galaksi olduğu fikrini de ilk ortaya atanlardan olan de Vaucouleurs (1964) olmuştur. Bu sonuca Galaksi merkezi etrafında dairesel olmayan yörüngelerde hareket eden gaz akıntılarını gözlemleyerek ulaşmıştır. Bunu takiben gaz akıntıları daha ayrıntılı şekilde gözlemlenmiş ve bunlarla birlikte Binney ve diğ. (1991)'nin kinematik çalışmaları, Blitz ve Spergel (1991)'in yüzey parlaklık ölçümleri ve Nakada ve diğ. (1991)'nin yıldız sayımları da kullanılarak Güneş'ten Galaksi merkezine uzanan doğrultuyla yaklaşık 22° lik bir açı yapan (Babusiaux ve Gilmore, 2005) bir çubuğun varlığı doğrulanmıştır.

Galaksi diskinin sınırlarını ve şeklini anlamak için en çok kullanılan yöntem hidrojendeki elektronun spinini değiştirmesiyle oluşan aşırı ince yapı geçişi olan 21 cm dalga boyu nötral hidrojen çizgisi gözlemidir. Bu gözlemler kullanılarak diskin uç kısımlarına doğru gidildikçe bir burulma olduğu sonucuna varılmıştır (Burke, 1957; Kerr, 1957; Burton ve diğ., 1992; Poggio ve diğ., 2018). Burulmanın varlığı COBE (Cosmic Background Explorer) uydusunun

gözlemleri ile desteklenmiştir (Freudenreich ve diğ., 1994; Freudenreich, 1998; Drimmel ve Spergel, 2001).

2.1.4. Halo

Halo Galaksinin en dış bileşeni olup baskın popülasyon yaşlı ve metalce fakir yıldızlardır, Galaksi etrafındaki dolanımlarını düşük açısal momentumlu yörüngelerde gerçekleştirirler. Anakoldaki F ve G spektrel tipinden yıldızlar ve RR Lyrae yıldızlarıyla yapılan incelemelere göre halo iki kısımdan oluşur (Hartwick, 1987): Galaksi merkezinden 10 kpc'e kadar uzanan iç halo ve 10 kpc'ten 100 kpc'e kadar uzanan dış halo. İç haloda eksen oranı yaklaşık 0.6'dır (Bilir ve diğ., 2008) ve oldukça düz bir yapıya sahiptir (Hartwick, 1987; Wyse ve Gilmore, 1989); uzaklık arttıkça ve dış haloya geçildikçe şekil yuvarlaklaşır ve 20 kpc'te küresel bir yapıya sahip olur (Vivas ve Zinn, 2006).

Halodaki yıldızların ortalama yaşları yaklaşık 13 milyar yıldır (Carney ve diğ., 1990). Bu, haloyu Galaksimizin en yaşlı bileşeni olarak belirler. Halo yıldızlarının metal bollukları yaklaşık -1.5 dex'tir (Ryan ve Norris, 1991, Fulbright, 2002; Stephens ve Boesgaard, 2002; Tolstoy ve diğ., 2003; Venn ve diğ., 2004); bu değer -1 dex'in altında olup Samanyolu'nun uydu galaksilerinden çok farklıdır. Uydu galaksiler gibi sistemlerden haloya yıldız yığılması halo kütesinin %10'u ile sınırlıdır (Searle ve Zinn, 1978; Eggen ve diğ., 1962; Unavane ve diğ., 1996, Samland ve Gerhard, 2003). Haloda gaz ve toz olmadığından kimyasal olarak diske göre daha evrimleşmiş olması beklenir. Düşük kütleli halo yıldız oluşum bölgelerinden merkezi bölgelere doğru bir gaz akıntısı olmuş olabilir. Sagittarius cüce galaksisinden Galaksimize katılan ve katılmakta olan yıldızların oluşturduğu akıntı (Martinez-Delgado ve diğ., 2010) halonun halen oluşumuna devam etmekte olduğuna ait bir delildir.

Halo yıldızlarındaki hafif metallerin bollukları hiç saçılmayarak $[α/Fe]$ 'de düz bir plato betimler. Bu bulgu, halo yıldızlarının kısa bir zaman aralığı içerisinde oluştuğunu ve Tip II süpernovalar olarak patlayan yıldızlar tarafından metalce zenginleştirilmiş olması olasılığını gösterir (Cayrel ve diğ., 2004).

2.2. GOULD DİSKİ

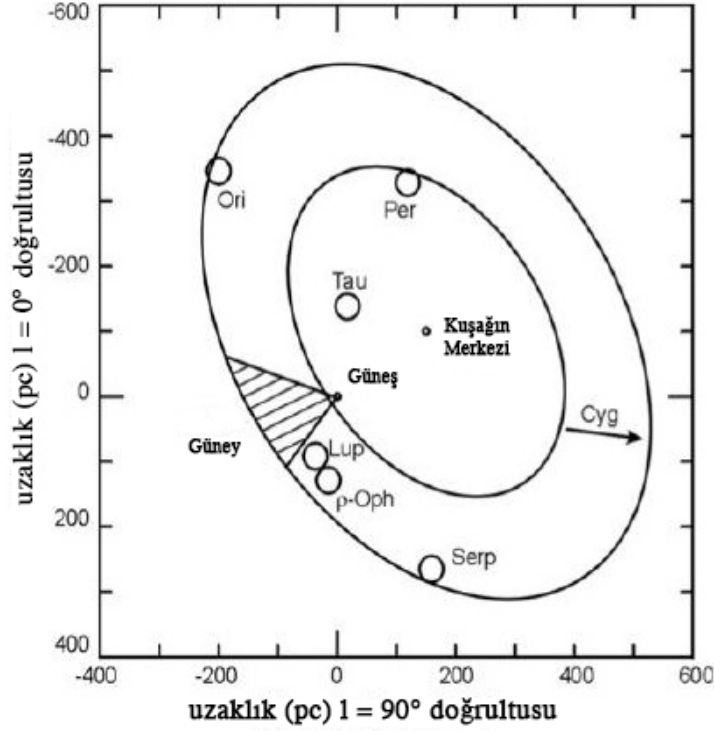
Gould diski veya diğer adıyla Gould kuşağı ilk kez Herschel (1847) tarafından gözlenmiş olup ismini başlı başına bir yapı olduğunu anlayıp kutuplarının ve iniş ve çıkış düğümlerinin

Galaktik koordinatlarını belirleyen Gould (1879)'un çalışmasından alır. Gould diski Güney Yarıkürede bulunan, parlak yıldızlardan oluşan, 20° kalınlığında, ekvatorla 24° lik bir açı yapan bir yapıdır (Comerón ve Torra, 1994). Diskteki yıldızlar X-ışınlarında aktiftir ve uzaklıkları 600 pc'e kadar uzanır (Olano, 1982; Fresneau ve diğ., 1996; Poppel, 1997; Guillout ve diğ., 1998). Gould diski yıldızları için literatürde verilmiş yaş aralıkları oldukça değişken olup çoğunlukla alt sınır olarak 20 - 30 milyon yıl, üst sınır olarak da 100 milyon yıl mertebesinde değerler verilmiştir (Ogorodnikov, 1965; Olano, 1982; Poppel, 1997; Guillout ve diğ., 1998; Wichmann ve diğ., 2003; Bekki, 2009). Tüm bu kriterleri sağlayan bir yıldız kesin olarak Gould diski üyesidir denemez, çünkü kriterleri sağlayan yıldızların %40'ı disk üyesi değil, sadece uygun görüş hizasında olan yıldızlardır (Olano, 1982; Poppel 1997; Guillout ve diğ. 1998). Dolayısıyla diske ait kesin üyeler belirlemek zorlu bir iştir.

Gould diski Güneş'e en yakın yıldız-gaz kompleksi olduğu için önemlidir. Benzer yapılar hem Galaksimizde (Efremov, 1998) hem de başka spiral galaksilerde (Efremov ve Elmegreen, 1998) gözlemlenmiştir. Comerón (2001) M83 galaksisinde galaksinin spiral yapısından bağımsız, galaksi merkezine uzaklığı ve yaşı Gould diskine yakın olan benzer bir yapı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, Gould diski gibi yapıların Galaksimize özgü olmadığını ve diğer galaksilerde de görülebileceğinin bir kanıtıdır. Yani, Gould diskinin incelenmesi, yapısının ve evriminin anlaşılması, daha net bir şekilde tanımlanması ve oluşumunun kavranması sadece Samanyolu'nun değil, başka spiral galaksilerin de anlaşılmasında faydalı olacaktır.

Gould diski çok net bir şekilde tanımlanmamıştır. Üyelik için kullanılan parametreler olan Galaktik konum, uzaklık, X-ışını lüminozitesi ve yaştaki sınırlamalar literatürde yazardan yazara ciddi değişiklikler gösterir. Bu tutarsızlık diskin oluşumu hakkında birbiriyle çelişen fikirlerin meydana çıkmasına sebep olur: Bobylev (2014) diskin Galaksiye dahil olmayıp farklı bir yapı olduğunu söylerken, Bekki (2009) bir karanlık madde öbeğinin bir gaz bulutuyla çarpışmasının diskin oluşumunu tetiklediğini iddia eder.

Gould diskinin şekli ve Güneş'in diske göre konumu Şekil 2.3'te gösterilmiştir (görsel Joint Astronomy Centre Gould Kuşağı Taramasından alınmıştır). Şekildeki y-ekseni Güneş'ten $l = 0^\circ$ doğrultusunda pc cinsinden uzaklığı, x-ekseni ise Güneş'ten $l = 90^\circ$ doğrultusunda pc cinsinden uzaklığı belirtmektedir.



Şekil 2.3: Gould diskinin gökyüzündeki konumu (şekildeki iç içe halkalar). Şekildeki küçük halkalar takımyıldızlar doğrultusundaki yıldız oluşum bölgelerini göstermektedir. Güneş diskin merkezinden yaklaşık 200 pc uzaktadır.

2.3. YEREL YILDIZ OLUŞUM ORANI

Birim zamanda, birim yüzeyde gaz ve toz bulutlarından yıldızla dönüşen kütleyi betimleyen bir parametre olan YOO Galaksinin günümüzdeki görüngülerini yorumlayabilmemizi sağlar. Bunun sebebi YOO'nun bu görüngülerin Galaksinin oluşumu ve evrimi boyunca içindeki gaz ve tozun ne hızla yıldızla dönüştüğünü betimlemesidir. Yıldız oluşumu dev moleküler bulutlarda hızlıca gerçekleşir. Bir yıldız oluşum bölgesinde 10 milyon yıldan yaşlı yıldızlar bulunmaz (Larson, 1981); ayrıca, içinde yıldız oluşum bölgesi bulunmayan dev moleküler bulutların sayısı çok olmadığı için YOO'nun bulut sayısına ve bulut oluşum oranına bağlı olduğu söylenebilir. Yerel YOO Güneş komşuluğundaki, yani Güneş merkezli yarıçapı 1 kpc olan küredeki, YOO'yu betimlemektedir.

Güneş civarındaki YOO'nun gerçekçi bir kimyasal galaksi modeli sağlayıp sağlayamayacağını kontrol etmek amacıyla Güneş civarına kapalı kutu modeli uygulanmıştır. Kapalı kutu modelinde ortamdaki gazın bir fonksiyonu olan YOO'ya göre başlangıçtaki gaz yıldızlara çevrilmiştir. Bu modelde bazı varsayımlar yapılmıştır: (i) IMF (Initial Mass

Function - Başlangıç Kütle Fonksiyonu) evrenseldir ve zamanla değişim göstermez; (ii) sistemin başlangıç metal bolluğu sıfırdır; (iii) sistem kimyasal olarak homojendir; yani yıldızlararası ortamı zenginleştiren dikkate değer miktarda saçılma yoktur. Kapalı kutu modelinin çıktıları ile Güneş civarındaki yıldızların yaşlarının kıyaslanması sonucunda modelin fazladan G tipi metalce fakir cüce yıldızların varlığını öngördüğü ve homojenlik varsayımı yüzünden modelin yaş ile metal bolluğu arasında birebir bir ilişki öngördüğü sonuçlarına ulaşılmıştır. Modelin fazladan metalce fakir yıldızları öngörmesine G cüce problemi denir (Searle ve Sargent, 1972; Pagel ve Patchett, 1975; Haywood, 2001; Caimmi, 2008). Ayrıca, G cüce problemi sadece diskte değil, halo ve şişkin bölgede de görülür (Hartwick, 1976; Prantzos, 2003; Ferreras ve diğ., 2003). Hatta, G cüce problemi sadece Samanyolu'nda değil, başka galaksilerde de görülür (Worthey ve diğ., 1996). G cüce problemine birçok çözüm önerilmiştir. En çok kabul gören çözümler içe gaz düşmesi, başlangıç kütle fonksiyonunun zamana bağlı olması ve Galaksinin önceden zenginleştirilmesidir. İkinci çözüm G cüce problemini çözer, fakat diğer gözlemsel verilerle uyumu azaltır. Son çözümdeki sorun ise önceden zenginleştirmenin haloda gözlenen değerleri sağlayamamasıdır (Hartwick, 1976). En iyi çözüm sabit bir başlangıç kütle fonksiyonu olması ve Galaksi diskine sürekli gaz düşmesidir. Ayrıca, bunun için gözlemsel delil de mevcuttur: Galaksimizin diskine yüksek hızlı bulutlar düşer (Wakker, 1991).

2.4. ÇİFT YILDIZLAR

Çift yıldız terimi, kütle çekimin etkisiyle ortak kütle merkezi etrafında dolanmakta olan bir ikili yıldız sistemini ifade eder. Eğer sistemdeki yıldız sayısı ikiden fazlaysa bu tür sistemlere çoklu sistem denir. Uzak çift sistemler göze genellikle tek bir cisimmiş gibi gözükse de çeşitli yöntemlerle gerçek doğaları ortaya konabilir. Gökyüzünde gördüğümüz yıldızların yaklaşık olarak yarısı aslında bir çift veya çoklu sistemin üyesi olduğu düşünülmektedir (Lada, 2006).

Gökyüzündeki bir yıldızın aslında bir çift veya çoklu sistem üyesi olup olmadığını irdelemek için birkaç genel yöntem vardır: görsel, spektroskopik, fotometrik, astrometrik. Bunlar aynı zamanda çift yıldızların türleridir. Fakat, bir türe dâhil olmak, diğer bir türe dâhil olmayı engellemez; örneğin bir spektroskopik çift aynı zamanda bir örten çift olabilir. Görsel sistemlerde kuvvetli bir teleskop yardımıyla, sistemin yörüngesi de izin veriyorsa, sistemdeki bileşenler tek başına gözlemlenebilir. Spektroskopik çiftlerde spektrel çizgilerin Doppler kaymaları incelenir ve sistemin görüş doğrultusundaki hızının, yani radyal hızının, düzenli bir

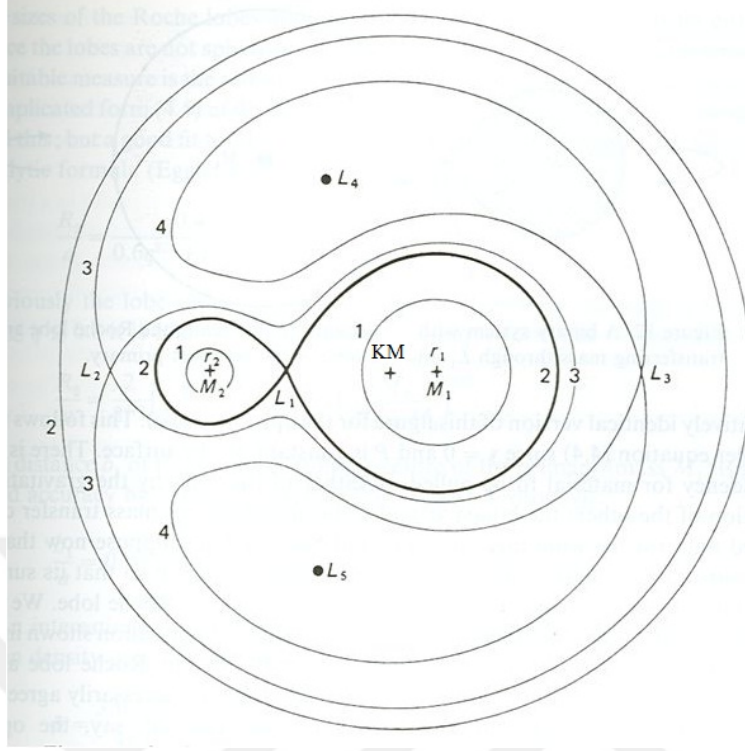
şekilde deđiştđđ görölür. Buradan sistemin iki yıldızdan oluştđđđđ anlaşılr. Örtlen çift sistemlerde, bileşenlerden biri diğerini düzenli olarak örter ve sistemden gelen ışık şiddetinde bir dalgalanma olur. Parlak olan yıldız arkada kaldıđđında oluştđđan tutulma şiddetli olur ve buna baş tutulma denir; tersi söz konusu olduđđında ise ikincil tutulma gözlemlenir. Bu düzenli dalgalanma sadece yakındaki bir başka yıldızın diğer yıldızın önünden veya arkasından geçmesi ile olacađđı için bir çift sistem olduđđu kanısına varılır. Yıldızları birbirine yeterince yakın olan, fakat tutulma göstermeyen çift sistemler, bir yıldızın diğerinin ışıđđını yansıtması ile parlaklıđđında görülen artış kullanılarak, fotometrik olarak tespit edilebilir. Uzayda etrafında bir şey olmadıđđı halde yörüngesinde küçük tedirginlikler yaratarak hareket eden yıldızlar astrometrik çiftleri oluşturur. Yörüngedeki bu ufak tedirginlikler ortak kütle merkezi etrafında dönerken bileşen yıldızın kütlelerinin etkisiyle gerçekleşir.

Görsel çift kavramı optik çift kavramı ile karıştırılmamalıdır: optik çiftler aynı veya yakın bir görüş doğrultusunda bulunup aslında kütle çekimsel olarak birbirine bađđlı olmayan yıldızlardır; yani sadece gözümüze çift sistemmiş gibi gözüküp aslında optik çift veya, iki veya daha çok ayrı yıldız barındıran, çoklu sistemlerdir.

2.4.1. Yakın Çift Yıldızlar

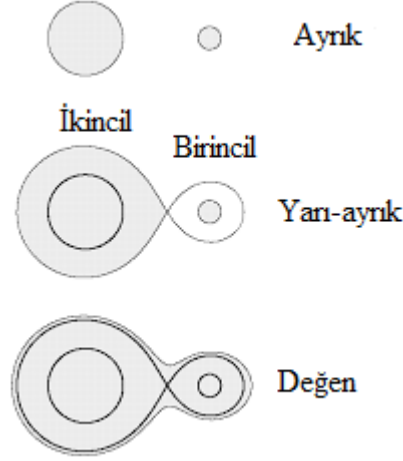
Çift sistemlerin çođđunluđđunda yıldızlar birbirlerine kütle çekimiyle bađđlı olmalarına rađđmen birbirlerinden yeterince uzaktır ve bađđımsız bir şekilde evrimleşirler. Yakın çift yıldız sistemlerinde yıldızların arasındaki uzaklık kendi boyutları ile kıyaslanabilir mertebededir. Bu da yıldızların birbirlerinin evriminde, kütle aktarımı vasıtası ile, aktif şekilde rol alarak evrimlerinin dođđal akışını bozmasına sebep olabilir.

Bir çift sistemde bir yıldızın maddesinin kütle çekimiyle ona bađđlı kalabileceđđi eş potansiyel yüzeylerine Roche lobu denir. Roche lobunun damlaya benzer bir şekli vardır ve damlanın sivri kısmı diğer yıldızın olduđđu tarafa bakar ve ucu iç Lagrange noktası L_1 'i temsil eder. Diğer yıldızın Roche lobunun sivri ucu da L_1 'dedir. Yani, L_1 , iki yıldızın kütle çekiminin eşit olduđđu noktadır. Bir yakın çift sistemdeki Roche lobları ve Lagrange noktaları Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Bir yakın çift sistemdeki Roche lobları ve Lagrange noktaları (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 ve L_5). KM sistemin kütle merkezini göstermektedir.

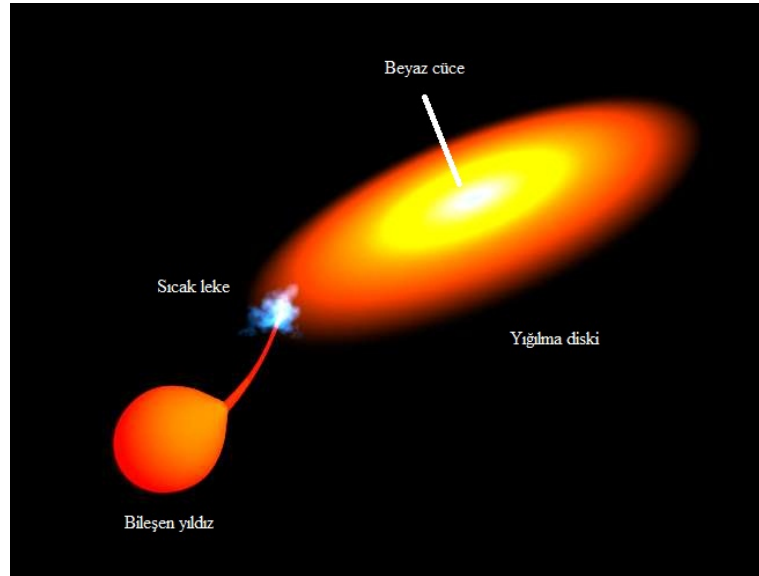
Yakın çift sistemler eş potansiyel yüzeylerinin, yani Roche loblarının, dolulukuna göre sınıflandırılır (Şekil 2.5). Eğer yıldızların ikisi de Roche loblarının içini doldurmuyorsa ve merkezleri aralarındaki uzaklık yarıçaplarının toplamından daha fazla ise bu sistemlere ayırık çift yıldızlar denir (Şekil 2.5, üst panel). Yıldızlardan biri Roche lobunu doldurduysa atmosferindeki maddenin bir kısmı uzaya kaçır ve diğer yıldız tarafından yakalanır. Bu mekanizmaya kütle aktarımı denir. Bu tür yakın çift sistemlere ise yarı ayırık çift yıldızlar denir (Şekil 2.5, orta panel). Bölüm 2.3.2'de ele alınacak olan kataklismik değişenler yarı ayırık çift sistemlerin özel bir alt türüdür. Değen çift sistemlerde ise her iki yıldız da Roche lobunu doldurmuştur ve yıldızların etrafında bir eş potansiyel zarfı vardır (Şekil 2.5, alt panel). Bu tür yıldızlar zamanla kavuşup tek bir yıldız oluşturabilir (Voss ve Tauris, 2003).



Şekil 2.5: Ayrık (üst), yarı ayrıık (orta) ve değen (alt) çift sistemlerdeki Roche lobları.

2.4.2. Katakлизмik Değişenler

Katakлизмik değişen yıldızlar veya kısaca katakлизмik değişenler baş yıldızı bir beyaz cüce bileşeni ise geç tayf türünden bir anakol yıldızı olan ve ikincil yıldızdan birincil yıldıza madde aktarımı olan yarı ayrıık çift yıldız sistemleridir. Bir katakлизмik değişenin baskın gözlemsel özellikleri kütle transferi ve beyaz cücenin manyetik alanıdır. Katakлизмik değişenler açısız momentumun kaybı ile gittikçe kısalan dönemlere doğru evrimleşir. Manyetik olmayan bir katakлизмik değişenin görünümü Şekil 2.6’da sanatçı izlenimi şeklinde gösterilmiştir⁴.



Şekil 2.6: Manyetik olmayan bir katakлизмik değişenin yapısı. Şekilde beyaz cüce, etrafındaki yığılma diski, diskin üzerindeki sıcak leke, kütle aktarımı ve bileşen yıldız görülmektedir.

⁴ <https://cronodon.com/SpaceTech/CVAccretionDisc.html>

Kütle transferinin ardındaki mekanizma bileşen yıldızın Roche lobunu doldurması ve maddenin yıldızdan taşarak beyaz cücenin kuvvetli kütle çekim alanına kapılmasıdır. Madde bileşen yıldızdan iç Lagrange noktası L_1 'de kopar ve beyaz cüceye doğru düşer; fakat beyaz cüce küçük olduğu ve ona doğru düşmekte olan maddenin açısal momentumu yüksek olduğu için madde doğrudan beyaz cücenin üzerine düşmek yerine spirallenir ve yeni gelen madde ile sürtünme sonucu açısal momentum alışverişi ile yayılır; ve bir yığılma diski oluşturur. Bileşenden gelen madde akımı kesilmediği ve hızla yığılma diskinin üzerine düşmeye devam ettiği için temas noktası bir sıcak leke halini alır. Eğer beyaz cücenin manyetik alanı yeterince şiddetliyse yığılma diskinin beyaz cüceye yakın iç kısımları oluşmaz, manyetik alan daha da şiddetliyse disk hiç oluşmaz ve akan madde beyaz cüceye manyetik alan çizgileri üzerinden yığılma kolonları veya perdeleri vasıtası ile ulaşır.

Kataklismik değişenler manyetik alan şiddetine göre zayıf, orta ve kuvvetli manyetik kataklismik değişenler olmak üzere üçe ayrılır. Zayıf manyetik sistemlerde beyaz cücenin manyetik alan şiddeti 10^6 G'tan az, orta manyetik kataklismik değişenlerde 10^6 G $< B < 10^7$ G ve kuvvetli manyetik kataklismik değişenlerde veya polarlarda 10^7 G $< B < 10^8$ G'tur (Warner, 1995; Hellier, 2001).

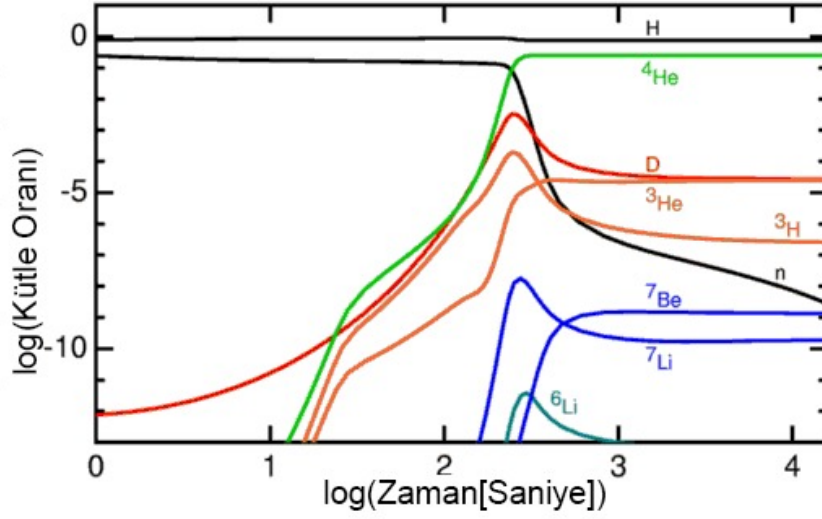
Sıcak leke ve disk kataklismik değişenlerin ışık eğrilerinde ve spektrumlarında gözlenebilir. Kataklismik değişenlerin keşfi, cismin uzun ve kısa dönemli ışık eğrilerinde ve spektrumlarında sıcak leke ve diskten kaynaklı değişimlerin yakalanması ile gerçekleşir.

Yığılma diskinde biriken madde beyaz cüceye düşerken doğrusal değil, spiral şeklinde bir yörünge izler. Maddenin disk boyunca hareketi viskoziteye, yani maddenin akmaya karşı direncine, bağlıdır. Viskoz madde yavaş akarken, düşük viskoziteli madde hızlı hareket eder. Kütle aktarımı hızlıysa diskin viskozitesi düşüktür, sıcaktır ve ışınımın çoğunluğu ondan kaynaklanır. Kütle aktarımı yavaşsa yığılma diskindeki madde viskoz ve göreceli olarak daha soğuktur. Diskteki maddenin akış hızı kütle transferinden yavaşsa, yığılma diskinin kütlesi artar; dolayısıyla yoğunluğu yükselir ve sıcaklığı artar; viskozitesi ise zamanla azalır. Bu durum devam ettikçe kritik bir yüzey yoğunluğuna ulaşılır ve diskteki madde hızla beyaz cüceye doğru akar ve sistemin parlaklığı bir anda çok yükselir. Bu olguya cüce nova patlaması denir. Kataklismik değişenlerde gözlemlenen diğer bir ani parlaklık artışı ise hidrojen bakımından zengin tabakanın beyaz cücenin yüzeyinin üzerinde birikmesinin sonucu olarak şiddetli bir şekilde patlaması ile olur. Bu termonükleer patlama hidrojen tabakasının

çoğunluğunu sistemin kütle çekiminin hâkim olduğu alandan fırlatır. Bu tip patlamalar gösteren kataklismik değişenlere nova veya klasik nova denir. Novalar kütle aktarım hızına göre oluşur ve kataklismik değişenlerin sınıflandırılmalarında kullanılır.

2.5. LİTYUMCA ZENGİN DEVLER

Lityum (${}^7_3\text{Li}$) Büyük Patlama'da üretilen dört elementten birisidir (Steigman, 2007). Büyük Patlama'nın ilk birkaç saatinde üretilen parçacıklar ve kütle oranları Şekil 2.7'de gösterilmiştir (Burles, Nollett ve Turner, 1999). Günümüzde gözlenen yoğunluklardan da tahmin edilebileceği gibi ${}^1_1\text{H}$ ve ${}^4_2\text{He}$ kütlelerinin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Lityum izotoplarından ${}^6_3\text{Li}$ de ilkel nükleosentezde üretilmiş, fakat birkaç dakika içinde hızlıca tükenmiştir. Daha kararlı olan ${}^7_3\text{Li}$ ise yaklaşık iki milyar parçacık başına bir yoğunluğunda kararlılığı yakalamıştır (Coc ve diğ., 2012). Yani, bu aşamada, evrendeki iki milyar parçacıktan bir tanesi ${}^7_3\text{Li}$ 'dir. Lityum $T \gtrsim 2.5 \times 10^6 \text{ K}$ 'den yüksek sıcaklıklarda proton yakalama eğilimi gösterdiğinden Büyük Patlama'da üretilen lityumun büyük kısmı başka elementlere dönüşmüştür. Bu seviyedeki sıcaklıklar normal yıldızların yüzeyinde görülemeyeceğinden yıldızların atmosferlerindeki lityum korunmuştur. Dolayısıyla, lityum sadece yüzeyleri yüksek sıcaklıklara maruz kalmamış yıldızlarda gözlemlenebilir. Bunun sebebi yıldız çekirdeklerinde üretilen lityumun nükleer yanma ile yok olmasıdır.

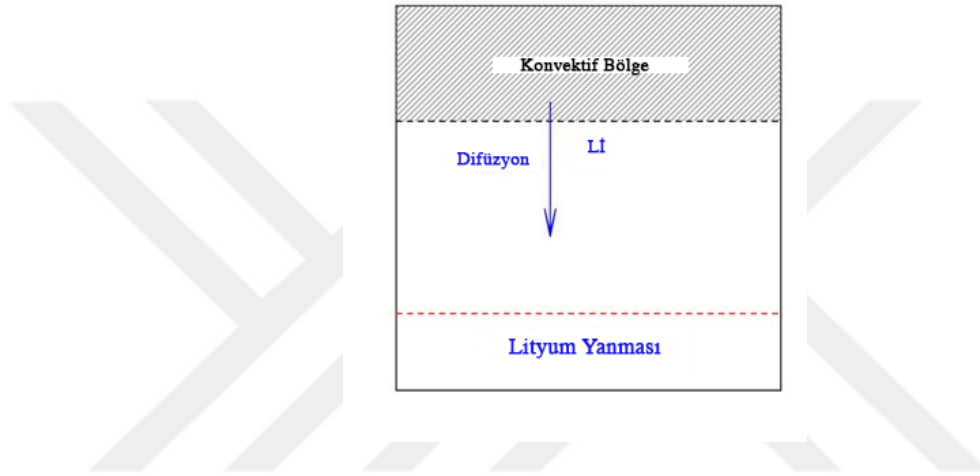


Şekil 2.7: İlk nükleosentezdeki parçacıkların zamana göre değişen kütle oranları. H isimli siyah çizgi protonların, n isimli siyah çizgi nötronların, ^4He isimli yeşil çizgi helyumun, kırmızı çizgi döteryumun, ^3He isimli turuncu çizgi atomik kütlesi üç olan helyumun, ^3H isimli turuncu çizgi trityumun, ^7Be isimli koyu mavi çizgi atomik kütlesi yedi olan berilyumun, ^7Li isimli koyu mavi çizgi lityumun, ^6Li isimli türkuaz çizgi ise atomik kütlesi altı olan lityumun toplam kütle oranını göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi ^6Li birkaç dakika içerisinde tamamen tükenmiştir.

Büyük Patlama'dan arta kalan lityum değerine yıldızlar zaman içinde nükleosentez ile çok küçük bir katkıda bulunmuştur. Dolayısıyla, lityumca zengin yıldızların var olmaması gerekir çünkü bu yıldızların sahip olduğu lityumun kaynağı yıldız nükleosentezi ile açıklanamaz. Bu sebeple lityumca zengin devlerin incelenmesi yıldız evrimi çalışmaları ve Galaktik kimyasal evrimin anlaşılması için önemlidir. Bu yıldızlar nükleosentezden başka yollarla lityum üretebilmektedir. Bu üretim, yalnızca evriminin asimptotik dev kolu aşamasına gelen dev yıldızlarda gerçekleşebilir. Lityum üretimi, atmosferini genişleten yıldız için yavaş nötron ve elektron yakalama mekanizmaları ile gerçekleşir (Abia ve diğ., 2006). Atmosferinin oluşturduğu düşük basınçlı, yüksek elektron yoğunluklu ortamda bulunan iyonize elementler, ortamda bulunan nötron ve elektronlarla etkileşime girerek yıldızın atmosferini lityumca zenginleştirebilir.

Lityum bolluğu $A(\text{Li})$ ile gösterilir: $A(\text{Li}) = \log n(\text{Li}) - \log n(\text{H}) + 12$, yani yıldızdaki lityumun hidrojene oranının bir trilyon katıdır. 12 eklenmesinin, diğer bir deyişle, bir trilyonla çarpılmasının sebebi pozitif sayılarla hesap yapabilmektir. Yukarıda verilmiş oranlara göre ilkel yıldızlarda lityum bolluğu $A(\text{Li}) = 2.72 \pm 0.06$ dex'tir (Cyburt ve diğ., 2008). Metalce fakir yıldızların ($-3.5 \text{ dex} < [Fe/H] < -1 \text{ dex}$) lityum bolluğu bu değer altında olup 2.0 - 2.4

dex aralığındadır (Spite ve Spite, 1982; Ryan ve diğ., 2001; Aoki ve diğ., 2009). Yıldızlar evrimlerinde alt dev aşamasını geçtiklerinde konvektif bölgeleri genişler, iç bölgelerin sıcaklıkları artar ve lityum difüzyonla iç bölgelere geçer ve yanar (Şekil 2.8), dolayısıyla lityum bollukları düşer. Üst kırmızı dev kolundaki yıldızlar için $A(Li) < 0.5$ dex yaygın bir değerdir. $A(Li) > 2.0$ dex eşiğinin üzerinde lityum bolluğuna sahip devlere lityumca zengin denir (Lyubimkov, 2016). Güneş'in metal bolluğuna sahip devlerin %1'i lityumca zengindir (Brown ve diğ., 1989).



Şekil 2.8: Enerji iletiminde konveksiyonun hâkim olduğu bölgenin genişlemesi ile lityumun difüzyonla sıcak iç bölgelere taşınması sonucunda yanması.

Lityum bolluğu ölçümü lityum çizgilerini içeren spektrumların alınmasını gerektirdiği için bir yıldız için edinilmesi zor parametrelerden biridir. Dolayısıyla, literatürde bilinen çok fazla lityumca zengin dev yoktur. Yapılan bir literatür taraması sonucunda bilinen lityumca zengin devlerin sayısının 1000'den az, birkaç 100 mertebesinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Carbon ve diğ. (2018) SDSS DR10'da etraflıca bir arama yapmış ve sekiz aday yıldız bulmuştur; LAMOST ve Kepler taramalarındaki 12,500 devı inceleyen Singh ve diğ. (2019) ise 24 tane lityumca zengin dev tespit etmiştir. Yani, oldukça dar bir örnekleme sahip olan lityumca zengin devlere yapılacak küçük bir katkının bile faydalı olacağı düşünülebilir.

2.6. X-IŞINLARI

X-ışınlarının varlığı 1895'te Wilhelm Konrad Röntgen tarafından kısmen vakumlanmış cam tüpe yüksek voltaj verdiğinde masanın diğer ucundaki ekrandaki parlamayı fark etmesi ile keşfedilmiştir. Şeffaf yüzeylerden geçip mat yüzeylerden yansıyan görsel ışınımın aksine X-ışınları tüm maddelerin içine nüfuz eder. Düz yollar takip eden fotonlar ya içinden geçtikleri

madde ile hiç etkileşmez ya da tekil atomlarla etkileşir. Etkileşme olasılığı atomun çekirdeğindeki proton sayısı, yani atom numarası, ile doğru orantılıdır.

Kara cisim ışımasına göre tüm yıldızlar tüm dalga boylarında ışıma yapar, fakat bu etkinlik sıcaklıkla ilişkilidir ve yıldızın yüzey sıcaklığı ne kadar yüksekse veya diğer bir deyişle, spektral tipi ne kadar erkense, en çok ışıma yaptığı dalga boyu o kadar küçülür. Dolayısıyla, yüzeyi sıcak olan bir yıldızın yüzeyi daha soğuk olan bir yıldıza kıyasla X-ışınlarında daha etkin olması beklenir. G2V spektral tipine sahip olan Güneş'in X-ışını etkinliği azdır.

Yıldızlardan gelen X-ışınlarını gözlemlerken bir problemle karşılaşılır: atmosferimiz dışarıdan gelen tüm X-ışınlarını engeller. Morötesi ışınımın aksine, atmosferin incelendiği yüksekliklerde, yani balonlarda, dağ tepelerinde ve hatta uçaklarda bile gözlem yapmak için durum umutsuzdur. Dolayısıyla, X-ışınlarını gözlemleyebilmek için atmosferin koruyucu etkisinin dışına çıkılması gerekir. Dünya'nın yörüngesine teleskoplar yerleştirilip sürekli X-ışını gözlemleri başlayana kadar X-ışını gözlemleri uzaya fırlatılan roketlerle yapılır ve sadece birkaç dakika sürerdi (Hill ve diğ., 1968).

X-ışınlarının enerjisi 1 V'luk potansiyel farkına maruz kalan bir elektronun kazandığı veya kaybettiği enerji olan elektron volt (eV) ile ölçülür. X-ışınlarını keşfederken Röntgen'in ürettiği ışınların enerjisi yaklaşık 30 keV'dir. Enerjisi 0.5 - 5 keV aralığında olan X-ışınlarına yumuşak, 5 keV'den birkaç MeV mertebesine kadar ulaşanlara ise sert X-ışınları denir. X-ışınlarındaki toplam akı F_x 'le, lüminozite ise L_x 'le gösterilir.

Astronomik ortamlarda X-ışınlarının üretilmesinde etkin olan dört baskın süreç vardır: termal emisyon, sinkrotron, ters Compton saçılması ve kara cisim. Kendi ışınımını geçirebilecek kadar saydam ve yoğunluğu düşük bir sıcak gaz öbeğinde sıcaklık 10^5 K'i aştığında atomlar iyonize olur ve ortam negatif elektron ve pozitif iyonlardan oluşur. Bir elektron bir iyona yakın geçiş yaptığında elektriksel kuvvetler elektronun yörüngesini değiştirir ve bu değişime sebep olan ivme elektronun bir *bremssstrahlung* (yani frenleme ışınımı) yapmasına sebep olur. Termal denge ortamdaki bütün parçacıkların ortalama enerjisinin eşit olduğu ve sadece sıcaklık tarafından belirlenmesi anlamına gelir. Termal dengedeki elektronların hız dağılımı bellidir ve böyle bir ortamdaki elektron-iyon etkileşimlerinden ortaya çıkan radyasyonun enerjisi sadece sıcaklığa bağlıdır. Buna *termal bremsstrahlung* denir. Ortamın sıcaklığının milyon K mertebesine ulaşması durumunda ortaya çıkan radyasyonda X-ışınları baskın olur.

Ortamın sıcaklığına göre değişmekle birlikte genelde ortamdaki tüm elektronlar serbest halde olmaz, yani bazı elementler tümüyle iyonize olmamıştır. Dolayısıyla, elektron-iyon çarpışmalarında bazen elektron iyona bağlı kalan elektronları uyarır ve onları üst enerji seviyelerine çıkartır. Burada kısa süre kalan uyarılmış elektron eski seviyesine döner ve kaybettiği enerjiye eşit bir enerjisi olan bir foton yayımlar. Bu radyasyonu biz spektral çizgiler olarak görürüz ve çizgi radyasyonu deriz. Termal emisyonlardan gözlemlediğimiz X-ışınları termal bremsstrahlung ile çizgi radyasyonunun bir bileşimidir.

Düzgün bir manyetik alanda manyetik alan çizgilerine paralel olmayan bir şekilde hareket eden hızlı bir elektron alanın ona uyguladığı harekete dikey yöndeki kuvvetten dolayı yönünü değiştirir. Hız vektörü değiştigi için elektron ivmelenir ve bunun sonucunda enerji yayar. Buna *manyetik bremsstrahlung* veya *sinkrotron ışınımı* denir. Bu ışınımın yaydığı enerji manyetik alanın şiddetine ve elektronun enerjisine bağlıdır. Eğer elektron manyetik alan çizgilerine paralel hareket ediyorsa ona bir kuvvet etkimez ve ivmelenme ve dolayısıyla ışınım olmaz. Bir nötron yıldızındaki gibi manyetik alan çizgileri düz değilse elektron düzensiz bir şekilde ivmelenerak çeşitli enerjilerde ışınım yapar; buna eğri radyasyonu denir.

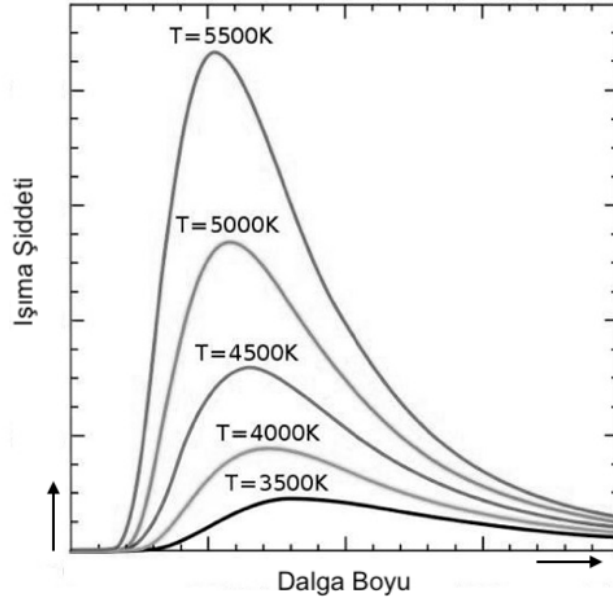
Işık hızına çok yakın hızlarda hareket eden bir elektron fotonlarla çarpışıp X-ışınları üretebilir. Bu durum elektronun çerçevesinden gözlemlendiğinde foton elektrona enerji transfer eder ve *Compton saçılması* olur. Dışarıdan bakıldığında ise, elektronun yüksek hızından dolayı, saçılmış fotonlar Doppler kayması ile yüksek enerjilere kayar ve elektron fotonlara enerji aktarmış olur. Buna *ters Compton saçılması* denir.

Üzerine düşen tüm radyasyonu yansıtmayıp emen bir cisme kara cisim denir. *Kara cisim ışınması* ya bir kara cisim ya da termodinamik dengedeki bir cisim tarafından yayılan ışınma türüdür. Bu tür ışınmaların enerjisi sadece cismin sıcaklığına bağlıdır. Kara cisim ışınması Denklem 2.1'de görüldüğü gibi ifade edilebilir:

$$B_{\nu}(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}, \quad (2.1)$$

burada B birim katı açısı, birim alan ve birim frekans başına düşen gücü, h Planck sabitini, c ışığın boşluktaki hızını, ν söz konusu frekansı, k Boltzmann sabitini, T ise kara cismin sıcaklığını göstermektedir. Bu denklemde ν seçildiği ve T dışında diğer her şey sabit olduğu için kara cismin belirli bir frekanstaki gücü sadece sıcaklığa bağlıdır. Kara cisim ışınmasının

spektrumunun bir sürekliliği vardır ve hem enerjisi hem de zirvesi sıcaklıkla birlikte artar; yani kara cisim ne kadar sıcaksa fotonları da o kadar enerjik olur. Yıldızların da birer kara cisim gibi ışınım yaptıkları varsayılır. Sıcaklıkları 3000 K'den (K, M tipi) 10,000'lerce K'e (O, B tipi) kadar değişiklik gösterir. Her ne kadar ışınımını kendi atmosferleri tarafından ciddi değişikliklere uğrasa da yıldız spektrumları hala kara cisim spektrumunun genel hatlarını taşır. Yıldızların yüzeylerinden X-ışınları yayabilmeleri için yüzey sıcaklıklarının milyon K seviyelerine ulaşması gerekir. Bu mertebede yüzey sıcaklıkları normal yıldızlar için mümkün değildir; ancak bazı kompakt cisimler, nötron yıldızları ve kara delikler, bu tür yüzey sıcaklıklarına erişebilir. Kara cisim ışınımının G-M spektrel tipinden yıldızlar için nasıl değiştiği Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9: G2 - M3 spektrel tipleri için kara cisim ışınımının değişimi. Sıcaklık arttıkça zirve hem yükselmekte hem de daha küçük dalga boyuna, yani daha yüksek enerjiye doğru kaymaktadır. Eksenlerin artış yönü okla gösterilmiştir.

Tez çalışmasında kullanılan katalogdaki yıldızların baskın X-ışın üretim mekanizması büyük olasılıkla bremsstrahlungdur, çünkü evrimleşmemiş yıldızlardan oluşan örnekte sinkrotron ışınımının oluşmasını sağlayacak şiddette bir manyetik alan veya ters Compton saçılmasına sebep olacak bir disk yoktur. Kara cisim ışınması elbette ki mevcuttur, fakat RAVE'deki gözlem stratejisine göre seçilen yıldızların çoğunun spektrel tipi F ve G'dir. Dolayısıyla, kara cisim ışınımından elde edilecek ışınım şiddeti oldukça düşüktür ve bu şiddetin XMM-Newton tarafından ölçülebilmesi oldukça zordur. Bu da baskın X-ışını oluşum mekanizması olarak sadece bremsstrahlungu bırakır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. RAVE VERİLERİ

Bu tez kapsamında kullanılan RAVE, yani Radial Velocity Experiment–Radyal Hız Deneyi (Steinmetz ve diğ., 2006), Anglo Avustralya Gözlemevi’nde kurulu olan 1.2 m’lik Schmidt teleskobu ve teleskoba bağlı çoklu fiber tayfçekeri yardımıyla Ca II-üçlü (8400 – 8750 Å) bölgesinde ortalama 7500 çözünürlük ile 2003 yılından bu yana gözlem yapmakta olan bir gökyüzü gözlem programıdır. RAVE gökyüzü taramasının temel amacı yıldızların radyal hızlarının ölçülmesidir. Bu amaç doğrultusunda RAVE konsorsiyumu, güney gökyüzünde $9 < l < 12$ parlaklık aralığında tayf analizi yöntemiyle inceledikleri yaklaşık yarım milyon yıldızın etkin sıcaklık (T_e), yüzey çekim ivmesi ($\log g$), magnezyum, alüminyum, silisyum, kalsiyum, titanyum, demir ve nikel element bollukları ve radyal hız verilerini hesaplayıp diğer fotometrik ve astrometrik kataloglar ile eşleştirmek suretiyle geniş kapsamlı bir veri tabanı hazırlamıştır. Bu veri tabanı RAVE taramasının farklı dönemlerinde yeniden derlenerek astronomların kullanımına açılmaktadır. RAVE gökyüzü taraması şu ana kadar beş ana veri sürümü yayınlamıştır. En güncel veri sürümü olan DR5’te, önceki sürümlerden farklı olarak, alınan tayflara astrosismolojik düzeltme uygulanarak yüzey çekim ivmesi, enerji dağılım tayfi yardımıyla yapılan kızılötesi düzeltme sayesinde ise etkin sıcaklık eski sürümlere göre daha hassas bir şekilde tayin edilmektedir (Kunder ve diğ., 2017).

RAVE Avustralya’daki Anglo Avustralya Gözlemevi tarafından yürütülmüştür. Gözlemlerde kullanılan teleskop 1.2 m’lik bir Schmidt teleskobudur. 1988’de İngiltere’den Avustralya’daki gözlemevine getirilmiş olan teleskobun görüş alanı geniş (tek karede $40^{\circ 2}$) olup, odak uzunluğu 3 m’dir. Teleskobun açısal ayırma gücü yaklaşık 1”dir. Kullanılan CCD arkadan aydınlatmalı olup çözünürlüğü 1056×1027 pikseldir. RAVE gözlemlerinde kullanılan dalga boylarında CCD’nin kuantum verimi %30 - 40’tır.

Tez çalışmasında kullanılan RAVE verileri Güney Yarıküre tabanlı spektroskopik taramanın beşinci veri sürümüne (Data Release 5-DR5) aittir (Kunder ve diğ., 2017). Gözlemleri 2003’te başlayıp 2013’te sonlanan DR5’te 457588 yıldızın 520781 spektrumundan radyal hızları hesaplanmıştır. Bu yıldızların paralaks ve öz hareketleri GAIA DR2’den alınmıştır. Katalogda

etkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi, metal bolluğu DR4'teki sentetik spektrum oturtma yöntemi ile hesaplanmış olup sismik kalibrasyonla düzeltilmiştir. Yeni parametrelerin hatası yaklaşık %15 (Kunder ve diğ., 2017) daha düşüktür. Ayrıca, katalogta magnezyum, alüminyum, silisyum, kalsiyum, titanyum, demir ve nikel elementleri için bolluklar ve eş yaş eğrileri kullanılarak elde edilmiş uzaklıklar ve kızılötesi akı yöntemi ile elde edilmiş ikinci bir etkin sıcaklığı değeri de bulunmaktadır. RAVE kataloğundan alınmış bir kesit Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: RAVE kataloğundan alınmış bir kesit. İlk sütun yıldızın RAVE ismini (RAVEID), ikinci ve üçüncü sütunlar göksel ekvatorial koordinatlarını (RA ($^{\circ}$), Dec ($^{\circ}$)), dördüncü, altıncı, sekizinci ve onuncu sütunlar yıldızın, sırası ile, Güneş merkezli radyal hızını (HRV (km.s^{-1})), etkin sıcaklığını (T_e (K)), yüzey çekim ivmesini ($\log g$ (cm.s^{-2})) ve metal bolluğunu ($[Fe/H]$ (dex)) göstermektedir. Beşinci, yedinci, dokuzuncu ve on birinci sütunlar ise aynı sıra ile parametrelerin hatasını temsil etmektedir.

RAVEID	RA	Dec	HRV	σHRV	T_e	σT_e	$\log g$	$\sigma \log g$	$[Fe/H]$	$\sigma [Fe/H]$
J104302.5 -131429	160.7605	-13.2414	20.08	0.95	6048	83	4.02	0.16	-0.35	0.12
J104033.6 -141541	160.1401	-14.2614	64.38	1.02	4732	49	3.23	0.14	0.28	0.09
J104102.0 -133828	160.2581	-13.6410	29.58	0.62	4778	55	1.92	0.12	-0.82	0.08
J104026.0 -130618	160.1082	-13.1051	58.59	1.44	4750	102	2.50	0.21	-0.25	0.10
J104020.0 -133203	160.0832	-13.5343	39.44	1.30	5544	76	4.14	0.12	-0.09	0.10

RAVE verileri Bölüm 3.2'de anlatılan XMM kataloğu ile eşleştirilerek XRAVE adını verdiğimiz katalog oluşturulmuştur. Bu katalog çalışmanın temel ihtiyaçlarını karşılayacak olan, yıldız atmosfer model parametrelerini, farklı fotometrik bantlardaki parlaklıklarını ve X-ışın sayım ve akılarını barındırmaktadır.

3.2. XMM VERİLERİ

Çalışmada kullanılan XMM verileri 3XMM-DR8 (Rosen ve diğ., 2016)'dır. Bu veri sürümünün gözlemleri 2000 ile 2017 yılları arasında alınmış olup 2017 Aralık'ında tümüyle halka açık hale getirilmiştir. Katalogdaki 531,454 yıldız 0.2 - 0.5 keV, 0.5 - 1 keV, 1 - 2 keV, 2 - 4.5 keV, 4.5 - 12 keV, 0.2 - 2 keV, 2 - 12 keV, 0.2 - 12 keV ve 0.5 - 4.5 keV X-ışın enerji bantlarında gözlemlenmiştir. Katalogda gözlemlerden elde edilen sayımlar her bant için X-ışın akılarına çevrilmiştir. Veri sürümünde gökyüzünün yaklaşık %2.5'ini kaplayan bir alan ($1089^{\circ 2}$) incelenmiştir. XMM kataloğundan alınmış bir kesit Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: XMM kataloğundan alınmış bir kesit. İlk sütun yıldızın XMM gözlem numarasını, ikinci ve üçüncü sütunlar yıldızın göksel ekvatorial koordinatlarını (RA ($^{\circ}$), Dec ($^{\circ}$)), dördüncü ve beşinci sütunlar modifiye Jülyen günü cinsinden gözlem başlangıç ve bitiş tarihini (MJD 2,500,000) ve altıncı ve yedinci sütunlar ise yıldızın PN detektöründeki 0.2 - 12 keV bandındaki akı değerini ($mW.m^{-2}$) ve hatasını göstermektedir.

Gözlem No.	RA	Dec	Gözlem Baş.	Gözlem Bit.	$PN_{0.2-12}$	$\sigma PN_{0.2-12}$
693190101	0.0004	-55.3524	56086.743	56087.5882	2.63E-15	6.90E-15
403390101	0.0011	62.5230	54134.4853	54135.0436	1.19E-14	4.09E-15
125310101	0.0013	-25.1083	51696.4409	51696.7881	5.17E-15	3.91E-15
693190101	0.0013	-55.3610	56086.743	56087.5882	1.59E-14	8.20E-15
302580501	0.0033	-32.2313	53534.2889	53534.8276	6.99E-15	4.87E-15

1999'da fırlatılmış olan XMM-Newton uydusunun üzerinde üç X-ışını teleskobu, üç CCD'si olan bir X-ışını detektörü, bir optik monitör ve iki yansıma grating spektrometresi vardır. Teleskoplarda 58 adet silindirik, yuvalı Wolter Tip-1 aynalar vardır. Bu aynaların boyu 600 mm olup, çapları ise 306 ile 700 mm arasında değişmektedir. X-ışını detektörünün ismi EPIC (European Photon Imaging Camera - Avrupa Foton Görüntüleme Kamerası)'tir ve iki metal oksit yarı-iletken kamerası ve bir PN kavşağı kamerası vardır. Tez çalışmasında enerji çözünürlüğü en yüksek kamera olan PN kamerasının verileri kullanılmıştır. Kameranın açısal ayırma gücü 3.3"dir. Optik monitör uydunun eş zamanlı olarak farklı dalga boylarında, yani elektromanyetik spektrumun X-ışınları, optik ve morötesi bölgelerinde, gözlem yapmasına yardımcı olur. Toplamda 500,000'in üzerinde tekil kaynağı gözlemleyen uydu bu cisimlere

ait, başka birçok parametre ile birlikte, dokuz enerji bandında X-ışını akılarını verir (Rosen ve diğ., 2016).

3.3. X-IŞINI RAVE KATALOĞUNUN OLUŞTURULMASI

XRAVE kataloğunu oluşturmak için RAVE DR5 (Kunder ve diğ., 2017) kataloğu ile 3XMM DR8 (Rosen ve diğ., 2016) kataloğu eşleştirilmiştir. Eşleştirme yapılırken 3XMM'deki bir yıldız RAVE'den birden fazla gözlemin karşılık gelebilmesi mümkündür. Bunun sebebi RAVE'de kullanılan altı derecelik alan robotudur: RAVE bir gözlemden gökyüzünde $6^{\circ 2}$ lik alandaki yıldızları gözlemlediğinden komşu alanlarda kenarlardaki yıldızların birden fazla gözlemi olabilmektedir. Katalog oluşturulurken RAVE'den gelecek olası çoklu eşleştirmelerden SNR (Signal Noise Ratio - sinyal gürültü oranı)'si en yüksek olan gözlem tercih edilmiştir.

XMM ve RAVE yıldızlarının arasındaki açısal uzaklık ekvatorial koordinatlar kullanılarak Denklem 3.1'de verilen küresel yüzeylerde açısal uzaklık formülünün yardımı ile hesaplanmıştır:

$$d = \cos^{-1}(\sin \delta_1 \times \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \times \cos \delta_2 \times \cos(\alpha_1 - \alpha_2)), \quad (3.1)$$

burada d açısal uzaklığı, δ_1 ve δ_2 yıldızların deklinasyonunu, α_1 ve α_2 ise yıldızların rektasasyonunu göstermektedir.

XMM kataloğunun astrometrik hassasiyeti çok yüksek değildir: hatası $10''$ ne kadar çıkabilmektedir. Olası eşleşmeleri kaçırmamak için, $5''$ lik açısal uzaklık üst sınır olarak kabul edilmiştir. Yani, RAVE'deki bir yıldızın ekvatorial koordinatları ile XMM'deki bir yıldızın ekvatorial koordinatları arasındaki açısal uzaklık $5''$ nden küçükse yıldız XRAVE kataloğuna dâhil edilmiştir. Bu koşul altında RAVE DR5 ile 3XMM-DR8 kataloglarından 1063 yıldız eşleştirilmiştir. Bu 1063 yıldız XRAVE kataloğunu oluşturmuştur.

Yapılan eşleştirmeyi kontrol etmek amacıyla Vizier'in⁵ XMatch aracı kullanılmış, RAVE DR5 ve 3XMM-DR8 seçilmiş ve $5''$ lik sınır tanımlanmıştır. XMatch'ten elde edilen sonuçlar elde edilen 1063 yıldızlık XRAVE kataloğuyla birebir örtüşmektedir. XRAVE kataloğunun tamamı EK-1'de verilmiştir.

⁵ <https://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>

3.4. X-IŞINI AKILARININ HESAPLANMASI

XRAVE kataloğundaki yıldızların XMM kataloğunda verilen akıları standardize bir yöntem üzerinden hesaplandığından ve hataları büyük olduğundan X-ışını akı ve lüminoziteleri çeşitli modeller kullanılarak tekrar hesaplanmış ve XMM kataloğunda verilen akılar geliştirilmiştir.

XMM kataloğundaki akıların katalogların tez çalışmasının ilk dönemlerine ait veri sürümlerinde sadece kuvvet kanunu ile belirlenmiş olduğu, güncel kataloglarda ise akıların hangi modelle elde edildiği veya güvenilirliği hakkında bir veri olmadığı için tez önerisinde belirtildiği gibi tekrar hesaplanması çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. XRAVE kataloğundaki 1063 yıldızdan 242 tanesinin PN kamerasında gözlemi olmadığı için 821 yıldızın gözlem verisi bulunmuştur. XRAVE'deki gerekli verileri bulunan yıldızların ham spektrumları, sayımları ve astrometrik verilerinin XMM veri tabanından indirilmesi gerekmiştir. Veriler indirildikten sonra gözlemleri XMM-Newton için hazırlanmış SAS yazılımının en güncel sürümü olan 18.0.0 kullanılarak koordinatların düzeltilmesi ve görüntülerin indirgenip sayımların elde edilmesi işlemlerini içeren ön indirgemeleri yapılmıştır. Ardından bu yazılımdan elde edilmiş tezin amacına hizmet edecek betikler kullanılarak uydunun üzerindeki PN kamerası için 821 spektrum elde edilmiştir. XRAVE'deki yıldızlar için uydunun üzerinde bulunan üç kameradan en yüksek akılar PN kamerasından elde edildiği için çalışmada bu kamera tercih edilmiştir. 821 yıldızdan 347'sinin gözleminden elde edilen spektrumlarda yeterince foton olmadığı veya sayımlarının enerji dağılımı yeterli seviyede olmadığı için hesaplara 474 yıldız ile devam edilmiştir. Spektrumlar Sherpa (Freeman ve diğ., 2001) programının 4.9 sürümü kullanılarak Xspec programının 12.9.0d sürümünden alınan dört modelin beş kombinasyonunun fitleri geçirilmiştir. Kullanılan modeller şunlardır: wabs, pow, bbody, discbb. Bu modellerden wabs yıldızlararası ortamın sebep olduğu kızarmayı dikkate alan bir modeldir; pow kuvvet kanununu, bbody ise kara cisim ışımasını modeller; son olarak discbb kara cisim ışıması yapan bir diskin yapacağı ışınmayı tasvir eder. Modellerin aşağıdaki kombinasyonları örnekteki yıldızlara uygulanmıştır: wabs * pow, wabs * bbody, wabs * (pow + bbody), wabs * discbb, wabs * (discbb + bbody). Bunlardan elde edilen 0.2 - 12 keV bandına ait akılardan 1'e en yakın indirgenmiş χ^2 değeri olan yöntem tercih edilmiştir. En geniş bant olan 0.2 - 12 keV bandının tercih edilme sebebi yıldızların X-ışınında sönük olmasından kaynaklanan enerji dağılımı düşüklüğünü gidermek ve mümkün olduğu kadar yıldızın akısını tekrar hesaplayabilmek, yani örnek dışında bırakmak zorunda kalmamaktır.

GAIA DR2 paralaksıları kullanılarak uzaklıklar elde edilmiş, bunlar yeniden hesaplanan akıllarla birlikte kullanılarak, $L = 4\pi d^2 F$ formülü yardımıyla lüminoziteler hesaplanmıştır.

Yıldızlararası ortamı hesaba katan wabs modelinin uygulanabilmesi için nH^γ 'ye, yani hidrojenin kolon yoğunluğuna, ihtiyaç vardır. nH^γ 'yi elde etmek için Schlegel ve diğ. (1998)'nin Galaksi içindeki toz haritalarına bakılarak yıldızların $E_\infty(B-V)$ değerleri elde edilmiştir. Bu parametre Güver ve Özel (2009)'in algoritmasında kullanılarak nH_∞ elde edilmiştir. Bu değer başlangıç koşulu olarak wabs'a verilmiş ve wabs çeşitli modellerle kombine edilerek yıldızların akıları hesaplanmıştır. XRAVE örneğinin içindeki gök cisimlerinin hepsi birer yıldız olduğundan yıldızlara uymayacak olan sıcak plazma, termal olmayan ışınım gibi modeller hesaplara dâhil edilmemiştir. Bir veri analizi uygulaması olan Sherpa (Freeman ve diğ., 2001) kullanılarak önce wabs ile kuvvet kanunu (wabs * pow), ardından wabs ile kara cisim ışınması (wabs * bbody), sonra wabs ile kuvvet kanunu ve kara cisim ışınması (wabs * (pow + bbody)), takiben wabs ile disk kara cisim ışınması (wabs * diskbb) ve son olarak wabs ile disk kara cisim ışınması ve normal kara cisim ışınması (wabs * (diskbb + bbody)) kombinasyonları uygulanmıştır. Bu kombinasyonların tercih edilme sebebi örnekteki cisimleri en iyi betimleyen modeller olmalarıdır: örnekte yıldız olmayan cisim bulunmadığından kuvvet kanunu ve kara cisim ışınması yıldızların çoğunu düzgün şekilde temsil etmektedir. Örnekteki CV adayları için discbb ve discbb + bbody kombinasyonları da kullanılan kombinasyonlara dâhil edilmiştir.

3.5. YAŞ TAYİNİ

Galaksinin yapısı ve evrimi incelenirken astrofizik anlamında başlıca iki problem vardır; bunlardan ilki uzaklık, ikincisi ise gözlenen cisimlerin yaşlarıdır. Uzaklık problemi günümüzde GAIA (GAIA iş birliği ve diğ., 2016), mili yay saniyesi mertebesinde hassasiyetle paralaks ölçümü yaparak, şu ana kadar ölçülmüş en hassas veriyi bizlere sağlamaktadır. Yaş problemi ise hâlen tam anlamıyla çözülememiştir. Kümeler ve küme yıldızları için eş yaş eğrilerinden üretilen çözümlerden elde edilen sonuçlar mantıklıdır; fakat alan yıldızları için geliştirilen yöntemlerin sonuçları gözlemsel parametrelerin duyarlıklarına bağlıdır. Bu yöntem ile hesaplanan yaş ve kütle bilgisi, çalışmanın çeşitli yerlerinde yaşamsaldır. Yaş, Gould diskine üye yıldızların tayininde, bulunan halo yıldızlarının kontrolünde ve, kütle ile birlikte, yerel yıldız oluşumunun hesabında kullanılmıştır.

Alan yıldızlarının yaşını belirlemede en iyi yöntemlerden biri Bayes istatistik yaklaşımıdır. Detaylı şekilde ele alınacak Bayes yaklaşımının en büyük avantajı tek bir yaş değeri yerine yıldız için eş yaş eğrileri üstünden yapılan hesaplama yardımıyla bir olasılıksal yaş dağılımı vermesi ve yıldız için en iyi yaş, kütle ve farklı bantlardaki mutlak parlaklık gibi diğer istenilen değerlerin en yüksek olasılıklı değerlerini hesaplamasıdır. Bu yaklaşım sayesinde istenilen parametrenin olasılık dağılımı üstünden hatalar ve güven aralıkları hesaplanarak doğruya en yakın ve kullanılan modelle en uyumlu sonuçlar elde edilebilmektedir.

Jørgensen ve Lindegren (2005)'in yönteminde teorik model parametreleri ve gözlemsel parametrelerden elde edilmiş PDF (Probability Density Function - Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu)'ler kullanılmaktadır. Gözlemsel parametrelerdeki hataların Gaussian ve bağımsız olduğu varsayılarak olabirlik fonksiyonu L Denklem 3.2'de gösterildiği şekilde tanımlanır (Pont ve Eyer, 2004):

$$L(\tau, \zeta, m) = \left(\prod_{i=1}^n \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \sigma_i} \right) \times \exp\left(-\frac{\chi^2}{2}\right), \quad (3.2)$$

burada,

$$\chi^2 = \left(\sum_{i=1}^n \frac{q_{i,\text{gözlemsel}} - q_{i,\text{model}}(\tau, \zeta, m)}{\sigma_{i,\text{gözlemsel}}} \right)^2 \text{ 'dir.} \quad (3.3)$$

q fonksiyonu gözlemsel ve teorik T_e , $\log g$, $[M/H]$ parametrelerini, n veri sayısını ve σ verilere ait hataları göstermektedir. Denklem 3.2'de τ eş yaş eğrisinin yaşını, ζ eş yaş eğrisinin metal bolluğunu ve m eş yaş eğrisindeki noktanın başlangıç kütlelerini temsil etmektedir. Denklem 3.3'te χ^2 'nin nasıl hesaplandığı gösterilmiştir. İkinci adım Bayes düzeltme yapıp son olasılığın yoğunluk fonksiyonunu, Denklem 3.4'te verildiği gibi, elde etmektir:

$$f(\tau, \zeta, m) \propto f_0(\tau, \zeta, m) \times L(\tau, \zeta, m). \quad (3.4)$$

Burada f_0 başlangıç olasılığının yoğunluğu olup $f_0(\tau, \zeta, m) = \psi(\tau)\varphi(\zeta)\xi(m)$ ifadesiyle verilir. $\psi(\tau)$ YOO'yu, $\varphi(\zeta)$ metal bolluğu dağılımını ve $\xi(m)$ başlangıç kütle fonksiyonunu gösterir. τ , ζ ve m parametrelerinin birbirlerinden bağımsız oldukları varsayılır. Benzer sebeplerden ötürü başlangıç YOO ve metal bolluğu dağılımı sabit kabul edilir. Ancak başlangıç kütle

fonksiyonu için $\xi(m) \propto m^{-2.7}$ gibi bir kuvvet yasası öngörülür, çünkü küçük kütleli yıldızlar büyük kütleli yıldızlardan sayıca daha fazladır. Denklem 3.4'teki son olasılık yoğunluğu yaşındaki parametrelere de bağlıdır. Bu durumun üstesinden gelmek için, f fonksiyonunun m ve ζ parametreleri üzerinden integrali alınır. Sonuç normalize edilmemiş G fonksiyonunu verir (Denklem 3.5):

$$G(\tau) \propto \iint L(\tau, \zeta, m) \xi(m) dm d\zeta. \quad (3.5)$$

$G(\tau)$ fonksiyonu, yıldızla ait gözlemsel parametrelerle (T_e , $\log g$, $[M/H]$) farklı yaş, metal bolluğu ve kütleye sahip kuramsal eş yaş eğrilerinin karşılaştırılması sonucunda elde edilen olasılık değerlerini temsil eder. Eş yaş eğrilerine ait verilerin Denklem 3.5'e yazılması ve yıldızlara ait atmosfer model parametreleriyle karşılaştırılmasına ait G fonksiyonun yeni nümerik formu şu şekilde yazılabilir (Denklem 3.6):

$$G(\tau_j) \propto \sum_k \sum_l L(\tau_j, \zeta_k, m_{jkl}) \xi(m_{jkl}) (m_{jkl+1} - m_{jkl-1}). \quad (3.6)$$

Yıldızın atmosfer model parametrelerinin her bir yaş eğrisiyle karşılaştırılması sonucunda G fonksiyonun geniş bir yaş, kütle ve parlaklık aralığı için tüm değerleri elde edilir. Sonuç olarak, $G(\tau_j)$ 'nin en büyük değerine karşılık gelen τ_j değeri incelenen yıldız için en muhtemel yaş, kütle ve farklı bantlara ait mutlak parlaklık değerlerini verir. Çalışmada yıldızların iç yapılarına ait en güncel yıldız evrim modeli olan PARSEC (Padova and Trieste Stellar Evolution Code; Bressan ve diğ., 2012) kullanılmıştır. PARSEC eş yaş verileri $-2.4 < [Fe/H] < 0.5$ dex ve $0 < \tau < 13$ milyar yıl değer aralıklarında, sırasıyla, 0.01 dex ve 0.1 milyar yıl aralıklarıyla elde edilmiştir.

Bayes yöntem ile elde edilen yaşlar Gould diski üyelerinin tespitinde, YOO'nun hesaplanmasında, lityumca zengin devlerin, halo yıldızlarının ve kataklismik değişenlerin kontrolünde kullanılmıştır.

3.6. GOULD DİSKİ

Gould diskinin tümü Gould tarafından 1874'te gözlemlenmiş ve disk hakkındaki yorumu "Samanyolu'yla Güney Haçı'nda kesişen ve tüm mevsimlerde görülebilen ve parlak

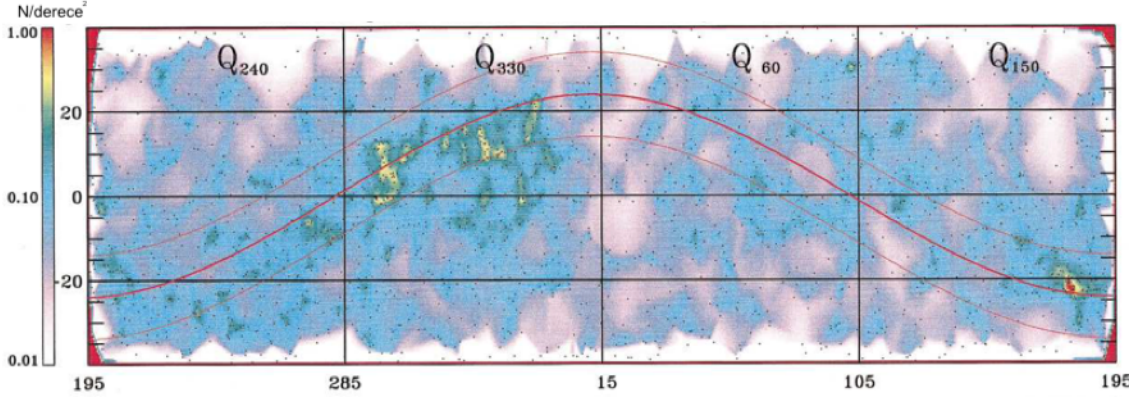
yıldızlardan oluşan bir büyük daire veya bölge” olmuştur (Gould, 1879). Adının aksine, Gould diski ilk olarak Herschel (1847) tarafından 1834 - 1838 yılları arasında kısmen gözlemlenmiştir, fakat oluşumun tümünü gözlemleyip onu ilk betimleyen Gould’dur.

Gould kuşağı olarak da adlandırılan Gould diski, Güneş’e en yakın yıldız-gaz kompleksi olup, başka galaksilerde de benzer yapılara rastlanmıştır. Bu sebeple, yapının derinlemesine incelenmesi, oluşumunun ve özelliklerinin kavranması, Güneş civarı, Galaksi astrofiziği ve ekstragalaktik nesnelere anlaşılmada önem teşkil eder.

Gould diskine üye olan yıldızların X-ışını akıları 10^{28} erg.s⁻¹ ile 10^{31} erg.s⁻¹ arasındadır (Guillout ve diğ., 1998; Stelzer ve Neuhäuser, 2000). Ayrıca, disk üyelerinin Güneş’ten 600 pc’e kadar uzaklıklara dağılmış olduğu ve yaşlarının 10 ile 100 milyon yıl arasında değiştiği düşünülmektedir (Olano, 1982; Poppel 1997; Guillout ve diğ., 1998; Torra ve diğ., 2000; Wichmann ve diğ., 2003; Bobylev, 2014). Bu kriterleri sağlayan yıldızların %60’ının Gould diski üyesi olduğu düşünülmektedir, diğerleri disk üyesi olmayıp Galaktik düzlemde bulunan ve o görüş hizasında olan yıldızlardır (Bekki, 2009). Bu sebepten dolayı Gould diski üyelerini belirlemek zorlu bir iştir. XRAVE kataloğundaki yıldızların bu kriterlere göre incelenmesi süreci aşağıda ele alınmıştır.

Gould diski 20° genişliğinde olup Galaksi düzlemiyle 24°lik eğim yapar ve çıkış düğümü $l = 285^\circ$ dedir. Diskin şekli Guillout ve diğ. (1998)’nin çalışmasındaki Şekil 4’te gösterilmiştir (Şekil 3.1). Bu yapıyı oluşturacak, enlem boylamın fonksiyonu olacak şekilde, bir enlem-boylam ilişkisi elde edilmiş ve katalogdaki yıldızlar bu ilişkiye göre test edilmiştir. Bu ilişki Denklem 3.7’de verilmiştir. Bu denklem şekildeki kırmızı kalın çizgiyi temsil etmektedir. Yıldızın boylamı denklemde yerine yazıldığında elde edilen enlem yıldızın gerçek enleminden farkının mutlak değeri 10’dan küçükse yıldız Galaktik konum kriterini sağlıyor anlamına gelir. Kriteri sağlayamayan yıldızlar örnek dışında bırakılmış, sağlayanlar birinci aşama üye adayı statüsüne alınmıştır.

$$b = 5.50 \times 10^{-8}l^4 - 8.19 \times 10^{-5}l^3 + 4.25 \times 10^{-2}l^2 - 8.96l + 634. \quad (3.7)$$



Şekil 3.1: Guillout ve diğ. (1998)'nin çalışmasındaki Şekil 4. Gould diskinin kalınlığı ince kırmızı çizgilerle gösterilmiştir. Arka plandaki kontür haritası derece kare başına düşen yıldız cinsinden yoğunluğu belirtmektedir.

Birinci aşama adaylar GAIA DR2'den alınmış uzaklıklara göre incelenmiş ve uzaklıkları 600 pc'i aşan yıldızlar örnek dışında bırakılmış, 600 pc'in altında uzaklıkları olan yıldızlar ise ikinci aşama üye adayı statüsüne yükseltilmiştir.

Üçüncü kriter olarak X-ışını ışınma güçleri ele alınmıştır ve lüminoziteler $L = 4\pi d^2 F$ formülünden faydalanarak hesaplanmıştır. Akı değerleri için RAVE'deki yıldızların X-ışını lüminoziteleri çok yüksek olmadığından ve her türlü yıldızla eşleşme yakalayabilmek amacıyla XMM kataloğundaki en geniş bant olan 0.2 - 12 keV bandı kullanılmıştır. Burada L (W) ışınma gücünü, d (m) uzaklığı, F ($W.m^{-2}$) akıyı göstermektedir. Işınma güçleri hesaplanırken kullanılan uzaklıklar, daha önce bahsedildiği gibi, GAIA DR2'den (GAIA iş birliği ve diğ., 2018) alınmıştır. GAIA uzaklıklarının benimsenmiş olmasının sebebi katalogdaki değerlerin son derece hassas olması ve hatalarının RAVE DR4'te Binney ve diğ. (2014a) tarafından verilen uzaklıklara göre çok daha küçük olmasıdır.

Yıldızların yaşları Jørgensen ve Lindegren (2005)'in Bayes yöntemiyle elde edilmiştir. Bu yöntemde yıldızların atmosferik model parametrelerinden, yani, yüzey çekim ivmesi, yüzey sıcaklığı ve metal bolluğundan, faydalanılarak yıldızların yaşları tayin edilmiştir. Bu yöntem Bölüm 3.5'te detaylıca anlatılmıştır.

Yaşlar için benimsenen aralık 10 - 100 milyon yıldır; bu aralığın benimsenmesinin sebepleri alt sınır için 10 milyon yıldan genç yıldızların arasına klasik T Tauri yıldızlarının karışabilmesi (Bobylev, 2014) olup üst sınır için Gould diski üyelerinin yıldızlarının bu sınırı aşmamasıdır (Wichmann ve diğ., 2003).

3.7. LİTYUMCA ZENGİN DEVLER

Bu tez çalışmasında XRAVE kataloğundaki lityumca zengin devlerin varlığı ve lityumun dev yıldızlar için önemi araştırılmıştır. RAVE yıldızları için bu konuda bir çalışma yapan Ruchti ve diğ. (2011) dalga boyu 6103 ve 6708 Å olan iki tane nötr lityum (Li I) çizgisi için eşdeğer genişlikleri hesaplamış ve bunları bollukları bilinen elementlerin çizgileri ile kıyaslayarak lityum bolluğunu ($A(Li)$) elde etmiştir. Kirby ve diğ. (2016) ise lityum bolluğunu lityum çizgilerine fitler geçirip χ^2 'yi minimumda tutarak hesaplamıştır. Bu yöntemlerin RAVE yıldızlarına uygulanmasındaki güçlük, her ikisinin de dış gözlemlere ihtiyaç duymuş olmasıdır, çünkü RAVE'in aldığı spektrumların dalga boyu aralığının orta genişlikte olması (8400 - 8750 Å) ve lityum çizgilerini içermemesidir. XRAVE kataloğundaki yıldızların lityum bolluklarını elde etmek için GALAH (GALactic Archaeology with HERMES - HERMES'le (High-Efficiency and high-Resolution Mercator Echelle Spectrograph-Yüksek etkinlikli ve yüksek çözünürlüklü Merkator eşel spektrografi) Galaktik Arkeoloji) DR2 (Buder ve diğ., 2018) gökyüzü taraması ile eşleştirilmiş, bu eşleştirme sonucunda 21 ortak yıldız olduğu görülmüştür.

Lityumca zengin dev yıldızların bulunması hedeflendiği için XRAVE yıldızlarının yüzey çekim ivmelerine bakılarak ışınım gücü sınıfları tayin edilmiştir. $3 < \log g < 4$ alt devleri, $2 < \log g < 3$ değer aralığı ise devleri temsil etmektedir. XRAVE kataloğunda 346 alt dev, 116 dev bulunmaktadır. GALAH ile eşleşen 21 XRAVE yıldızının beşi alt dev, dört tanesi de devdir.

3.8. GALAKTİK YILDIZ POPÜLASYONLARININ BELİRLENMESİ

İnce disk, kalın disk ve halo Galaktik popülasyonlarına ait yıldızların belirlenmesi için yıldızların uzay hız bileşenleri U , V ve W 'nin hesaplanmasına ihtiyaç duyulmuştur. U Galaksi merkezi doğrultusundaki hızı, V Galaksinin dönme doğrultusundaki hızı, W ise Kuzey Galaktik Kutup doğrultusundaki hızı göstermektedir. Hız bileşenleri öz hareket ve radyal hız kullanılarak Johnson ve Soderblom (1987)'un algoritması yardımıyla elde edilebilir. Önce, öz hareketle uzaklıktan yola çıkılarak teğet hız bulunur. Teğet hızla radyal hızın vektörel toplamı uzay hızını verdiğinden U , V ve W 'ya geçilebilir. Uzay hızları elde edildikten sonra Mihalas ve Binney (1981)'in yöntemi kullanılarak U bileşenine $dU = \gamma \cos l - v_t \sin l$ ve V uzay hız bileşenine $dV = \gamma \cos l + v_t \cos l$ formüllerinin yardımıyla diferansiyel dönme düzeltmesi

uygulanmıştır. γ yıldızın radyal hızını, v_t ise teğet hızını temsil etmektedir. Elde edilen düzeltme değerleri, uygun hız bileşeninden çıkartılır. W bileşeni diferansiyel dönmeden etkilenmez (Mihalas ve Binney, 1981). Bunu takiben, hız bileşenleri LSR (Local Standard of Rest - Yerel Durağanlık Standardı)'ye göre düzeltilir. LSR Güneş'in yakınındaki yıldızlara göre ortalama hızıdır. LSR hız bileşenleri yıldızların uzay hızlarının Güneş'in LSR hızına göre düzeltilmesi ile elde edilir. Güneş'in LSR hız bileşenleri Coşkunoğlu ve diğ. (2011)'nden $(U, V, W)_{LSR, \odot} = (8.5, 13.38, 6.49)$ km.s⁻¹ olarak alınmıştır.

Tez çalışmasında halodaki metal bolluğu düşük, diğer bir deyişle metalce fakir, yakın çift sistemler arandığı için XRAVE kataloğundaki yıldızların hangilerinin halo üyesi olduğu Bensby ve diğ. (2003)'nin kinematik yaklaşımı ile belirlenmiştir. Bu yaklaşımın sebebi halo üyesi olmanın en sınırlayıcı kriter olmasıdır.

Bensby ve diğ. (2003) Güneş civarındaki ince disk yıldız örneklerinin içindeki kalın disk ve halo yıldızlarını belirlemek için kinematik bir yöntem önermiştir. Yöntemde ince disk, kalın disk ve halo popülasyonları için uzay hız bileşenlerinin, yani $(U, V, W)_{LSR}$ 'nin, Gauss dağılımı gösterdiği varsayılır. Her bir Galaktik bileşen için olasılıklar Denklem 3.8'in yardımıyla hesaplanır:

$$P_i(U, V, W) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} \times \sigma_{i,U} \times \sigma_{i,V} \times \sigma_{i,W}} \times \exp\left(-\frac{U_{LSR}^2}{2\sigma_{i,U}^2} - \frac{(V_{LSR} - v_{i,a})^2}{2\sigma_{i,V}^2} - \frac{W_{LSR}^2}{2\sigma_{i,W}^2}\right). \quad (3.8)$$

Burada $\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$ hız dispersiyonları olup ince disk ($i = D$) için, sırası ile, 35, 20 ve 16 km.s⁻¹; kalın disk ($i = TD$) için, sırası ile, 67, 38, 35 km.s⁻¹ ve halo ($i = H$) için, sırası ile, 160, 90, 90 km.s⁻¹ değerlerini alırlar (Bensby ve diğ., 2003). v_a asimetric sürüklenmedir ve ince disk, kalın disk ve halo popülasyonları için, sırası ile, -15, -46 ve -220 km.s⁻¹dir. $(U, V, W)_{LSR}$ bir yıldızın LSR'ye göre uzay hız bileşenleridir (Coşkunoğlu, 2009).

Denklem 3.8'den hesaplanan olasılıklar her bir popülasyonun Güneş civarındaki görülme olasılıkları (X_i) ile çarpılarak normalize edilir. X_i Güneş civarındaki yıldızların popülasyon oranlarını gösteren bir katsayıdır ve ince disk, kalın disk ve halo için, sırası ile, $X_D = 0.9385$, $X_{TD} = 0.06$ ve $X_H = 0.0015$ değerlerini alır (Robin ve diğ., 1996; Buser ve diğ., 1999). Bu değerler Güneş civarındaki bir yıldızın %93.85 olasılıkla ince diske, %6 olasılıkla kalın diske,

%0.15 olasılıkla haloya ait olduğu anlamına gelir. Kalın diskin ince disk ve haloya göre göreceli olasılıkları Denklem 3.9'un yardımıyla hesaplanır:

$$\frac{TD}{D} = \frac{X_{TD}}{X_D} \times \frac{P_{TD}}{P_D}, \quad \frac{TD}{H} = \frac{X_{TD}}{X_H} \times \frac{P_{TD}}{P_H}. \quad (3.9)$$

TD/D oranı yıldızın ince disk üyesi olduğunu belirlerken kullanılmaktadır. İki oran bir arada kullanılarak cismin kalın disk üyesi olup olmadığı belirlenebilir. TD/H tek başına kullanılarak cismin haloya üyeliği sınanabilir. $TD/H < 0.1$ yüksek olasılıklı halo yıldızlarını, $0.1 < TD/H < 1$ aralığı ise düşük olasılıklı halo yıldızlarını göstermektedir. XRAVE kataloğundaki cisimler arasında 24 yüksek, bir düşük olasılıklı halo yıldızı bulunmuştur. Ardından, bu alt örnekteki metal bollukları incelenmiş ve yıldızların çift sistem üyesi olup olmadığı bir literatür taraması ile kontrol edilmiştir.

3.9. YEREL YILDIZ OLUŞUM ORANI

XRAVE kataloğundaki yıldızlar kullanılarak YOO hesaplanmıştır. YOO'nun tespit edilebilmesi için XRAVE'deki yıldızların kütle, yaş ve uzaklıklarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu parametreler RAVE DR4'te Binney ve diğ. (2014b) tarafından verilmesine rağmen, çalışmada Bölüm 3.5'te anlatılan Bayes yöntem ile tekrar hesaplanmıştır. Kütle, yaş ve uzaklığın tekrar hesaplanmasının birinci sebebi Bayes yöntem ile elde edilen sonuçların literatürle uyuşup uyuşmayacağına kontrol edilmesinin istenmesidir; ikinci sebep ise Binney ve diğ. (2014b)'nin yaş, kütle ve uzaklık modülünü benzer bir yöntemle, fakat tek bir hamlede parametre dejenerasyonuna sebep olabilecek şekilde, yapmış olması ve dolayısıyla bazı parametrelerin tayin edilememiş olması veya hataların büyük olmasıdır. Ayrıca, Binney ve diğ. (2014b)'nin verdiği değerlerin hataları büyük olduğu için RAVE DR5'te verilmemiştir.

Hesaplanan kütle, yaş ve uzaklık bilgilerinin yardımıyla her bir 1 milyar yıllık 11 yaş aralığı için (1-2, 2-3, 3-4, ..., 11-12 milyar yıl) YOO Denklem 3.10 kullanılarak hesaplanmıştır:

$$YOO = \frac{\sum M}{4 \pi d_{max}^2} \times 10^{-9} M_{\odot} kpc^{-2} yr^{-1}. \quad (3.10)$$

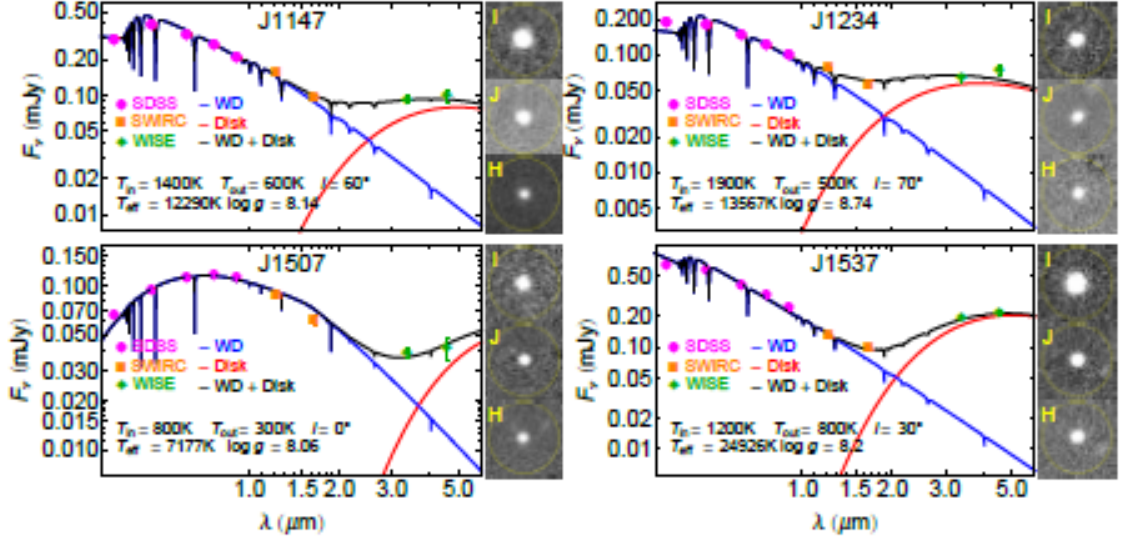
Burada payda söz konusu 1 milyar yıllık zaman diliminde oluşmuş yıldızların toplam kütlesi ($\sum M$), paydada ise o zaman diliminde oluşmuş en uzaktaki yıldızı içine alan en küçük yarıçaplı kürenin yüzeyi ($4 \pi d_{max}^2$) vardır.

3.10. KATAKLİSMİK DEĞİŞEN ADAYLARININ BULUNMASI

Tez çalışmasının amaçlarından biri CV (Cataclysmic Variable - KatakliSMik Değişen) adayları bulmak olduğundan örnekteki 1063 yıldızın elektromanyetik spektrumun kızılötesi bölgesinde bir enerji artığı gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Bu analizin yapılma sebebi etrafında disk bulunan yıldızların kızılötesinde bir artış gösterebilmesidir (Barber ve diğ., 2014). RAVE'deki yıldızlar anakolda veya dev evresinde olduğundan normal koşullarda etraflarında disk olması beklenmez. Bu durumun gözlemlenmesi yıldızın ya anakola yeni oturmuş, küçük kütleli bir genç yıldız olmasını ya da bir CV olmasını gerektirir. Küçük kütleli genç yıldızların ışınım basıncı düşük olduğundan etraflarındaki disk henüz yok olmamıştır; bu da kızılötesinde bir artış gözlemlenmesine sebep olur. CV'lerde ise beyaz cücenin etrafındaki diskin dış kısımları ışınım yapıp bu artığı oluşturabilir. CV'ler yarı ayırık çift sistemler olduğundan RAVE gözlemi esnasında sistemin anakol bileşeni gözlenirken beyaz cücenin etrafındaki diskten kaynaklanan ışınımın da kaydedilmiş olması muhtemeldir. Şekil 3.2'de Barber ve diğ. (2014)'nin, akı ile dalga boyunun ilişkisini gösteren, Şekil 3'ü verilmiştir. Şekildeki kırmızı çizgi uzak kızılötesinde diskten kaynaklanan ışınımı göstermektedir. Şekilden görülebildiği gibi, eğer bir disk söz konusu ise, yıldızdan kızılötesinde beklenenin üzerinde enerji alınmaktadır. Barber ve diğ. (2014) şekli oluştururken sentetik beyaz cüce spektrumları kullanmış ve diskten kaynaklanan kızılötesi ışınımı modellemiştir. Tez çalışmasında bu yöntem sentetik spektrumla değil yıldızlardan alınan akılar kullanılarak yapılmış ve diskten kaynaklanan kızılötesi artığı incelenmiştir. Yıldızların gözlenen akıları uzaklıklarının karesiyle ters orantılı olduğundan XMM kataloğundan alınan değerler kara cisim ışınımından elde edilenle karşılaştırılmaz. Karşılaştırma yapılabilmesi için önce kara cisim ışınımından elde edilen akılar uzaklık için kalibre edilmelidir. Bu kalibrasyonun yapılabilmesi için yıldızların farklı dalga boylarındaki, veya bantlardaki, akısına ihtiyaç duyulmuştur. Akılar Vizier'in⁶ Photometry Viewer aracı kullanılarak elde edilmiştir. Ardından yıldızla aynı yüzey sıcaklığına sahip bir kara cismin spektrumunun sürekliliğine fit geçirilmiş ve bu fit gözlenen akılarla kıyaslanmıştır. Uzaklıktan dolayı yıldızın akıları kara cismininkine göre çok küçük kalmıştır. Bu akılar oranlandığında uzaklığın akılara yaptığı etkiyi giderecek katsayı elde edilmiştir. XRAVE kataloğundaki yıldızların uzaklıkları farklı olduğundan bu işlem her yıldız için tekrarlanmış ve her biri için bir katsayı elde edilmiştir. Bu

⁶ <https://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>

katsayılar kullanılarak akılar kalibre edilmiş ve gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu inceleme sonucunda bir CV ve 16 adet kızılötesi artık gösteren sistem belirlenmiştir.



Şekil 3.2: Sentetik beyaz cüce spektrumlarının dalga boyuna göre akı dağılımı (Barber ve diğ., 2014 - Şekil 3). Kızılötesindeki artık beyaz cücenin etrafındaki diskten (kırmızı çizgi) kaynaklanmaktadır.

4. BULGULAR

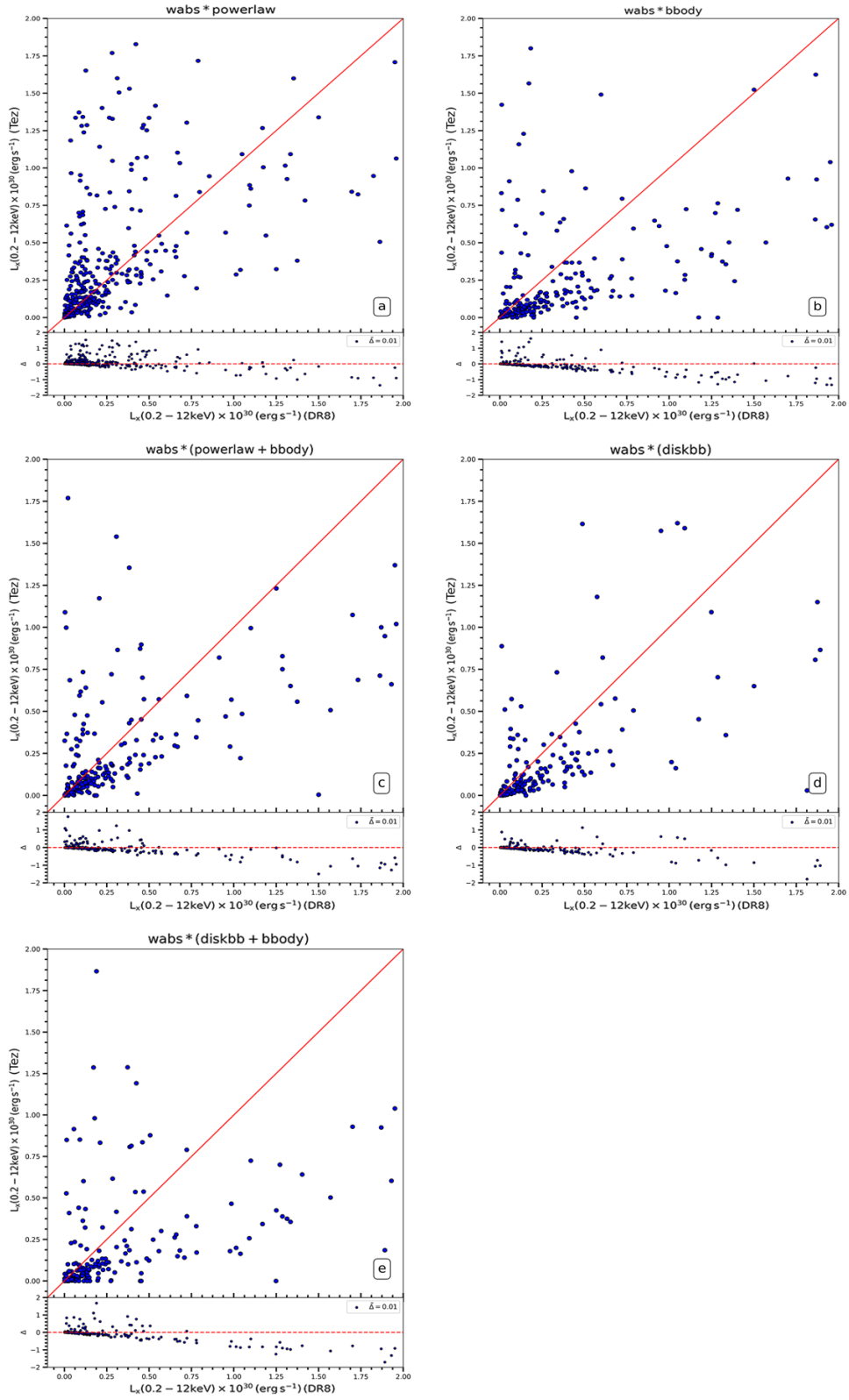
4.1. X-IŞINI AKILARININ HESAPLANMASI

XRAVE kataloğundaki X-ışını akıları, XMM kataloğundan alındığı ve kataloğun erken versiyonlarındaki akılar sadece kuvvet kanunu kullanılarak hesaplandığından, ileriki versiyonlardaki akılar için ise hangi modelin kullanıldığı belirtilmediğinden ve güvenilirlik düzeyi hakkında bir bilgi sunulmadığından, yeniden hesaplanmıştır.

İlk aşamada XMM kataloğunun özel yazılımı olan SAS⁷ ile katalogdaki 1063 yıldızın sayımları elde edilmiştir. Uydunun üzerindeki kameralardan akıların en yüksek olduğu PN kamerası tercih edilmiştir. PN kamerası ile gözlemi olmayan 242 yıldız hesaplara dâhil edilmemiş, katalog 821 yıldız indirgenmiştir. Akılar hesaplanırken XMM'deki en geniş enerji bandı olan 0.2 - 12 keV bandı kullanılmıştır. Sherpa (Freeman ve diğ., 2001) yazılımı kullanılarak Xspec'ten alınmış dört model olan wabs, pow, bbody ve discbb (Bölüm 3.4)'nin beş kombinasyonu kataloğa uygulanmıştır. Beş model kombinasyonundan indirgenmiş χ^2 değeri 1'e en yakın olanının yıldızı temsil ediyor olması prensibi benimsenmiştir. 821 yıldızın spektrumlarının beş modelle fit edilmesi denenmiştir; fakat spektrumlardaki sayım yetersizliği sebebiyle sadece 474 yıldızın akısı tekrardan hesaplanabilmiştir. Hesaplara dahil edilmeyen 347 yıldızın sayımları 10'un altındadır.

Bu tez çalışmasında XMM verilerinden yeniden hesaplanan 0.2 - 12 keV lüminozitelerinin (y-ekseni) orijinal XMM lüminoziteleri (x-ekseni) ile karşılaştırılmasının sonucunda elde edilen grafikler, sırası ile, Şekil 4.1a - e'de gösterilmiştir.

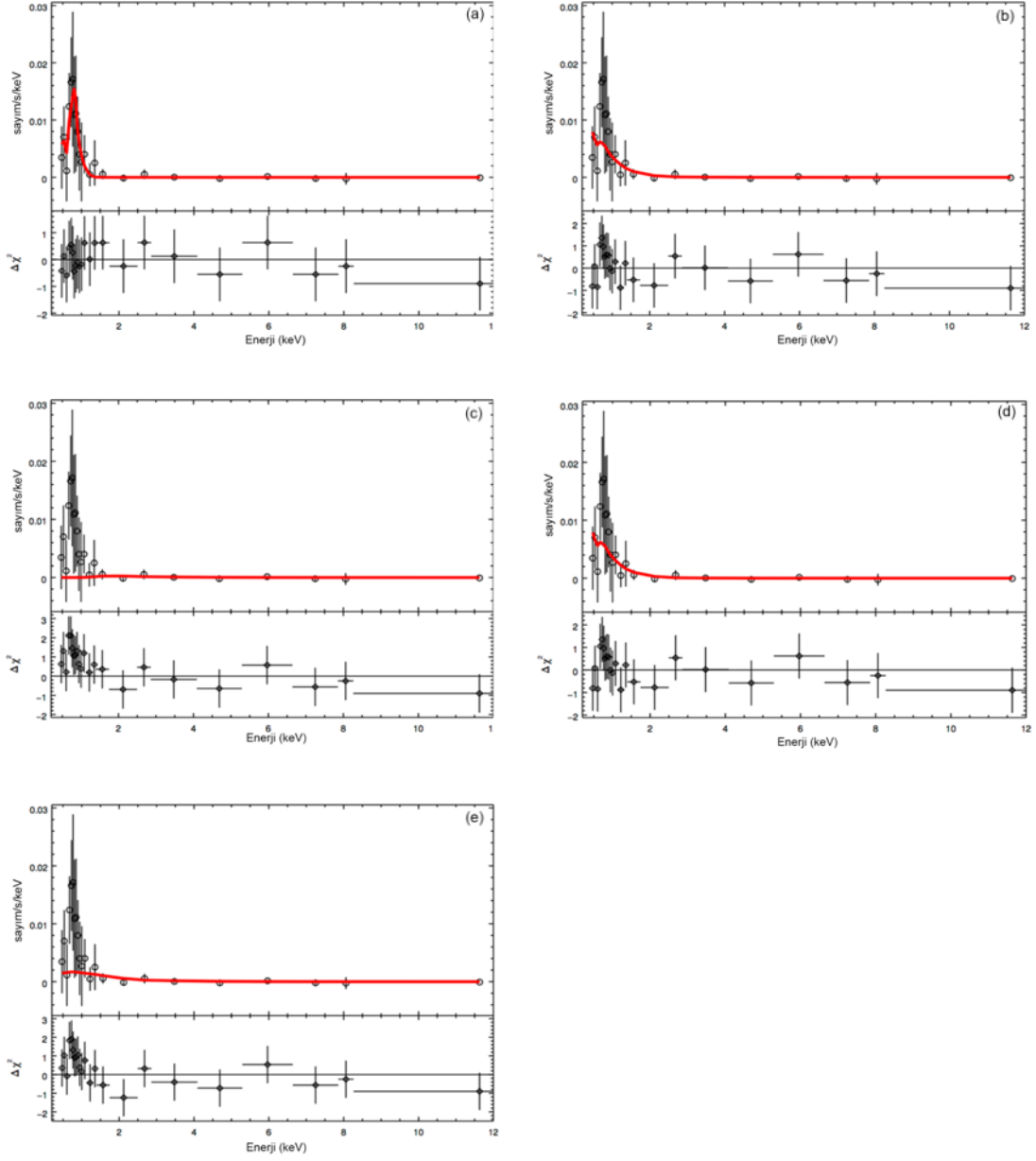
⁷ <https://www.cosmos.esa.int/web/xmm-newton/sas>



Şekil 4.1: Spektrumlara geçirilen çeşitli fit modellerinden elde edilmiş 0.2 - 12 keV bandına ait lüminozitelerin XMM kataloğunda verilen akılardan elde edilen lüminozitelerle kıyaslanması. (a) wabs * pow, (b) wabs * bbody, (c) wabs * (pow + bbody), (d) wabs * diskbb, (e) wabs * (diskbb + bbody).

XRAVE'deki bir yıldızın sayımları ve bu sayımlara geçirilen her model kombinasyonuna ait fitler Şekil 4.2a - e'de gösterilmiştir. Modeller, sırası ile, (a) $wabs * pow$, (b) $wabs * bbody$, (c) $wabs * (pow + bbody)$, (d) $wabs * diskbb$, (e) $wabs * (diskbb + bbody)$ 'dir. Şekillerde x ekseninde enerji, üst panellerde y ekseninde saniyede, keV başına alınan foton sayısı, alt panellerde ise sayımlarla söz konusu modelin χ^2 leri arasındaki fark vardır. Şekillerden görülebileceği gibi yıldızdan alınan sayımlara en iyi oturan model kuvvet kanununu temsil eden modeldir (a paneli: $wabs * pow$).



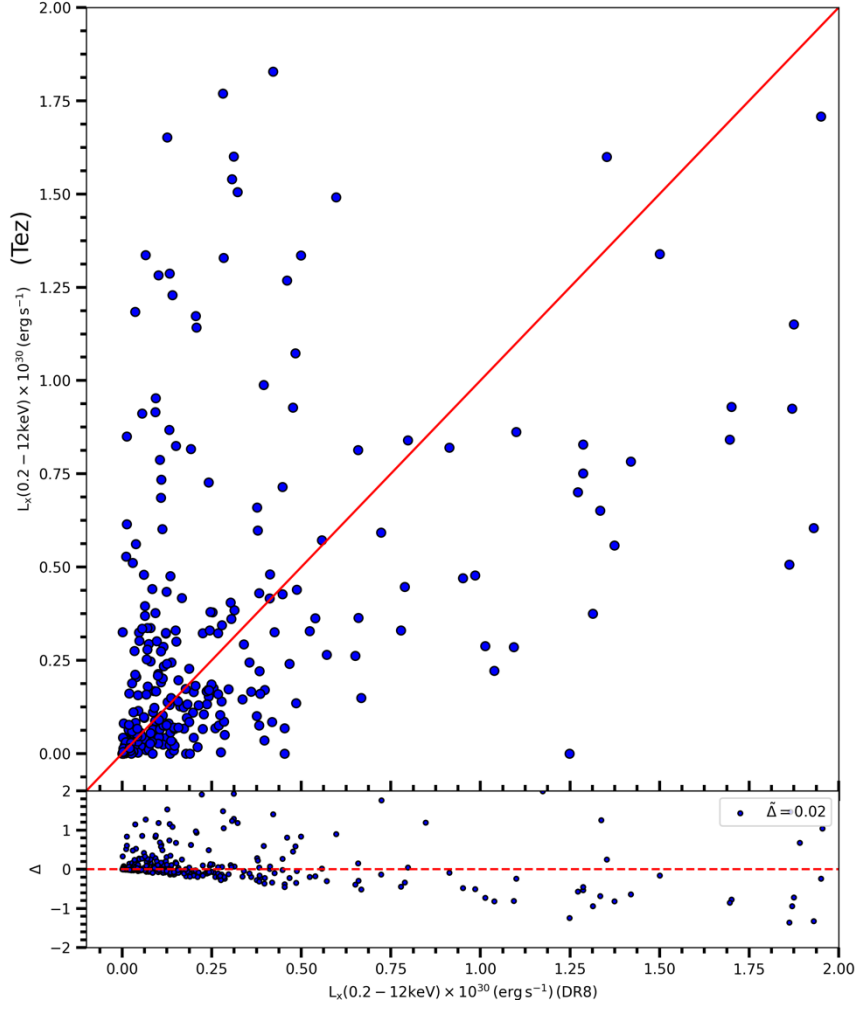


Şekil 4.2: Bir XRAVE yıldızının sayımları ve bu sayımlara geçirilen her model kombinasyonuna ait fitler. (a) wabs * pow, (b) wabs * bbody, (c) wabs * (pow + bbody), (d) wabs * diskbb, (e) wabs * (diskbb + bbody).

Örnekteki 474 yıldızın her birinin spektrumları bahsedilmiş olan beş model kombinasyonu ile fit edildikten sonra yıldızlar için en iyi indirgenmiş χ^2 (χ^2 / DoF , DoF : Degree of Freedom, serbestlik derecesi) değerini veren model seçilerek spektrumlarını en iyi ifade eden akı ve lüminozite değerleri elde edilmiştir. Her bir yıldızın beş modelle fit edilmiş spektrumları arasından indirgenmiş χ^2 değeri 1'e en yakın olan model seçilmiştir. Şekil 4.3'te bu model

kullanılarak elde edilen lüminoziteler XMM kataloğundan elde edilen lüminoziteler ile kıyaslanmıştır.

XMM'de verilen akılar (Corral ve diğ., 2015) üçü basit, üçü karmaşık altı model kombinasyonları ile geçirilen fitlerden en iyi uyum sağlayanı χ^2 testinden faydalanılarak seçilmiştir. Basit modeller şunlardır: yıldızlararası ortamın dikkate alınmış olduğu kuvvet kanunu modeli (wabs * pow), yıldızlararası ortamın dikkate alınmış olduğu termal model (wabs * mekal), yıldızlararası ortamın dikkate alınmış olduğu kara cisim ışıınımı modeli (wabs * bb). Karmaşık modeller ise yıldızlararası ortamın dikkate alınmış olduğu kuvvet kanunu artı termal model (wabs * (mekal + wabs * pow)), çift kuvvet kanunu modeli (wabs * (pow + wabs * pow)) ve kara cisim artı kuvvet kanunu modelidir (wabs * (bb + pow)). Tez çalışmasında elde edilen verilerle XMM kataloğundaki verileri doğrudan kıyaslamak mümkündür, fakat istatistiksel açıdan böyle bir karşılaştırma yapılamaz. Bunun sebebi XMM kataloğundaki akıların hangi yöntemle tayin edildiği ve bu akıların elde edildiği modelden elde edilen χ^2 değerinin verilmemiş olmasıdır.



Şekil 4.3: 474 XRAVE yıldızının yeniden hesaplanmış 0.2 - 12 keV bandına ait lüminozitelerin XMM kataloğunda verilen akılardan elde edilen lüminozitelerle kıyaslanması.

XMM uydusunun veri kataloğu 3XMM-DR8 (Rosen ve diğ., 2016) ile RAVE DR5 (Kunder ve diğ., 2017) taramasında bulunan yıldızlardan oluşturulan XRAVE kataloğundaki gerekli parametreleri bulunan 474 yıldızın spektrumları elde edilmiş, akıları ve lüminoziteleri yeniden hesaplanmıştır. Söz konusu veriler her ne kadar XMM kataloğunda bulunsun da, katalogta veri kalitesini ifade eden herhangi bir istatistiksel test sonucu veya kullanılan model belirtilmediğinden verilerin güvenilirliğini sınamanın bir yolu yoktur. Tez önerisinde de belirtildiği gibi ayrıntılı bir XRAVE kataloğu oluşturmak için, bu belirsizliği gidermek amacıyla, fitler tekrar geçirilmiş ve yeni akı ve lüminozite değerleri elde edilmiştir. Farkların ortalaması XMM kataloğuyla genel olarak uyumlu görünse de fark grafiğine bakıldığında bölgesel olarak sistematik farklara işaret edebilecek bulgular mevcuttur. Bu farklar, XMM

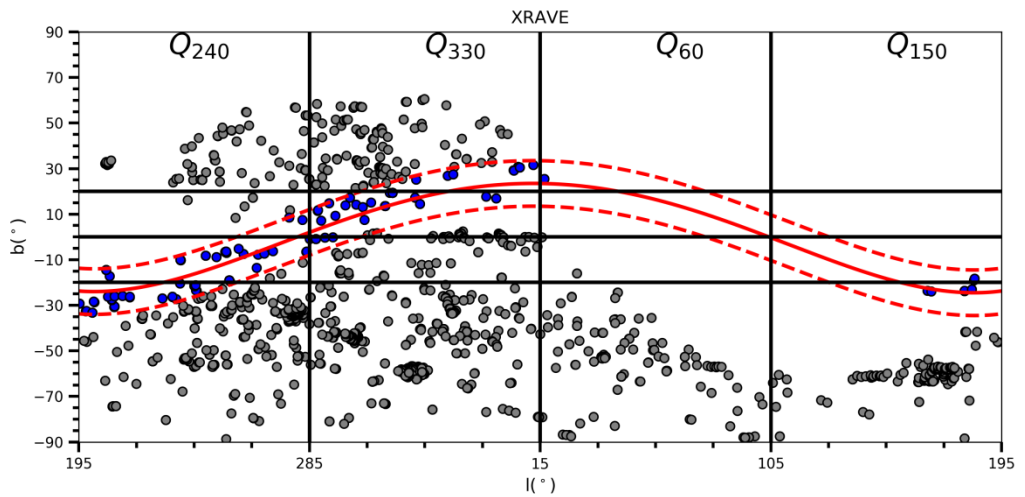
katalogunda kullanılan modeller ile tez çalışmasında o yıldız için seçilen en iyi model arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanmış olabilir.

RAVE genel olarak anakol yıldızlarından oluştuğundan en iyi fitler kuvvet kanunu modelinden alınmıştır. 474 XRAVE yıldızının 212 tanesi kuvvet kanunu (pow), 93 tanesi kuvvet kanunu ile kara cismin kombinasyonu (pow + bbody), 80 tanesi disk ile kara cismin kombinasyonu (diskbb + bbody), 52 tanesi kara cisim (bbody) ve 37 tanesi disk (diskbb) modeli ile en iyi şekilde modellenerek X-ışın akıları yeniden hesaplanmıştır.

4.2. GOULD DİSKİ

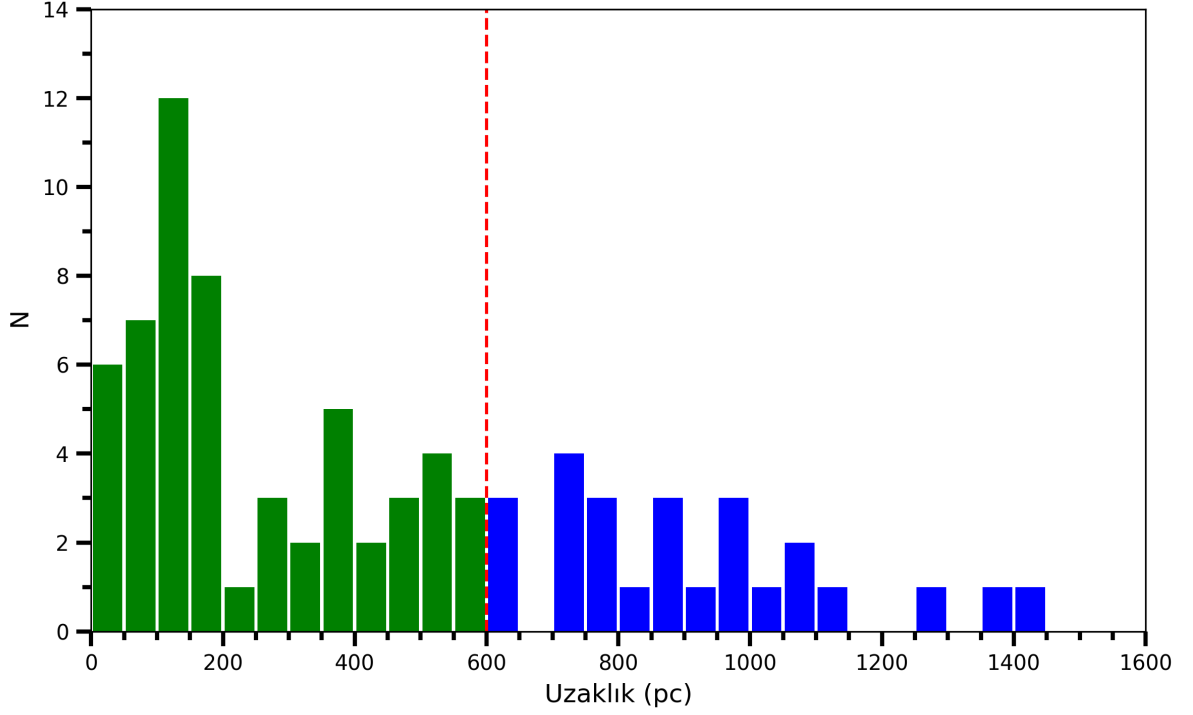
Gould diskine üyelik için gerekli olan Galaktik enlem ve boylam, uzaklık, X-ışını ışıma güçleri ve yaş parametrelerine göre elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

XRAVE katalogundaki 1063 yıldızdan 92 tanesi Gould diskinin kalınlığını belirleyen 20° lik şeridin içinde yer almaktadır. Şeridin merkezini belirleyen koordinatlar Denklem 3.7 kullanılarak elde edilmiştir. Bu 92 yıldızdan birisinin uzaklığı RAVE DR4 ve GAIA DR2’de bulunmadığı için sonraki analizlere dahil edilmemiştir. Kalan 91 yıldız birinci aşama Gould diski üye adayı olarak sınıflandırılmıştır (Coşkunoğlu ve diğ., 2019). XRAVE katalogundaki yıldızların enlem-boylam dağılımı ve Gould diskinin Galaktik konumu Şekil 4.4’te gösterilmiştir.



Şekil 4.4: XRAVE katalogundaki yıldızların Galaktik koordinatlardaki (l, b) dağılımı. Kesikli kırmızı çizgiler Gould diskinin Galaktik konum sınırlarını, mavi noktalar Galaktik konum açısından diskin içinde kalan birinci aşama aday yıldızları, gri noktalar ise dışarıda kalan yıldızları göstermektedir.

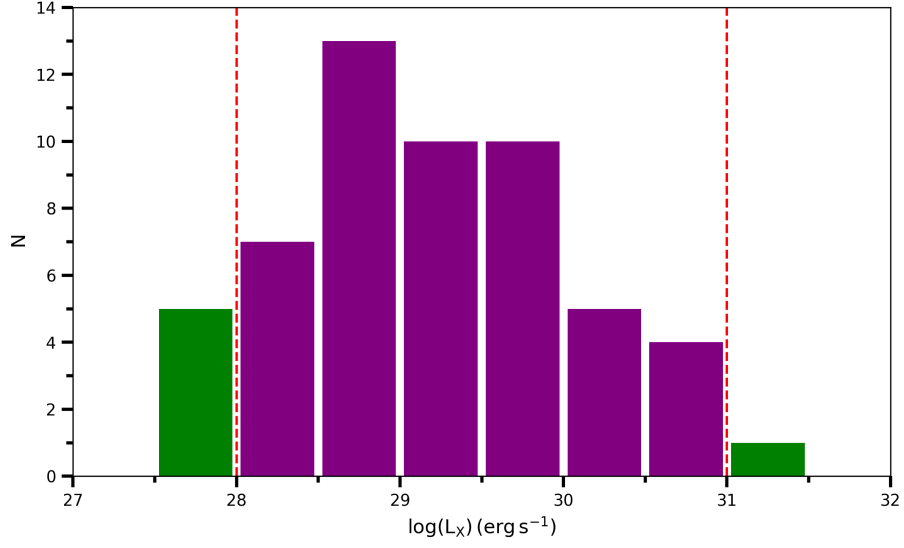
İkinci aşamada uzaklık kriteri uygulanmış ve, daha önce bahsedildiği gibi, GAIA DR2'den alınan uzaklıklar kullanılarak 91 adet birinci aşama aday yıldız bir uzaklık histogramına yerleştirilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: 91 adet birinci aşama aday yıldızın uzaklık dağılımı. Kırmızı kesikli çizgi Gould diski için bir üst sınır oluşturan 600 pc uzaklığını göstermektedir. Yeşil çubuklarda kalan 56 yıldız ikinci aşama aday olarak sınıflandırılmış, mavi çubuklardaki yıldızlar ise birinci aşama aday olarak kalmıştır.

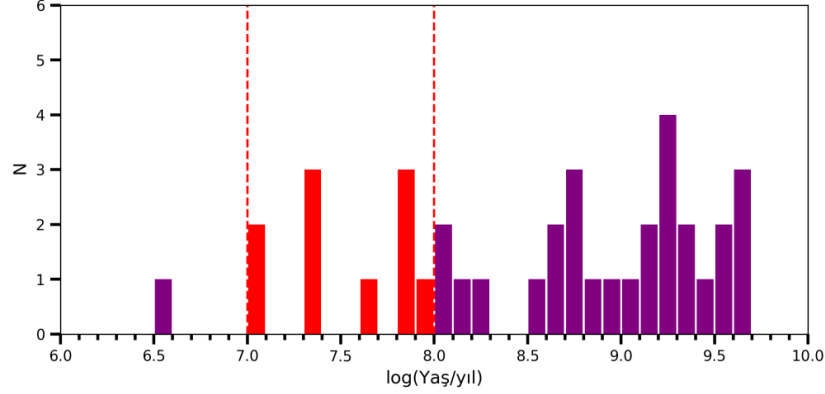
Yıldızlarının üçünün paralaksı sıfır, 32'sinin uzaklığı ise 600 pc'ten büyük olduğu için adaylık statüleri birinci aşama olarak kalmış, geriye kalan 56 yıldız ise ikinci aşama aday statüsüne yükseltilmiştir.

X-ışını ışıma güçleri $L_X = 4\pi d^2 F_{0.2-12}$ formülünden faydalanarak hesaplanmıştır. 56 adet ikinci aşama adaydan 49'u istenilen aralıktadır ($10^{28} - 10^{31} \text{ erg.s}^{-1}$) (bkz. Bölüm 3.6). Bu 49 yıldız üçüncü aşama aday statüsüne yükseltilmiştir. Yıldızların X-ışını ışıma güçleri dağılımı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



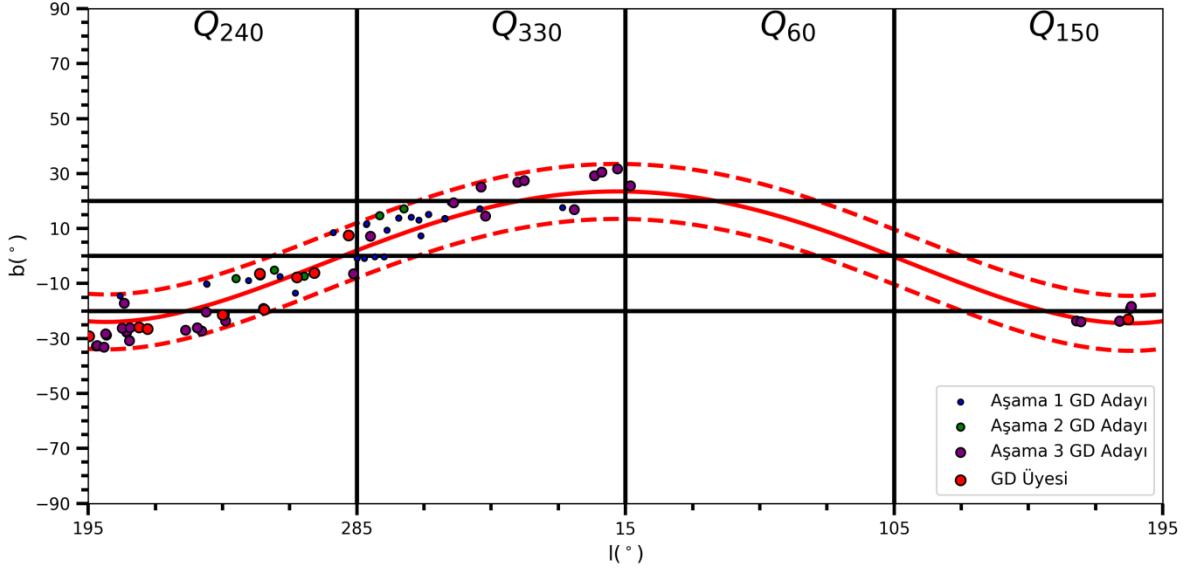
Şekil 4.6: 56 adet ikinci aşama adayın X-ışını ışınma gücü dağılımı. Soldaki kırmızı kesikli çizgi 10^{28} , sağdaki ise 10^{31} erg.s⁻¹lik ışınma gücü sınırlarını, yeşil çubuklardaki yıldızlar ikinci aşama adayları, mor çubuklardaki yıldızlar ise X-ışını ışınma gücü kriterini sağlayan üçüncü aşama adayları göstermektedir.

Dördüncü ve son aşamada yaş kriteri test edilmiştir, fakat RAVE DR4'te verilen yaşların (Binney ve diğ., 2014b) yarısının göreceli hatası %100'ü aştığından Jørgensen ve Lindegren (2005)'in Bayes yöntemi kullanılarak ikinci aşama adayların yaşları hesaplanmıştır. Literatürde Gould disk üyeliği için verilen yaş aralığı 10 – 100 milyon yıldır (bkz. Bölüm 3.6). Üçüncü aşama aday yıldızların elde edilen yaşlara göre dağılımı Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7: 49 adet üçüncü aşama adayın yaş dağılımı. Soldaki kırmızı kesikli çizgi Gould diski için benimsenen alt yaş sınırı olan 10 milyon yılı, sağdaki ise üst yaş sınır olan 100 milyon yılı göstermektedir. Kesikli çizgilerin arasında kalan kırmızı çubuklardaki 10 yıldız Gould diski üyelerini göstermektedir.

1063 yıldızdan oluşan XRAVE kataloğundaki yıldızlar Gould diski üyeliği için incelenmiş ve bunların 971 tanesi Galaktik konum kriterini sağlayamamış, bir yıldız ise yeterli verisi bulunmadığı için dışarıda bırakılmış ve 91 yıldızlık birinci aşama aday alt örneği elde edilmiştir. Ardından bu alt örnek, sırası ile, uzaklık, X-ışını ışıma gücü ve yaş kriterleri için test edilmiştir. Bu aşamalardaki sınırlamaları geçen yıldızlara, sırası ile, ikinci aşama aday, üçüncü aşama aday ve üye sınıflamaları yapılmıştır. İkinci aşama aday sayısı 56, üçüncü aşama aday sayısı 49 ve üye sayısı 10'dur; yani ikinci aşamada 35, üçüncü aşamada yedi ve son üyelik testinde 39 yıldız sınırlamaları sağlayamamıştır. Her bir aşamadaki yıldızlar, aşamalara uygun renk kodları ile, Şekil 4.8'de gösterilmiştir. 10 üyenin özellikleri Tartışma ve Sonuç bölümünde ayrıntılı şekilde tartışılacaktır.



Şekil 4.8: 91 Gould diski üye adayının Galaktik dağılımı. Mavi noktalar birinci aşama adayları, yeşil noktalar ikinci aşama adayları, mor noktalar üçüncü aşama adayları ve kırmızı noktalar da üyeleri göstermektedir.

4.3. LİTYUMCA ZENGİN DEVLER

XRAVE kataloğuna yüzey çekim ivmesi kriterinin uygulanması sonucunda 116 adet dev, 346 adet alt dev yıldızı tespit edilmiştir. RAVE’de alınan spektrumlar lityum çizgilerinin bulunduğu bölgeyi kapsamadığı için lityum bolluklarını bulmak amacıyla yapılan literatür taraması kapsamında RAVE’le aynı bölgelerde gözlem yapıp lityum bolluğunu da veren GALAH (Buder ve diğ., 2018) taraması incelenmiş ve 21 yıldız XRAVE ile eşleşmiştir. Fakat, eşleşmelerin azlığı dikkate alındığında, GALAH’ın özel olarak RAVE’in gözlemlendiği yıldızlardan kaçındığı ve RAVE’le birlikte güney gökyüzünün bir haritasını çıkarmaya çalıştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Eşleşen yıldızların yüzey çekim ivmelerine bakılarak beşinin alt dev, dördünün dev yıldız olduğu anlaşılmıştır. Alt dev yıldızlarının üç tanesi, dev yıldızların sadece bir tanesi lityumca zengin olma kriterine uymaktadır. Lityumca zengin dev olarak belirlenen J155853.1-753436 isimli yıldızın lityum bolluğu $A(Li) = 4.02$ dex’tir. Bu değer zenginlik sınırı olarak kabul edilen 2.0 dex değerinin 100 katıdır.

Metalce fakir, lityumca zengin devler dev yıldızlardaki lityum üretimini betimleyen modellerin sınırlamalarını belirlemek ve netleştirmek için yaşamsaldır.

4.4. HALODAKİ METALCE FAKİR, YAKIN ÇİFT SİSTEMLER

Bölüm 3.8’de anlatıldığı gibi, XRAVE’deki halodaki metalce fakir, yakın çift sistemleri tespit edebilmek için öncelikle en sınırlayıcı, yani sağlanması en zor, kriter olan halo üyeliği sınanmıştır. Halo üyeliği için Bensby ve diğ. (2003)’nin kinematik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılabilmesi için yıldızın uzay hızları olan U , V ve W ’ya ihtiyaç vardır. Bunlar GAIA DR2’nin uzaklık ve öz hareketleri ile RAVE’in radyal hız bilgisi Johnson ve Soderblom (1987)’un yönteminde kullanılarak elde edilmiştir. U , V ve W elde edildikten sonra hız bileşenleri LSR’ye göre düzeltilmiştir (Coşkunoğlu ve diğ., 2011). Düzeltilmiş hızlar her bileşene ait hız dispersiyonları olan σ_U , σ_V , σ_W (Bensby ve diğ., 2003) ile kullanılarak ince disk, kalın disk ve halo için göreceli olasılıklar hesaplanmış ve $TD/H < 0.1$ ve $0.1 < TD/H < 1$ aralıkları, sırası ile, yüksek ve düşük olasılıklı halo yıldızları olarak sınıflandırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre 24 sistem yüksek olasılıklı ($TD/H < 0.1$), bir sistem düşük olasılıklı halo yıldızıdır ($0.1 < TD/H < 1$). Sistemlerin beşinin metal bolluğu RAVE kataloğunda yoktur. Geriye kalan 20 sistemin 12’si metalce fakirdir ve halo ile uyumlu metal bolluğuna ($[M/H] < -1$ dex) sahiptir. Beş yüksek olasılıklı halo üyesinin özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: XRAVE'deki 24 yüksek olasılıklı halo yıldızından beşini gösteren tablo. Bir ve ikinci sütunlar yıldızın ekvatorial sistemdeki koordinatlarını, üçüncü ve dördüncü sütun yıldızın paralaksını ve hatasını, beşinci ve yedinci sütun yıldızın ekvatorial koordinatlardaki öz hareket bileşenlerini, altıncı ve sekizinci sütun öz hareket bileşenlerinin, sırası ile, hatasını, dokuzuncu ve onuncu sütun yıldızın logaritmik yaşını ve hatasını, on bir ve on ikinci sütunlar ise yıldızın kütlelerini ve hatasını göstermektedir.

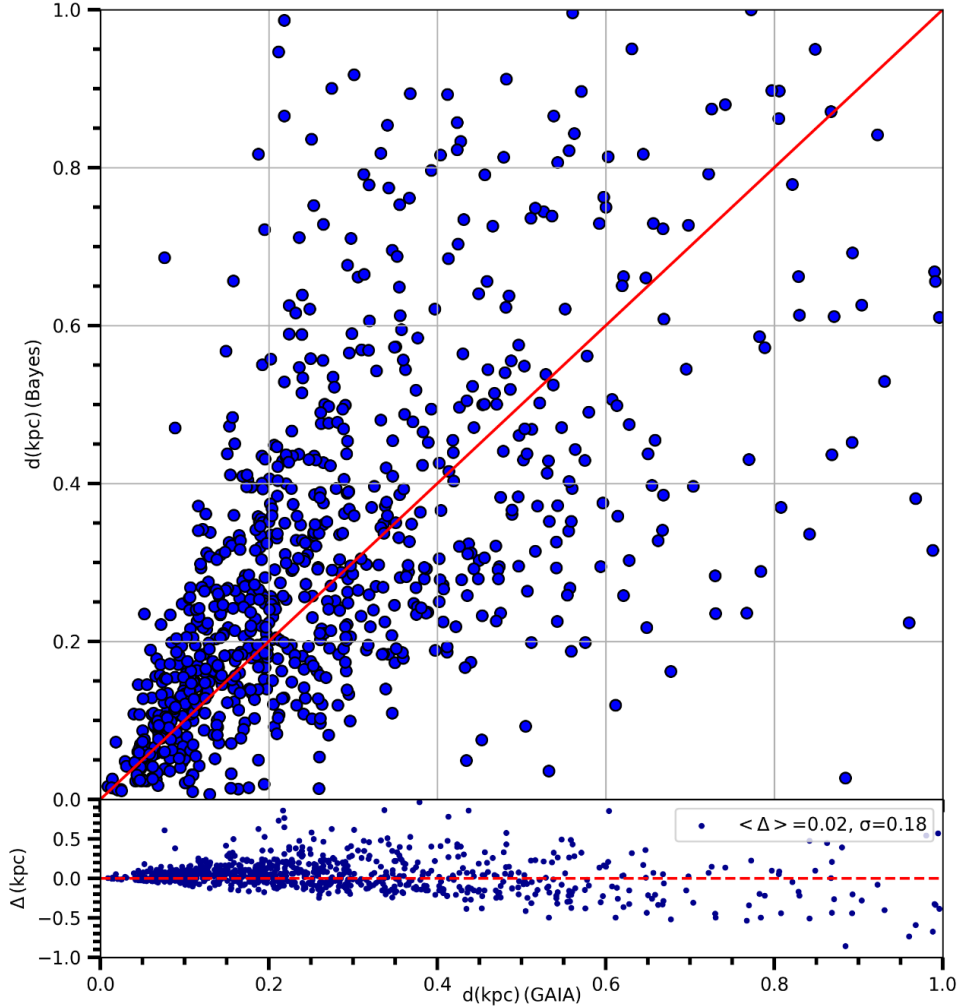
<i>RA</i>	<i>Dec</i>	π	σ_π	μ_α	σ_{μ_α}	μ_δ	σ_{μ_δ}	$\log(\text{yaş/yıl})$	$\sigma_{\log(\text{yaş/yıl})}$	<i>M</i>	σ_M
(°)	(°)	$\times 10^{-3}$ (")	$\times 10^{-3}$ (")	$\times 10^{-3}$ "/yıl	$\times 10^{-3}$ "/yıl	$\times 10^{-3}$ "/yıl	$\times 10^{-3}$ "/yıl			M_\odot	M_\odot
194.35	-17.69	2.46	0.03	-25.29	0.05	-5.09	0.04	10.02	0.04	0.70	0.01
351.28	-52.23	-0.43	0.26	-34.29	0.27	1.62	0.51	9.94	0.10	0.96	0.04
81.87	-69.37	0.07	0.03	2.04	0.07	0.31	0.07	9.94	0.12	0.68	0.03
85.22	-68.39	4.47	0.02	6.45	0.05	-8.51	0.08	9.86	0.28	1.01	0.33
83.02	-70.61	0.02	0.47	1.82	0.85	0.21	0.94	9.84	0.31	1.06	0.29

Olası halo üyesi metalce fakir yıldızlar belirlendikten sonra bunların birer çift sistem üyesi olup olmadığı SIMBAD⁸ veri tabanından yapılan sorgulama ile kontrol edilmiştir. Yapılan sorgu sonucunda hiçbir yıldızın bir çift sistem üyesi olmadığı bulunmuştur. Örneğin çoğunluğu, RAVE'den beklenebileceği gibi, anakol yıldızları olup arada birkaç ilgi çekici cisim de mevcuttur: iki süper dev, bir T Tauri, iki B_e yıldızı, bir değişen yıldız, iki yüksek öz hareketli yıldız. Yüksek öz hareketli yıldızlar hariç bu cisimlerin RAVE'de verilen parametreleri güvenilir olmayabilir, çünkü bunlar RAVE'in gözlemlemeyi amaçladığı esas örnekten çok farklı cisimlerdir. Yapılan analizlerde XRAVE'de halo üyesi, metalce fakir 12 yıldızdan oluşan bir alt örnek bulunmuş, fakat sistemlerin hiçbirinin bir çift sistem üyesi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

⁸ <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

4.5. YEREL YILDIZ OLUŞUM ORANI

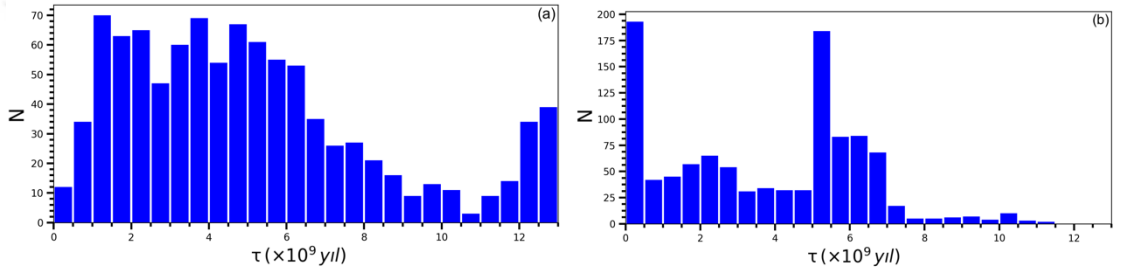
Bayes yöntem ile elde edilen parametrelerin sağlıklı olup olmadığını kontrol etmek için örnekteki 1063 yıldızın Bayes yöntemle hesaplanan uzaklıkları, GAIA DR2’de verilen uzaklıklarla kıyaslanmıştır. Sonuçlar Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



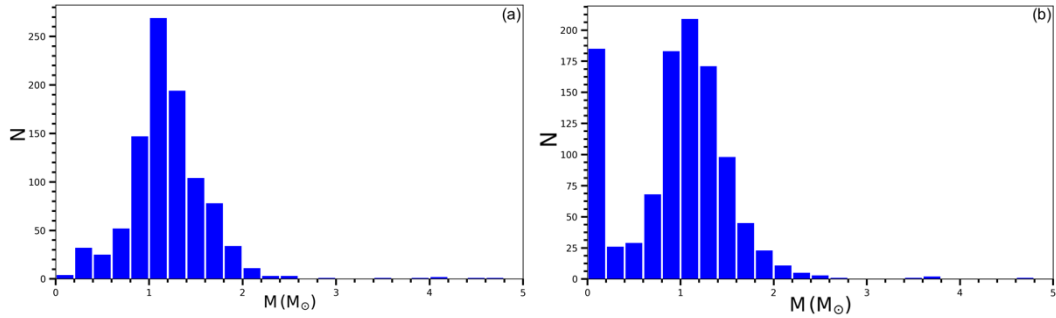
Şekil 4.9: Bayes yöntem ile elde edilen uzaklıklar (y-ekseni) ile GAIA DR2 (x-ekseni) tarafından verilmiş uzaklıkların kıyaslanması (üst panel). XRAVE kataloğundaki her yıldız için Bayes yöntemle elde edilmiş ve GAIA DR2’de verilmiş uzaklıkların farkı, ortalama fark ve standart sapması (alt panel).

Şekilden görülebildiği gibi GAIA DR2’de verilen uzaklıklarla Bayes yöntem ile elde edilen uzaklıklar genel olarak uyumludur. Bir miktar saçılma bulunmakla birlikte bu saçılma farkların geneli dikkate alındığında sistematik olmasa da, 0.4 kpc’ten büyük uzaklıklar için

farklar bir yanlılığın olabileceğini göstermektedir. Farkların medyanı 0.02 kpc olup sıfıra yakındır. Uzaklığı takiben XRAVE yıldızları için yaş ve kütleye ait sıklık dağılımları oluşturulmuştur. Yaş sıklık dağılımı, RAVE DR4'teki (Binney ve diğ., 2014b) yaş sıklık dağılımı ile birlikte, Şekil 4.10'da, kütle sıklık dağılımı, RAVE DR4'teki (Binney ve diğ., 2014b) kütle sıklık dağılımı ile birlikte, Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Binney ve diğ. (2014b) tarafından verilen yaş ve kütleler RAVE DR4'te verilmiş olup güvenilirlikleri yüksek olmadığı için RAVE DR5'te verilmemiştir. Yine de, örnekteki yıldızlar için literatürde başka bir yaş ve kütle bilgisi olmadığı için, kıyaslama amacıyla, şekillerin (b) panelinde Binney ve diğ. (2014b)'nin verdiği yaş ve kütleler üzerinden yapılan sıklık dağılımları verilmiştir.



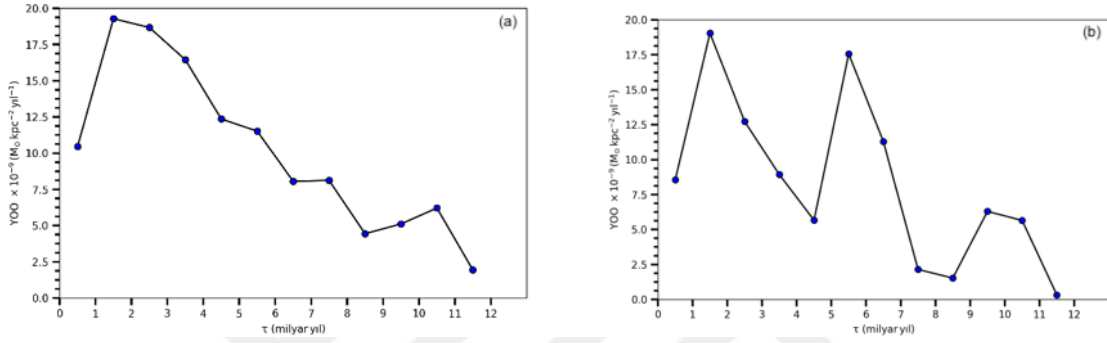
Şekil 4.10: (a) Bayes yöntem ile elde edilen XRAVE yaş dağılımı. (b) RAVE kataloğunda verilen yaş dağılımı. Yaş, milyar yıl cinsinden verilmiştir.



Şekil 4.11: (a) Bayes yöntem ile elde edilen XRAVE kütle dağılımı. (b) RAVE kataloğunda verilen kütle dağılımı. Kütle, Güneş kütlesi (M_{\odot}) cinsinden verilmiştir.

Binney ve diğ. (2014b)'nin verdiği yaşta ciddi bir problemle karşılaşılmaktadır. Yaşı 1 milyar yılın altında veya 10 milyar yılın üzerinde çok sayıda yıldız bulunmaktadır. Oysa RAVE parlaklıkla sınırlı olduğundan bu kadar genç yıldızların veya geç spektral tipten anakol yıldızlarının bulunması pek mümkün değildir. Yaşlardaki bu problem muhtemelen yaşların tayinindeki yöntemden kaynaklanmaktadır. Binney ve diğ. (2014b) RAVE'deki yıldızların

atmosferik parametrelerini eş yaş eğrileri ile eşleştirmiş ve en yakın eş yaş eğrisindeki yaş yıldız için benimsenmiştir. Fakat, RAVE’de verilen atmosferik parametrelerdeki göreceli hatalar bazen ciddi mertebelere yükselebilmekte ve %100’ü bile aşabilmektedir. Bu sebepten dolayı, daha önce de bahsedildiği gibi, Binney ve diğ. (2014b)’nin çalışmasında elde ettiği uzaklık, yaş ve kütle parametreleri RAVE DR4’ten sonraki veri salımı olan DR5’te verilmemiş ve bu çalışmada kullanılmamıştır.



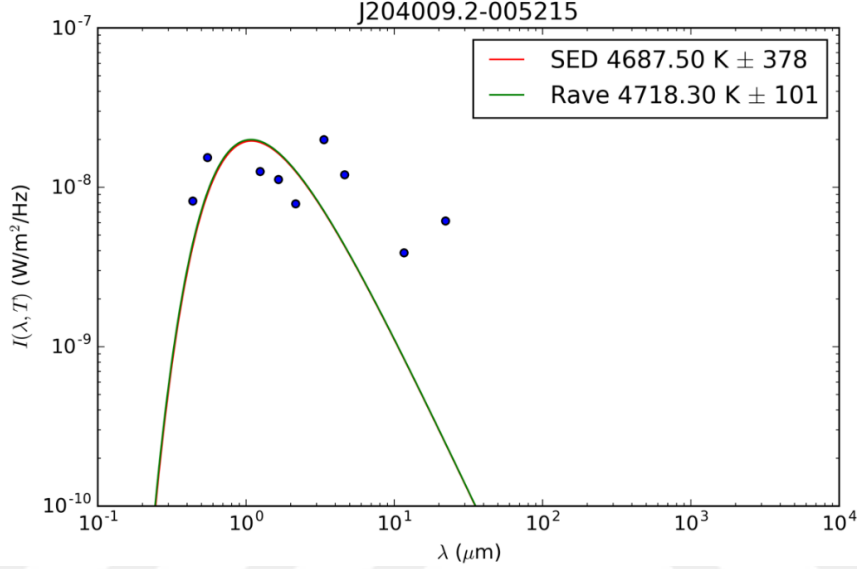
Şekil 4.12: (a) XRAVE’deki yıldızlar kullanılarak Bayes yöntemi ile hesaplanan 1 milyar yıllık adımlara bölünmüş YOO değerleri. (b) XRAVE’deki yıldızların RAVE’deki parametreleri kullanılarak hesaplanan milyar yıllık adımlara bölünmüş YOO değerleri.

Bölüm 3.7’de anlatıldığı şekilde elde edilen YOO (Şekil 4.12a) ve Binney ve diğ. (2014b) tarafından verilen değerler kullanılarak elde edilen YOO (Şekil 4.12b) Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Şekilde x-ekseni milyar yıl cinsinden yaş, y-ekseni ise YOO’yu göstermektedir. Şekilden görülebildiği gibi iki yöntemden elde edilen sonuçlar birbirine uyumlu değildir. RAVE’in gözlem stratejisi dikkate alındığında Bayes yöntemiyle elde edilen sonuçlar Güneş civarındaki F ve G spektral tipinden anadol yıldızlarının yaş dağılımına daha uygundur. Diğer yandan Binney ve diğ. (2014b)’nin verilerinden elde edilmiş YOO’larda gözlemlenebilen çok sayıda yaşlı yıldız Güneş civarının karakteristiğini temsil edememektedir.

4.6. KATAKLİSMİK DEĞİŞEN ADAYLARININ BULUNMASI

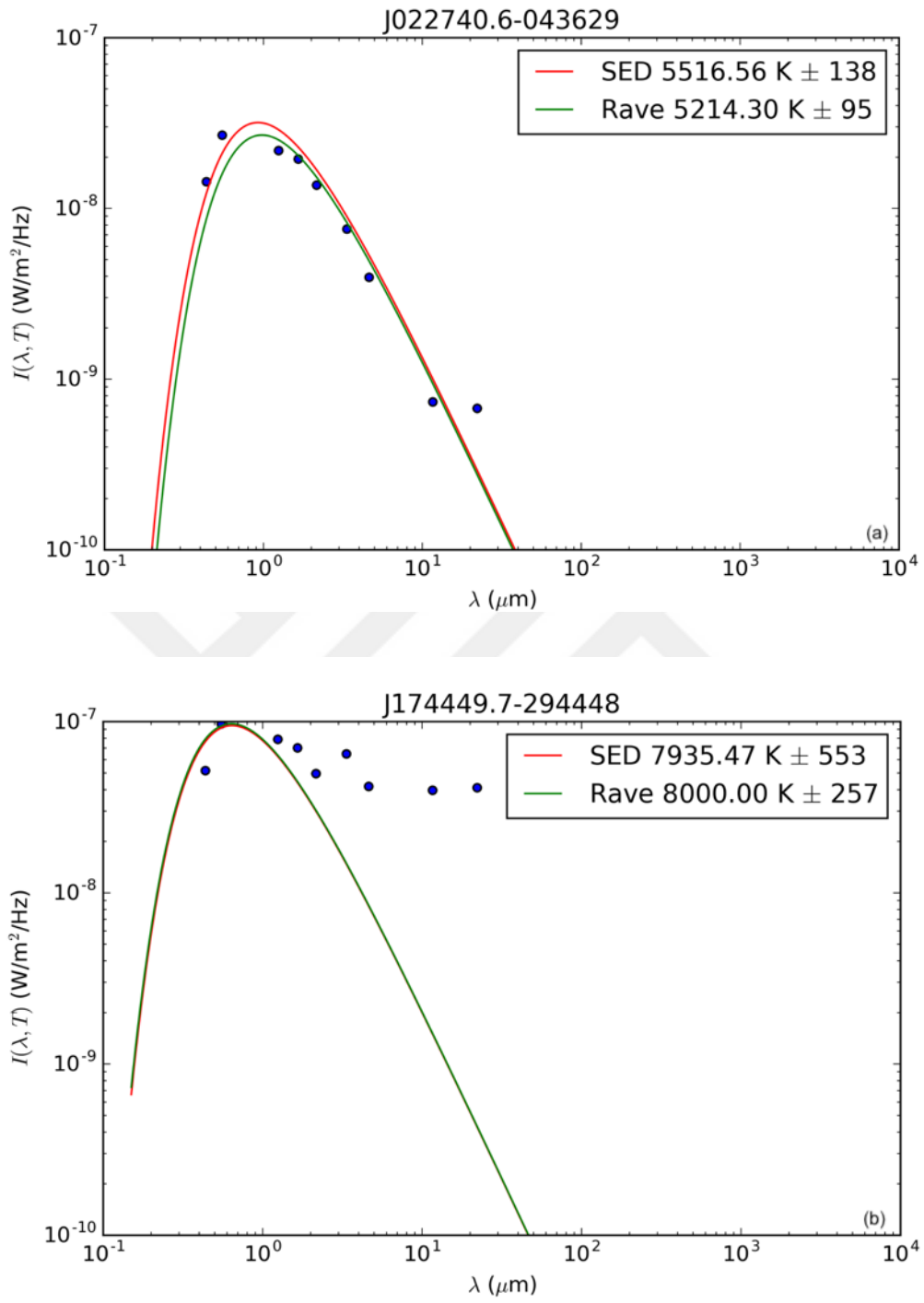
Bölüm 3.10’da anlatıldığı gibi kataklismik değişen adaylarının tespiti için yıldızların çeşitli dalga boylarındaki bantlarda spektral enerji dağılımları elde edilmiş ve kızılötesinde bir artış aranmıştır. Şekil 4.13’te görüldüğü gibi J204009.2-005215’te kızılötesinde bir artış vardır. Bunun yıldızın etrafındaki bir diskten kaynaklanıyor olması mümkündür. Katalogdaki yıldızların X-ışını yayınladıkları zaten bilindiğinden bu yıldız bir CV adayı olabilir. Artık net

bir şekilde görüldüğünden yıldız literatürden araştırılmış ve yıldızın diğer adının AE Aqr olduğu ve DQ Her tipi orta polar bir CV olduğu bulunmuştur. Yıldızın XRAVE kataloğundaki akı değeri incelendiğinde, katalogta bulunan yıldızların ortalama akı değerinden 100 kat daha şiddetli olduğu ve katalogdaki en büyük akı değerine sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 4.13: XRAVE'deki CV J204009.2-005215, ya da diğer adıyla AE Aqr'nin, bantlara göre enerji dağılımı.

Her yıldız için uzaklığın bir fonksiyonu olan bir katsayı kullanılarak XRAVE kataloğundaki yıldızların tümü için indirgeme yapılmıştır. Yıldızların bir kısmı kara cisim ışıma eğrisi ile uyumluyken bir kısmında ise, beklendiği gibi, kızılötesinde, muhtemelen yıldızın çevresindeki bir diskten kaynaklanan, bir artık görülmüştür. Kara cisim ışıma eğrisi ile uyumlu bir yıldız Şekil 4.14a'da, artık gösteren bir yıldız ise Şekil 4.14b'de gösterilmiştir. Şekil 4.14b'deki uyumsuz yıldız Miura ve diğ. (2008) tarafından incelenmiş ve etkileşen, Algol tipi bir çift sistem olduğuna ve baş yıldızın A spektral tipinden olduğu sonucuna varmıştır. XRAVE'de Şekil 4.14b'deki yıldız ve AE Aqr'nin haricinde 15 yıldız daha kızılötesinde artık göstermiştir. Bu 16 yıldız birer CV adaydır.



Şekil 4.14: Kara cisim ışınma eğrisi ile uyumlu (a) ve kızılötesinde artık gösteren (b) iki XRAVE yıldızı.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında RAVE DR5 ve 3XMM-DR8 verileri kullanılarak her iki katalogda da bulunan, elektromanyetik spektrumun X-ışını bölgesinde etkinlik gösteren RAVE yıldızları belirlenmiş, yani XRAVE kataloğu oluşturulmuştur. Bu katalogdaki X-ışını akıları yeniden hesaplanmıştır. Ayrıca, XRAVE kataloğunda CV'ler, lityumca zengin devler, halodaki metalce fakir, yakın çift sistemler ve Gould diski üyeleri aranmış ve katalogdaki yıldızlardan yola çıkarak yerel YOO hesaplanmıştır.

XMM kataloğunun eski versiyonlarında X-ışın sayımları kuvvet kanunu kullanılarak akılara çevrilmekteyken, güncel versiyonlarında birkaç model ($wabs * pow$, $wabs * mekal$, $wabs * bb$, $wabs * (mekal + wabs * pow)$, $wabs * (pow + wabs * pow)$, $wabs * (bb + pow)$) arasından en uygun olanı seçilmektedir. XMM kataloğunda yıldız olmayan gök cisimleri de bulunduğundan bu modellerin bir kısmı yıldızları temsil edememektedir. Ayrıca, katalogda hangi modelin ne sebeple seçildiği belirtilmediğinden, bu açığı gidermek amacıyla tezin başlıca amacı olan X-ışın akılarının yeniden hesaplanması konusu ele alınmıştır. İlk aşamada XRAVE kataloğundaki cisimlerin ham gözlem verileri indirilmiştir. Ardından XMM'in kendi veri indirgeme yazılımı SAS ile ham veriler işlenerek X-ışın akıları elde edilecek hale getirilmiş, yani X-ışın spektrumları elde edilmiştir. Spektrumlara Bölüm 4.1'de bahsedilen modeller geçirilerek akılar elde edilmiştir. Tez çalışmasında XMM kataloğundaki en geniş enerji bandı olan 0.2 - 12 keV bandı tercih edilmiştir. Akıların tekrar tayin edilmesi verinin XMM kataloğunda belirtilmeyen koşullardan, model varsayımlarından arındırılmasını sağlamıştır. Ayrıca, bu çalışmada farklı modeller test edilerek istatistiksel olarak en uygun model ile cismin akısı daha güvenilir bir şekilde tayin edilmiştir.

Tez çalışmasında XRAVE kataloğundaki veriler elverişli olduğundan kızılötesi artık incelenerek katalogda CV'ler ve CV adayları aranmıştır. Etrafında bir disk olan sistemler diskin ışınımının yıldızinkine katkısından dolayı kızılötesinde bir artık gösterir. Bu adayların aranabilmesi için yıldızların farklı enerji bantlarındaki parlaklıkları çeşitli fotometrik kataloglarla eşleştirilerek elde edilmiştir. Elde edilen parlaklıklar Bölüm 3.4'te bahsedilen yöntemle akılara çevrilmiştir. Bu akılar kullanılarak yıldızın spektral enerji dağılımı oluşturulmuş ve yıldızın spektrumundan elde edilen yüzey sıcaklığına karşılık gelen kara

cisim eğrisi elde edilmiştir. Bu eğri, uzaklık için indirgenmiş ve enerji dağılımı ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu kızılötesinde artık gösteren yıldızlar CV adayları olarak sınıflandırılmıştır. Adaylar literatürde aranmış ve J204009.2-005215 adlı yıldızın bir DQ Her tipi CV olduğu bulunmuştur. Bu sonuç diğer adayların da dikkatlice incelenmesi gerektiğini göstermiştir. XRAVE yıldızları kızılötesi artık için incelenmiş ve artık gösterip literatürde CV olarak tanımlanmayan 16 yıldız ve özellikleri Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1: Kızılötesinde artık gösteren 16 XRAVE yıldızı. Tabloda yıldızların RAVE isimleri (RAVEID), göksel ekvatorial koordinatları (RA , Dec), spektroskopik yüzey sıcaklıkları (T_e) ve hatası (σ_{T_e}), spektral enerji dağılımına uyan kara cismin yüzey sıcaklığı ($T_e(SED)$) ve hatası ($\sigma_{T_e(SED)}$), yıldızın yaşı ($\log(yaş/yıl)$) ve varsa yıldızın özellikleri verilmiştir.

RAVEID	RA (°)	Dec (°)	T_e (K)	σ_{T_e} (K)	$T_e(SED)$ (K)	$\sigma_{T_e(SED)}$ (K)	$\log(yaş/yıl)$	Açıklamalar
J113218. 3-301952	173.0763	-30.3311	3399	171	3288	367	-	Genç yıldızimsı cisim
J031728. 8-030750	49.3702	-3.1306	6477	95	6663	139	9.43	-
J174740. 9-282801	266.9204	-28.4669	5768	79	4014	1070	9.85	Yüksek öz hareketli yıldız
J165423. 8-410147	253.5992	-41.0296	7250	447	6141	706	-	NGC6231 kümesine üye
J165454. 5-410357	253.7272	-41.0658	7900	82	7199	661	-	-
J165823. 6-430018	254.5983	-43.0049	8000	641	5765	1175	9.28	-
J165247. 4-414709	253.1973	-41.7858	7407	156	4245	1922	9.08	Mavi süper dev
J110720. 7-773807	166.8364	-77.6354	3200	145	2132	628	-	Çoklu sistem
J110151. 9-344217	165.4663	-34.7047	4500	145	2100	1267	-	T Tauri
J110224. 9-773336	165.6038	-77.5599	3800	98	2091	759	9.60	T Tauri
J132207.	200.5314	-69.6367	3200	101	1848	622	-	T Tauri

5-693812								
J165351. 6-415033	253.4651	-41.8424	7250	447	5990	754	-	Değişen yıldız
J165411. 5-413831	253.5480	-41.6419	7684	447	4708	1661	9.70	Spektroskopik çift
J105907. 0-770140	164.7791	-77.0279	4561	69	2693	1061	10.09	T Tauri
J111146. 3-762009	167.9430	-76.3359	3200	101	2377	451	-	T Tauri
J174449. 7-294448	266.2070	-29.7465	8000	257	7935	553	9.22	-

Tablodan görülebildiği gibi kızılötesi artık gösteren normal yıldızların spektral tipleri erken tiplerdedir. Yıldız olarak sınıflandırılan cisimler RAVE'in gözlem stratejisinde bulunmaması gereken yıldızlardır ve fotometrilerindeki hatalar normalden büyüktür. Bundan dolayı kızılötesinde bir artık göstermektedirler. Artık gösteren yıldızlar arasında çok sayıda T Tauri ve bir adet genç yıldızimsı cisim vardır. Kızılötesi artık yöntemi yıldızların etrafındaki gaz ve toz diskini bulmayı hedeflediğinden bu tür yıldızları bulması yöntemin çalıştığını göstermektedir. Mavi süper devin artık göstermesinin sebebi atmosferinin dış katmanlarını yüksek ışıınım gücünden dolayı yıldız rüzgârı olarak atması ve bu kabuğun sıcaklığı sebebiyle yıldızın ışıınımına kızılötesinde katkı yapmasından kaynaklanabilir. Çoklu sistemdeki ve spektroskopik çiftteki yıldızlar birbirlerine çok yakındır, dolayısıyla RAVE ve XMM teleskopları birden fazla yıldızın ışıınımını ayırt edemeyip tek yıldız gibi gözlem almış olabilir. Gözlemlenen bileşke ışıınım hem sıcak yıldızı hem de daha soğuk olan yıldızı veya yıldızları içerdiği için kızılötesi artık gözlemlenmiştir. Değişen yıldızın farklı bantlardaki parlaklıkları eş zamanlı alınmadığı için bu yıldızın spektral enerji dağılımı güvenilir değildir. Farklı zamanlarda farklı bantlarda bu yıldız gözlemlendiğinde değişiminin çeşitli evrelerinde olacağı için spektral enerji dağılımı yıldızın gerçek yüzey sıcaklığıyla uyuşmayacaktır. Küme yıldızının etrafı yıldızlarla dolu olduğundan bu komşu yıldızların veya küme içi gaz ve tozun ışıınımları söz konusu yıldızın fotometrisine katkısı spektral enerji dağılımında kızılötesi artık olarak görülebilir. Yüksek öz hareketli yıldız ise RAVE için fazla parlaktır. RAVE parlaklık sınırlı bir gökyüzü taramasıdır ve *I* bandı parlaklığı 9 ila 12 kadir arasında olan yıldızları gözlemler. Söz konusu yüksek öz hareketli yıldızın *I* bandı parlaklığı 8^mdir. Bu da

spektroskopik ölçümlerin hatalı olmasına yol açabilir. Özellikle T Tauri yıldızları için hesaplanmış yüksek yaş değerleri buna örnek olarak gösterilebilir. Yaş tayini spektroskopik bilgilere dayandığı için atmosferik parametrelerin hatalı ölçülmesi, Tablo 5.1'den görüldüğü üzere, bu yıldızların doğasına aykırı yaşların elde edilmesine sebep olmuştur.

Halo Galaksideki en yaşlı ve metalce fakir yıldızları barındıran yapı olduğundan hem Galaksiyi hem tekil yıldız evrimini incelemek için idealdir. Tez kapsamında RAVE'in sağladığı radyal hız ve GAIA'dan alınan astrometrik veriler bir arada kullanılarak yıldızların kinematik verileri elde edilmiştir. Kinematik veriler Bensby ve diğ. (2003)'nin yönteminde kullanılarak yıldızlar Galaktik popülasyonlarına göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre XRAVE'deki yıldızların 24 tanesi yüksek olasılıklı, bir tanesi ise düşük olasılıklı halo yıldızdır. 5'inin metal bolluğu bilinmemektedir. Geriye kalan 20 taneden 12'si fakir olan halo yıldızları için bir literatür taraması yapılmış ve bu yıldızların çoklu sistem üyesi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

RAVE taramasının esas amaçlarından biri Galaksinin oluşum ve evrimini anlamak olduğundan, tez çalışmasında Bayes yöntemiyle hesaplanan yaş ve kütle kullanılarak farklı yaş aralıkları için yerel YOO hesaplanmıştır. Bölüm 4.5'te anlatıldığı gibi, YOO hesaplanırken birim yüzeyde birim zamanda yıldıza dönüşmüş olan kütle miktarı dikkate alınmıştır. Hesabın bu şekilde yapılmasının sebebi kullanılan verilerin gaz veya toz bulutlarına değil doğrudan yıldızlara ait olmasıdır.

Binney ve diğ. (2014b)'nin verilerinden elde edilen YOO değerleri Galaksideki üçlü çökmeyi (Micali ve diğ., 2013) desteklerken Bayes yöntemden elde edilen sonuçlarda daha çok kabul gören ikili çökme modelini (Chiappini ve diğ., 1997) desteklemektedir. Bununla beraber, Binney ve diğ. (2014b)'nin verilerinden elde edilen sonuçlarda genç yıldız sayısında olması gerekenin üzerinde bir sayı elde edilmiştir. RAVE DENIS'in *I* bandındaki 9 ile 12 kadir arasındaki yıldızları gözlemlediği ve genellikle anakol yıldızlarından oluştuğu için bu kadar çok genç yıldız barındırması mümkün değildir. Gözlemlenen anakol yıldızlarının çoğunluğu Güneş benzeri yıldızlardır; yani F - G spektral tipinden, 4 - 5 milyar yıl yaşında, Pop I yıldızlarıdır. Binney ve diğ. (2014b)'nin verdiği uzaklık, yaş ve kütlelerin göreceli hatalarının %100'ün üzerine çıkabilmesi ve genel tutarsızlığı yüzünden DR4'ten sonraki versiyonlarda RAVE kataloğundan çıkartılmıştır. Bu husus ve örneğin esasen anakol yıldızlarından oluştuğu

dikkate alındığında Bayes yöntemle elde edilen sonucun Güneş civarını daha iyi temsil ettiği sonucuna varılır.

Çalışma kapsamında metaltce fakir, fakat lityumca zengin devler araştırılmıştır. Devlerin tespiti kolaylıkla yapılabilmekte, fakat RAVE'in spektrum aldığı dalga boyu bölgesinde hiçbir lityum çizgisi bulunmaması, XMM uydusunun ise lityumla ilgili bir gözlem yapmaması sebebiyle lityum bolluğuna erişmek için RAVE ile aynı gökyüzü bölgesinde gözlem yapan GALAH taraması ile XRAVE kataloğundaki yıldızlar eşleştirilmiştir. Bu eşleşme sonucu 21 ortak yıldız tespit edilmiş ve bu yıldızların içerisindeki beş alt devden üç tanesinin lityumca zengin, dört devden ise sadece bir tanesinin lityumca zengin olduğu bulunmuştur. Lityumca zengin olan dev yıldızın ismi J155853.1-753436 olup, $A(Li)$ değeri 4.01 dex'tir. Bu değer sınır olarak benimsenen 2.0 dex değerinin çok üstündedir. Yıldız için bir literatür taraması yapılmış ve olağan dışı bir sonuca rastlanmamıştır. Alt devlerin lityum bollukları 2.5 - 3.5 dex aralığında değişmektedir.

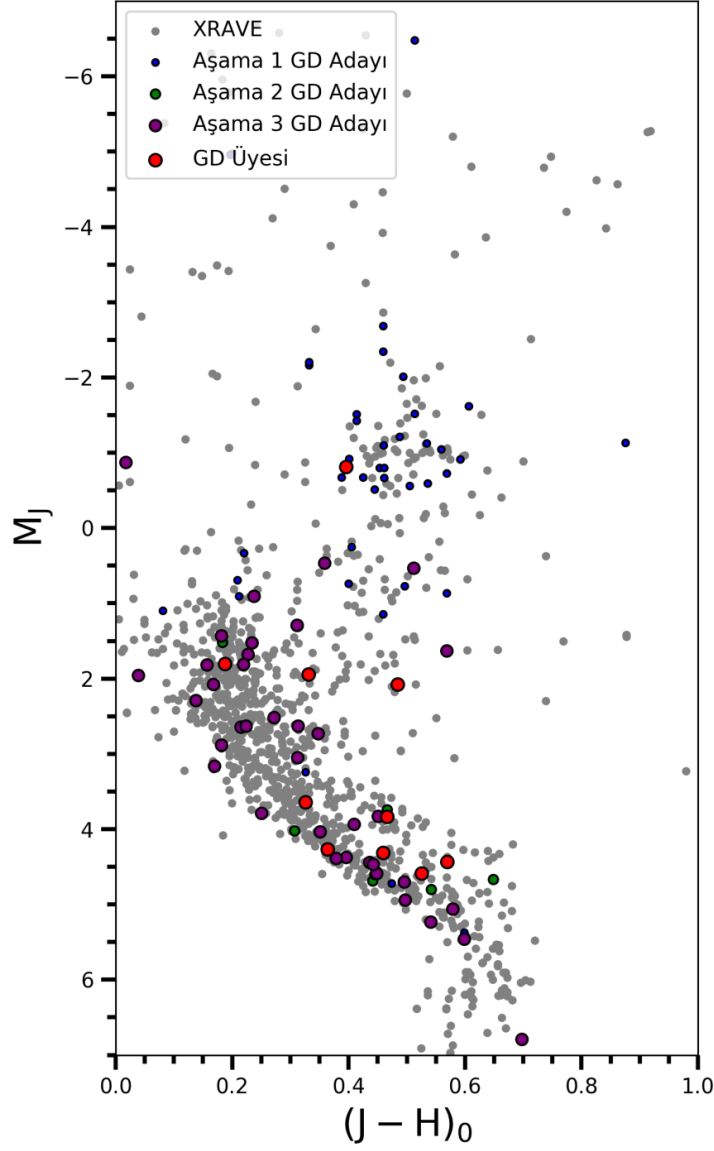
Tez çalışmasında Bölüm 3.6'da ele alınan dört kriter dikkate alınarak RAVE DR5 ile 3XMM-DR8'in eşleştirilmesi sonucunda elde edilen 1063 yıldızlık XRAVE kataloğunda Gould diski üyeleri aranmıştır. Yıldızlar en sınırlayıcı kriter olan Galaktik konumu takiben, sırası ile, uzaklık, X-ışını lüminozitesi ve yaş açısından sınanmıştır. Bu sınamaların sonucunda Gould diskine üye 10 adet yıldız tespit edilmiştir. Üye yıldızlara ait bilgiler Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2: XRAVE'deki 10 Gould diski üyesi. Birinci ve ikinci sütunlar Galaktik koordinatları (l , b), üçüncü ve dördüncü sütunlar yıldızların, sırası ile, RAVE (RAVEID) ve XMM (XMMID) isimlerini, beşinci, yedinci ve dokuzuncu sütunlar yıldızların, sırası ile, uzaklığını (d (pc)), 0.2-12 keV enerji bandındaki lüminozitesini ($L_{0.2-12}$) ve logaritmik yaşını ($\log(\text{yaş/yıl})$), altıncı, sekizinci ve onuncu sütunlar ise, sırası ile, bu parametrelerin hatasını göstermektedir.

l	b	RAVEID	XMMID	d	σ_d	$L_{0.2-12}$	$\sigma_{L_{0.2-12}}$	$\log(\text{yaş/yıl})$	$\sigma_{\log(\text{yaş/yıl})}$
°	°			(pc)	(pc)	$\times 10^{30}$ erg.s ⁻¹	$\times 10^{30}$ erg.s ⁻¹		
183.31	-22.99	J043225.7+1 30648	J043225.7+ 130645	46.8	0.1	0.45	0.02	7.4	0.06
195.31	-29.21	J043636.6+0 04331	J043636.5+ 004330	141.2	0.7	0.45	0.07	7.39	0.05

212.07	-25.92	J051633.7- 104740	J051633.7- 104735	133.1	0.5	0.27	0.11	7.99	0.75
214.86	-26.45	J051848.1- 131732	J051848.0- 131731	465.5	7	2.22	0.29	7.87	1.34
239.97	-21.42	J061515.4- 325403	J061515.6- 325403	151	0.7	0.02	0.01	7.08	0.02
253.98	-19.48	J064646.5- 444036	J064646.6- 444036	440	113.8	2.27	0.93	7.89	0.11
252.46	-6.37	J074700.5- 375037	J074700.3- 375036	178.2	7.1	0.07	0.05	7.9	0.26
264.88	-7.74	J081554.9- 490555	J081554.9- 490554	363.5	2.9	8.26	0.15	7.38	0.01
270.69	-6.15	J084526.9- 525202	J084527.0- 525201	150.3	0.5	0.71	0.02	7.66	0.01
282.14	7.52	J103851.9- 495522	J103851.7- 495521	597.4	10.7	1.25	0.29	7.06	0.01

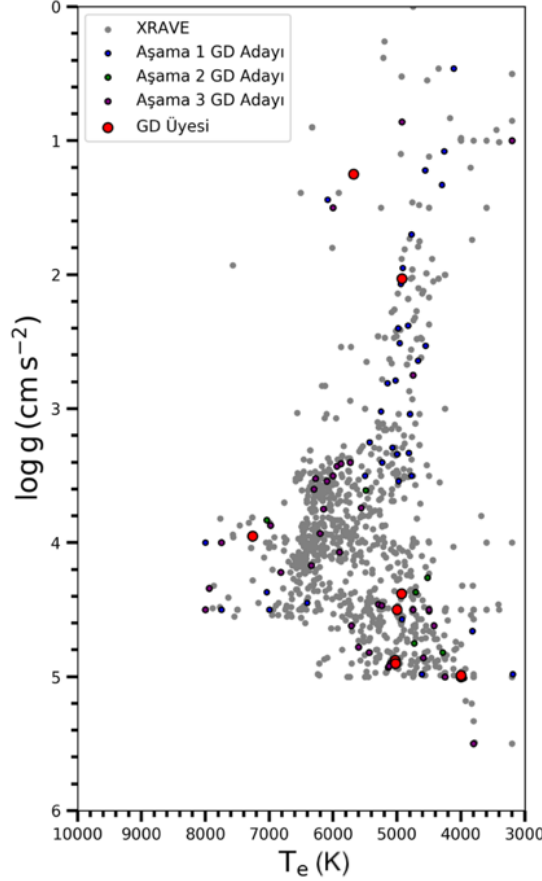
XRAVE yıldızlarının Galaktik konumları, uzaklıkları ile birlikte Schlegel ve diğ. (1998)'nin Galaktik kızarma haritasında kullanılarak 2MASS (Cutri ve diğ., 2003) fotometrik bantları olan J ve H kızarmadan arındırılmıştır. Bu parametrelerden yola çıkılarak J bandındaki mutlak parlaklık M_J ve $(J-H)_0$ renk indeksi elde edilmiş ve tüm XRAVE örneği için renk-kadir diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 5.1) (Coşkunoğlu ve diğ., 2019).



Şekil 5.1: XRAVE kataloğunun renk-kadir diyagramı. Gri daireler Gould diski ile ilişkisi olmayan katalog yıldızlarını, mavi, yeşil ve mor daireler, sırası ile, birinci, ikinci ve üçüncü aşama üye adaylarını ve kırmızı daireler ise Gould diski üyelerini göstermektedir. x-ekseninde kızarmadan arındırılmış $(J-H)$ rengi, y-ekseninde ise J bandındaki mutlak parlaklık vardır.

Şekilde anakol net bir şekilde görülebilmektedir; ayrıca anakolun örneğin çoğunluğunu oluşturduğu da anlaşılabilir. Bu durum, RAVE'in F ve G spektral tipinden, göreceli olarak parlak anakol yıldızlarına odaklandığı dikkate alındığında şaşırtıcı değildir. Şekil incelendiğinde birkaç dev de görülebilir; bunların yüzey çekim ivmeleri kontrol edildiğinde çoğunun dev olduğu görülmüştür. Gould diski üyeleri çoğunlukla anakol yıldızı olup aralarında birkaç dev de vardır.

Renk-kadir diyagramından sonra XRAVE kataloğunun etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi HR diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 5.2). Bu şekilde de XRAVE'in anakol, dönüm noktası, devler gibi özellikleri net bir şekilde görülebilmektedir. Örnekte ve Gould diski üyeliğinde hâkim olan popülasyon cüceler olup Gould diski üyelerinden ikisinin dev olduğu da açıktır.



Şekil 5.2: XRAVE kataloğunun etkin sıcaklık-yüzey çekim ivmesi HR diyagramı. Gri daireler Gould diski ile ilişkisi olmayan katalog yıldızlarını, mavi, yeşil ve mor daireler, sırası ile, birinci, ikinci ve üçüncü aşama üye adaylarını ve kırmızı daireler ise Gould diski üyelerini göstermektedir. x-ekseninde etkin sıcaklık, y-ekseninde ise yüzey çekim ivmesi vardır.

Gould diski üyeleri arasında ilgi çekici gök cisimleri vardır: iki BY Dra değişeni, bir tane yüksek öz hareketli yıldız, bir küme üyesi ve iki evrimleşmiş yıldız. BY Dra değişenleri geç spektral tipten, kromosferleri aktif anakol yıldızlarıdır. Etkin sıcaklıkları ve yüzey çekim ivmeleri bu sonucu onaylamaktadır. Yüksek öz hareketli yıldızlar, adlarından anlaşılacağı gibi, hem bize yakın hem de hızlı hareket eden yıldızlardır; bu sayede öz hareketleri büyük olur. Üyelerden biri ise yaşı 30 - 50 milyon yıl (Platais ve diğ., 2001; Hünsch ve diğ., 2003) olan NGC 2451 açık kümesine üyedir; bu değer tez çalışmasında hesaplanan 80 milyon yıl

değeriyle genel olarak uyumludur ve hesaplanan yaşların doğruluğunu gösterir. Bir açık küme üyesinin Gould diskinde bulunup o kümenin başka bir üyesinin Gould diskinde bulunmaması ilginçtir. Dolayısıyla, küme WEBDA (Web Base Données Amas - ağ veri tabanı)'dan incelenmiş ve kümenin 136 üyesi bulunmuştur (Williams, 1967). Bu yıldızlardan sadece Gould diski üyesi olan XRAVE'de ve o hariç altı küme üyesi daha RAVE'de bulunmuştur. Bu da o altı yıldızın X-ışınlarında etkin olmayıp XMM uydusu tarafından gözlemlenmediği anlamına gelir. Dolayısıyla, NGC 2451'in diğer üyelerinin Gould diskinde olup olmadığı kontrol edilememiştir. Bununla beraber, Elias ve diğ. (2009)'nin uzay dağılım kriteri metoduna göre NGC 2451'deki yıldızların yarısından fazlası Gould diskine üyedir. Bu da, tez çalışmasında Gould diskinde tek bir NGC 2451 üyesi bulunabilmesinin sebebinin kümenin diğer üyeleri hakkında veri sahibi olunmadığı anlamına gelir. Yani, NGC 2451 kümesinin üyeleri yüksek olasılıklı Gould diski üye adaylarıdır. Gould diski üyelerinin ikisi dönüm noktalarını geçmiştir ve biri bir alt dev, diğeri ise devdir. Yüzey sıcaklıklarına bakıldığında G tipinden yıldızlar oldukları anlaşılmıştır. Yaşlarının gençliği dikkate alınır, bu mümkün değildir. Bu tutarsızlığın sebebi RAVE'in atmosferik parametreleri tayin etme yönteminin anakol yıldızları için ayarlanmış olmasıdır. Bu iki yıldızın dev olup olmadığını karara bağlayabilmek için literatür taranmış ve ne onaylayıcı ne de aksini iddia eden bir sonuç bulunamamıştır. Kalan dört yıldız ise normal anakol yıldızlarıdır.

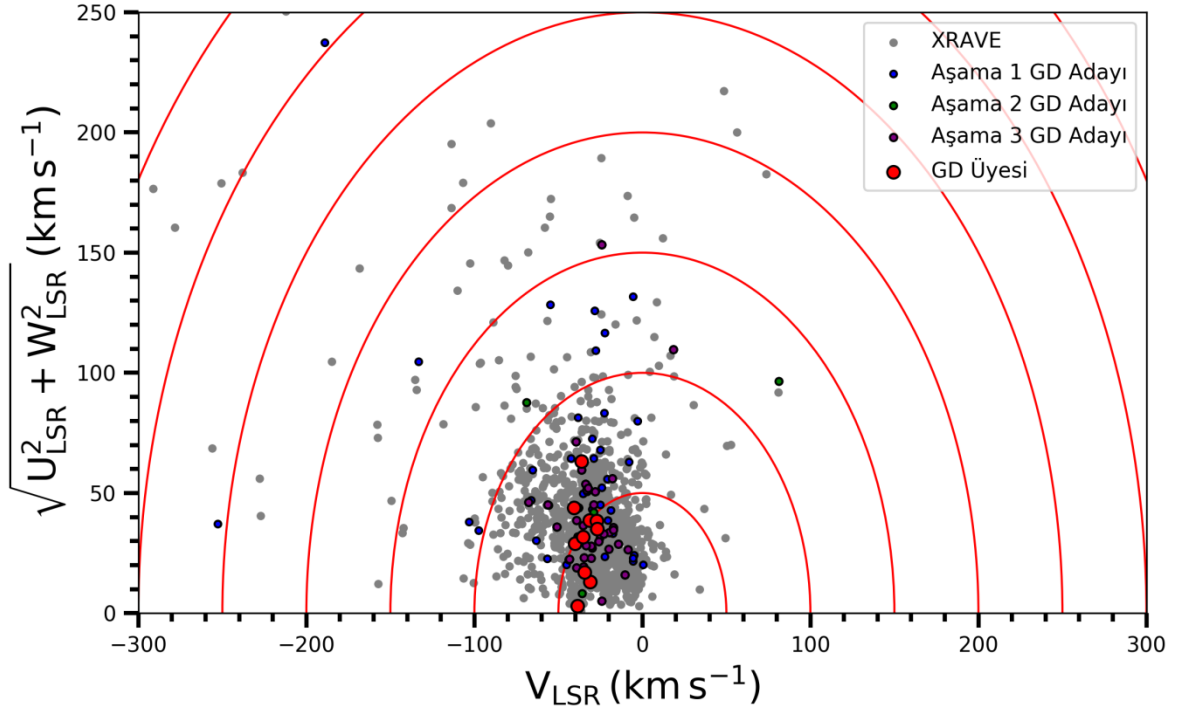
Gould diski üyelik kriterlerini sınamak amacıyla 91 birinci aşama adayı kinematik olarak incelenmiştir. Radyal ve teğet öz hareket verileri, uzaklıklar ve radyal hızlarla birlikte Johnson ve Soderblom (1987)'nin algoritma ve dönüşüm matrislerinde kullanılarak U , V ve W Galaktik uzay hız bileşenleri elde edilmiştir. Hesapların ayrıntılı açıklaması Coşkunoğlu ve diğ. (2011) ve Coşkunoğlu ve diğ. (2012) tarafından verilmiştir. Toplam uzay hızları elde edildikten sonra Mihalas ve Binney (1981)'in yöntemi kullanılarak U ve V bileşenleri için Galaktik diferansiyel dönme düzeltmesi yapılmıştır (bkz. Bölüm 3.8). W uzay hız bileşeni Galaktik diferansiyel dönmeden etkilenmez (Mihalas ve Binney, 1981). Son olarak Güneş'in etrafındaki yıldızlara göre hızını temsil eden LSR düzeltmesi yapılmıştır. Her bir bileşen için LSR değeri Coşkunoğlu ve diğ. (2011)'den alınmıştır (bkz. Bölüm 3.8). Düzeltmeler yapıldıktan sonra hızların hesabında kullanılan tüm parametrelerin, yani uzaklığın, radyal hızın ve radyal ve teğet öz hareketin, hataları dikkate alınarak Galaktik hız bileşenlerinin hatası hesaplanmıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü aşama adaylar ve üye yıldızlar için uzay hız

bileşenlerinin ve toplam uzay hızının medyanı, hataları ve her bir bileşenin ve toplam hızın dispersiyonları km.s^{-1} cinsinden Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3: 91 birinci aşama, 56 ikinci aşama, 49 üçüncü aşama Gould diski üye adayı ve 10 Gould diski üyesinin, km.s^{-1} cinsinden, ortalama uzay hız bileşenleri (U_{LSR} , V_{LSR} , W_{LSR}) ve toplam uzay hızları (S_{LSR}), bu parametrelerin hataları (U_{hata} , V_{hata} , W_{hata} , S_{hata}) ve dispersiyonları (σ_{ULSR} , σ_{VLSR} , σ_{WLSR} , σ_{SLSR}).

	U_{LSR}	V_{LSR}	W_{LSR}	S_{LSR}	U_{hata}	V_{hata}	W_{hata}	S_{hata}	σ_{ULSR}	σ_{VLSR}	σ_{WLSR}	σ_{SLSR}
Aşama 1	-29.81	-30.26	-14.14	57.55	1.46	1.41	0.82	2.48	227.64	306.03	492.95	605.07
Aşama 2	-31.26	-30.58	-14.31	54.33	1.2	1.11	0.75	2.32	82.71	84.39	41.13	108.17
Aşama 3	-22.5	-32.44	-14.83	48.9	1.1	1	0.71	2.16	100.16	33.01	49.41	107.41
Üye	-18.44	-34.94	-11.36	47.33	1.12	1.85	0.78	3.2	24.56	4.65	14.26	10.78

Tablo 5.3 incelendiğinde Gould diski üyelerini tespit etmek için uygulanan kriterlerin kinematik etkisi görülebilir. İlk kriterden sonra dispersiyonlarda (Tablo 5.3'te 9 - 12. sütunlar) büyük bir düşüş olmuştur. Dolayısıyla ikinci aşama yıldızlar daha derli toplu bir popülasyonu temsil etmektedir. Üyelerde dispersiyon daha da azalmıştır ve hatalarının küçüklüğü yıldızların kinematik karakteristiğinin benzer olduğunu göstermektedir. Bu benzerliği daha iyi gözlemleyebilmek amacıyla, yıldız örneklerinin kinematik olarak ilişkili olup olmadığını gösteren bir Toomre diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: XRAVE kataloğu için Toomre diyagramı. Gri daireler Gould diski ile ilişkisi olmayan katalog yıldızlarını, mavi, yeşil ve mor daireler, sırası ile, birinci, ikinci ve üçüncü aşama üye adaylarını ve kırmızı daireler ise Gould diski üyelerini göstermektedir. x-ekseninde LSR düzeltmesi yapılmış V bileşeni, y-ekseninde ise LSR düzeltmesi yapılmış U - W hız uzayı, yani bileşenlerin kareleri toplamının karekökü vardır.

Şekilden görüldüğü gibi uygulanan her aşama yıldızların diyagramdaki dağılımını, ve dolayısıyla saçılmasını, daraltmaktadır. Özellikle disk üyeleri (kırmızı daireler) çok küçük bir alana yoğunlaşmıştır. Bu Gould diskinin kinematik olarak da tespit edilebileceği anlamına gelir. Mevcut örnekteki yıldız ve dolayısıyla aday ve üye sayısındaki eksiklik doğrudan Gould diskinin üyeleri belirleyecek özelliklerin belirlenmesini engellemekle birlikte daha çok aday sağlayabilecek bir örneğin kullanılması durumunda bu sorun çözülebilir. Bu durumda Gould diski için kinematik sınırlamalar belirlenebilir.

Yapılan fotometrik ve kinematik analizlerin sonucunda elde edilen bulgular 10 üyenin tek bir yapıya ait olduğuna işaret etmektedir. Üyelerin çoğunluğu, RAVE'in seçim kriterlerinden beklenebileceği gibi, F veya G spektral tipinden anakol yıldızlarıdır. Daha önce tartışıldığı gibi üyeler arasında iki BY Dra değişeni, bir tane yüksek öz hareketli yıldız, bir açık küme üyesi ve iki evrimleşmiş yıldız vardır. Ayrıca, yeterince büyük bir örnek oluşturulabilirse Gould diski üyeliğini, şu an kullanılmakta olan sınırlamalara ihtiyaç duymadan, sınavabilecek bir kinematik test oluşturulmasına işaret eden sonuçlar bulunmuştur. Comerón (2001) Gould

diskinin Galaktik düzlemle yaptığı eğimin HII bölgelerinin radyal hızlarında bir desen oluşturabileceğini söylemiştir. Bu desen bahsedilen kinematik üyelik testinin oluşturulmasında kullanılabilir.

Bu tez çalışmasından yola çıkılarak, daha geniş bir üye örnekleme elde edilmesi durumunda, Gould diski için üyelik için tez çalışmasında kullanılan kriterlere ek olarak kinematik bir test kriteri elde edilerek çalışma geliştirilebilir. Bunun yanı sıra tez çalışmasında literatürden farklı, orijinal bir yöntemle hesaplanan YOO değeri, daha büyük bir yıldız örneğine uygulanıp Güneş civarı için yansız bir örnekten YOO hesaplanarak, Galaktik kimyasal evrim çalışmalarına katkı sağlanabilir.



KAYNAKLAR

Abia, C., Dominguez, I., Straniero, O., Zamora, O., 2006, Chemical Abundances and Mixing in Stars in the Milky Way and Its Satellites, *ESO ASTROPHYSICS SYMPOSIA*, 23.

Aoki, W., ve diğ., 2009, Lithium Abundances of Extremely Metal-Poor Turnoff Stars, *The Astrophysical Journal*, 698, 1803.

Baade, W., 1946, A Search For the Nucleus of Our Galaxy, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 343, 249.

Babusiaux, C., Gilmore, G., 2005, The Structure of the Galactic Bar, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 358, 1309.

Barber, S. D., Kilic, M., Brown, W. R., Gianninas, A., Dusty WDs in the WISE All Sky Survey \cap SDSS 2014, *The Astrophysical Journal*, 786, 77.

Bekki, K., 2009, Dark Impact and Galactic Star Formation: Origin of the Gould Belt, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 398, 36.

Bensby, T., Feltzing, S., Lundström, I., 2003, Elemental Abundance Trends in the Galactic Thin and Thick Disks as Traced by Nearby F and G Dwarf Stars, *Astronomy and Astrophysics*, 410, 527.

Bilir, S., ve diğ., 2008, Luminosity-Colour Relations for Thin-Disc Main-Sequence Stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 390, 1569.

Binney, J., ve diğ., 1991, Understanding the Kinematics of Galactic Centre Gas, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 252, 210.

Binney, J., ve diğ., 2014a, New distances to RAVE stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 437, 351.

Binney, J., ve diğ., 2014b, Galactic kinematics and dynamics from Radial Velocity

- Experiment stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 439, 1231.
- Blitz, L., Spergel, D. N., 1991, Direct Evidence for a Bar at the Galactic Center, *The Astrophysical Journal*, 379, 631.
- Bobylev, V. V., 2014, The Gould Belt, *Astrophysics*, 57, 583.
- Bressan, A., ve diğ., 2012, PARSEC: stellar tracks and isochrones with the PAdova and TRieste Stellar Evolution Code, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 427, 127.
- Brown, J. A., ve diğ., 1989, A Search for Lithium-Rich Giant Stars, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 71, 293.
- Buder, S., ve diğ., 2018, The GALAH Survey: second data release, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 478, 4513.
- Burke, B. F., 1957, Systematic Distortion of the Outer Regions of the Galaxy, *The Astronomical Journal*, 62, 90.
- Burles, S., Nollett, K. M., Turner, M. S., 1999, Big-Bang Nucleosynthesis: Linking Inner Space and Outer Space, "Great Discoveries in Astronomy in the Last 100 Years" exhibit at APS centennial meeting.
- Burton, M. G., ve diğ., 1992, Fluorescent Molecular Hydrogen Line Emission in the Far-Red, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 257, 1.
- Buser, R., Rong, J., Karaali, S., 1999, The new Basel high-latitude field star survey of the Galaxy. II. The thick disk component: density structure, luminosity function, and metallicity distribution, *Astronomy and Astrophysics*, 348, 98.
- Caimmi, R., 2008, The G-Dwarf Problem in the Galaxy, *New Astronomy*, 13, 314.
- Carbon, D. F., ve diğ., 2018, A Search for Candidate Li-rich Giant Stars in SDSS DR10, *The Astronomical Journal*, 156, 53.
- Carney, B. W., Latham, D. W., Laird, J. B., 1990, A Survey of Proper-Motion Stars. X - The

Early Evolution of the Galaxy's Halo, *The Astronomical Journal*, 99, 572.

Cayrel, R., ve diğ., 2004, First Stars V - Abundance Patterns from C to Zn and Supernova Yields in the Early Galaxy, *Astronomy and Astrophysics*, 416, 1117.

Chiappini, C., Matteucci, F., Gratton, R., 1997, The Chemical Evolution of the Galaxy: The Two-Infall Model, *The Astrophysical Journal*, 477, 765.

Churchwell, E., ve diğ., 2009, The Spitzer/GLIMPSE Surveys: A New View of the Milky Way, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 121, 213.

Coc, A., ve diğ., 2012, Standard Big Bang Nucleosynthesis up to CNO with an Improved Extended Nuclear Network, *The Astrophysical Journal*, 744, 158.

Comerón, F., 2001, A Gould-Belt-Like Structure in M 83, *Astronomy and Astrophysics*, 365, 417.

Comerón, F., Torra, J., 1994, The origin of the Gould Belt by the impact of a high velocity cloud on the galactic disk, *Astronomy and Astrophysics*, 281, 35.

Corral, A., ve diğ., 2015, XMMFITCAT: The XMM-Newton spectral-fit database, *Astronomy and Astrophysics*, 576, 61.

Coşkunoğlu, B., 2009, RAVE Taramasındaki Anakol Yıldızlarının Kinematik Özelliklerinin İncelenmesi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Coşkunoğlu, B., ve diğ., 2011, Local stellar kinematics from RAVE data - I. Local standard of rest, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 412, 1237.

Coşkunoğlu, B., ve diğ., 2012, Local stellar kinematics from RAVE data - II. Radial metallicity gradient, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 419, 2844.

Coşkunoğlu, B., Plevne, O., Özkan, M. T., 2019, Gould Belt members in X-ray RAVE: cross-matching RAVE stars with 3XMM point sources, *Astrophysics and Space Science*, 364, 19.

- Cutri, R. M., ve diğ., 2003, 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources, *VizieR Online Data Catalog*, II/246.
- Cyburt, R. H., Fields, B. D., Olive, K. A., 2008, An Update on the Big Bang Nucleosynthesis Prediction for ${}^7\text{Li}$: the Problem Worsens, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 11, 012.
- de Vaucouleurs, G., 1964, Interpretation of Velocity Distribution of the Inner Regions of the Galaxy, *Proceedings of the International Astronomical Union Symposium*, 20, 195.
- Drimmel, R., Spergel, D. N., 2001, Three-Dimensional Structure of the Milky Way Disk: The Distribution of Stars and Dust beyond $0.35 R_{\text{solar}}$, *The Astrophysical Journal*, 556, 181.
- Efremov, Y. N., 1998, The Car-Sgr Arm as Outlined by Superclouds and the Grand Design of the Galaxy, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 15, 3.
- Efremov, Y. N., Elmegreen, B. G., 1998, Hierarchical Star Formation from the Time-Space Distribution of Star Clusters in the Large Magellanic Cloud, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 299, 588.
- Eggen, O. J., Lynden-Bell, D., Sandage, A. R., 1962, Evidence from the Motions of Old Stars that the Galaxy Collapsed, *The Astrophysical Journal*, 136, 748.
- Elias, F., Alfaro, E. J., Cabrera-Caño, J., 2009, Hierarchical star formation: stars and stellar clusters in the Gould Belt, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 397, 2.
- Feltzing, S., Gilmore, G., 2000, Age and Metallicity Gradients in the Galactic Bulge. A Differential Study Using HST/WFPC2, *Astronomy and Astrophysics*, 355, 949.
- Ferreras, I., Wyse, R. F. G., Silk, J., 2003, The formation history of the Galactic bulge, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 345, 1381.
- Flynn, C., ve diğ., 2006, On the Mass-to-Light Ratio of the Local Galactic Disc and the Optical Luminosity of the Galaxy, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 372, 1149.

Freeman, K., Bland-Hawthorn, J., 2002, The New Galaxy: Signatures of Its Formation, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 40, 487.

Freeman, P., Doe, S., Siemiginowska, 2001, A., Sherpa: a mission-independent data analysis application, *Astronomical Data Analysis, Jean-Luc Starck; Fionn D. Murtagh; Eds.*, 4477, 76.

Fresneau, A., Acker, A., Jasniewicz, G., Piat, M., 1996, Kinematical Search in the Optical for Low-Mass Stars of the Gould Belt System, *The Astronomical Journal*, 112, 1614.

Freudenreich, H. T., ve diğ., 1994, DIRBE Evidence for a Warp in the Interstellar Dust Layer and Stellar Disk of the Galaxy, *The Astrophysical Journal Letters*, 429, 69.

Freudenreich, H. T., 1998, A COBE Model of the Galactic Bar and Disk, *The Astrophysical Journal*, 492, 495.

Fulbright, J. P., 2002, Abundances and Kinematics of Field Stars. II. Kinematics and Abundance Relationships, *The Astronomical Journal*, 123, 404.

Fulbright, J. P., McWilliam, A., Rich, R. M., 2006, Abundances of Baade's Window Giants from Keck HIRES Spectra. I. Stellar Parameters and [Fe/H] Values, *The Astrophysical Journal*, 636, 821.

GAIA iş birliği ve diğ., 2016, The Gaia mission, *Astronomy and Astrophysics*, 595, 1.

GAIA iş birliği ve diğ., 2018, Gaia Data Release 2. Summary of the contents and survey properties, *Astronomy and Astrophysics*, 616, 1.

Gilmore, G., Reid, N., 1983, New Light on Faint Stars. III - Galactic Structure Towards the South Pole and the Galactic Thick Disc, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 202, 1025.

Gilmore, G., Wyse, R. F. G., 1985, The Abundance Distribution in the Inner Spheroid, *The Astronomical Journal*, 90, 2015.

Gilmore, G., Wyse, R. F. G., Jones, J. B., 1995, A Determination of the Thick Disk Chemical Abundance Distribution: Implications for Galaxy Evolution, *The Astronomical Journal*, 109, 1095.

Gould, B. A., 1879, Uranometria Argentina: Brightness and Position of Every Fixed Star, Down to the Seventh Magnitude, within One Hundred Degrees of the South Pole; with Atlas, *Resultados del Observatorio Nacional Argentino*, 1, 1.

Guilout, P., ve diğ., 1998, Discovery of a Late-Type Stellar Population Associated with the Gould Belt, *Astronomy and Astrophysics*, 337, 113.

Güver, T., Özel, F., 2009, The relation between optical extinction and hydrogen column density in the Galaxy, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 400, 2050.

Hartwick, F. D. A., 1976, The Chemical Evolution of the Galactic Halo, *The Astrophysical Journal*, 209, 418.

Hartwick, F. D. A., 1987, The Structure of the Galactic Halo, G. Gilmore, B. Carswell (editors), NATO Advanced Science Institutes (ASI) Series C, volume 207 of *NATO Advanced Science Institutes (ASI) Series C*, 281.

Hayden, M. R., Recio-Blanco, A., de Laverny, P., Mikolaitis, S., Worley, C. C., 2017, *Astronomy and Astrophysics*, 608, 1.

Haywood, M., 2001, A Revision of the Solar Neighbourhood Metallicity Distribution, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 325, 1365.

Haywood, M., Di Matteo, P., Lehnert, M.-D., Katz, D., Gómez, A., 2013, *Astronomy and Astrophysics*, 560, 109.

Hellier, C., 2001, Cataclysmic Variable Stars, *Springer*, ISBN: 9781852332112.

Hernandez, X., Valls-Gabaud, D., Gilmore, G., 2000, The Recent Star Formation History of the Hipparcos Solar Neighbourhood, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 316, 605.

Herschel, J. F. W., 1847, Results of Astronomical Observations Made During the Years 1834, 5, 6, 7, 8, at the Cape of Good Hope; Being the Completion of a Telescopic Survey of the Whole Surface of the Visible Heavens, Commenced in 1825, London, *Smith, Elder and co.*

Hill, R. W., Grader, R. J., Seward, F. D., 1968, The Soft X-ray Spectrum of Sco XR-1, *The Astrophysical Journal*, 154, 655.

Hubble, E. P., 1936, Realm of the Nebulae, by E.P. Hubble, *New Haven: Yale University Press*, ISBN 9780300025002.

Hünsch, M., Weidner, C., Schmitt, J. H. M. M., 2003, An X-ray study of the open clusters NGC 2451 A and B, *Astronomy and Astrophysics*, 402, 571.

Ibata, R. A., Gilmore, G. F., 1995, The Outer Regions of the Galactic Bulge - II. Analysis, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 275, 605.

Ivezić, Ž., ve diğ., 2008, The Milky Way Tomography with SDSS. II. Stellar Metallicity, *The Astrophysical Journal*, 684, 287.

Johnson, D. R. H., Soderblom, D. R., 1987, Calculating Galactic Space Velocities and Their Uncertainties, with an Application to the Ursa Major Group, *The Astronomical Journal*, 93, 864.

Jørgensen, B. R., Lindegren, L., 2005, Determination of stellar ages from isochrones: Bayesian estimation versus isochrone fitting, *Astronomy and Astrophysics*, 436, 127.

Kerr, F. J., 1957, A Magellanic Effect on the Galaxy, *The Astronomical Journal*, 62, 93.

Kirby, E. N., ve diğ., 2016, Lithium-rich Giants in Globular Clusters, *The Astronomical Journal*, 819, 135.

Kuijken, K., Gilmore, G., 1989, The Mass Distribution in the Galactic Disc - II - Determination of the Surface Mass Density of the Galactic Disc Near the Sun, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 235, 605.

Kuijken, K., Rich, R. M., 2002, Hubble Space Telescope WFPC2 Proper Motions in Two Bulge Fields: Kinematics and Stellar Population of the Galactic Bulge, *The Astronomical Journal*, 124, 2054.

Kunder, A., ve diğ., 2017, The Radial Velocity Experiment (RAVE): Fifth Data Release, *The Astronomical Journal*, 153, 75.

- Lada, C. J., Stellar Multiplicity and the Initial Mass Function: Most Stars Are Single, 2006, *The Astrophysical Journal*, 640, 63.
- Larson, R. B., 1981, Turbulence and Star Formation in Molecular Clouds, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 194, 809.
- Lyubimkov L. S., 2016, Lithium in Stellar Atmospheres: Observations and Theory, *Astrophysics*, 59, 411.
- Martínez-Delgado, D., ve diğ., 2010, Stellar Tidal Streams in Spiral Galaxies of the Local Volume: A Pilot Survey with Modest Aperture Telescopes, *The Astronomical Journal*, 140, 962.
- McWilliam, A., Rich, R. M., 1994, The First Detailed Abundance Analysis of Galactic Bulge K Giants in Baade's Window, *Astrophysical Journal Supplement Series*, 91, 749.
- Micali, A., Matteucci, F., Romano, D., 2013, The chemical evolution of the Milky Way: the Three Infall Model, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2, 1648.
- Mihalas, D., Binney, J., 1981, Galactic astronomy. Structure and kinematics, San Francisco, CA, *W. H. Freeman and Co.*, 1981.
- Miura, J., ve diğ., 2008, Suzaku Detection of an Intense X-Ray Flare from an A-Type Star, HD161084, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 60, 49.
- Morgan, W. W., Whitford, A. E., Code, A. D., 1953, Studies in Galactic Structure. I. a Preliminary Determination of the Space Distribution of the Blue Giants, *The Astrophysical Journal*, 118, 318.
- Morrison, H. L., Flynn, C., Freeman, K. C., 1990, Where Does the Disk Stop and the Halo Begin? Kinematics in a Rotation Field, *The Astronomical Journal*, 100, 1191.
- Nakada, Y., ve diğ., 1991, Is the Bulge of Our Galaxy Triaxial?, *Nature*, 353, 140.
- Ogorodnikov, K. F., 1965, On the Problem of the Kinematics of the Metagalaxy, *Problems of Cosmogeny*, 1, 147.

- Olano, C. A., 1982, On a Model of Local Gas Related to Gould's belt, *Astronomy and Astrophysics*, 112, 195.
- Ortolani, S., ve diğ., 1995, Near-Coeval Formation of the Galactic Bulge and Halo Inferred from Globular Cluster Ages, *Nature*, 377, 701.
- Ottmann, R., Fleming, T. A., Pasquini, L., 1997, ROSAT all-sky survey observations of PopII field binaries: X-ray activity of old, metal-poor stellar coronae, *Astronomy and Astrophysics*, 322, 785.
- Pagel, B. E. J., Patchett, B. E., 1975, Metal Abundances in Nearby Stars and the Chemical History of the Solar Neighborhood, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 172, 13.
- Platais, I., ve diğ., 2001, WIYN Open Cluster Study. VII. NGC 2451A and the Hipparcos Distance Scale, *The Astronomical Journal*, 122, 1486.
- Poggio, E., ve diğ., 2018, The Galactic warp revealed by Gaia DR2 kinematics, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 481, 21.
- Pont, F., Eyer, L., 2004, Isochrone ages for field dwarfs: method and application to the age-metallicity relation, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 351, 487.
- Poppel, W., 1997, The Gould Belt System and the Local Interstellar Medium, *Fundamentals of Cosmic Physics*, 18, 1.
- Prantzos, N., 2003, The Milky Way and the Evolution of Disk Galaxies, V. Avila-Reese, C. Firmani, C. S. Frenk, C. Allen (editors), *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica Conference Series*, volume 17 of *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica Conference Series*, 121.
- Ratnatunga, K. U., Freeman, K. C., 1989, Field K Giants in Galactic Halo. II - Improved Abundance and Kinematic Parameters, *The Astrophysical Journal*, 339, 126.
- Robin, A. C., ve diğ., 1996, The Thick Disc of the Galaxy: Sequel of a Merging Event, *Astronomy and Astrophysics*, 305, 125.

- Rocha-Pinto, H. J., ve diğ., 2000, Chemical Enrichment and Star Formation in the Milky Way Disk. II. Star Formation History, *Astronomy and Astrophysics*, 358, 869.
- Rosen, S. R., ve diğ., 2016, The XMM-Newton serendipitous survey. VII. The third XMM-Newton serendipitous source catalogue, *Astronomy and Astrophysics*, 590, 1.
- Ruchti, G. R., ve diğ., 2011, Metal-poor Lithium-rich Giants in the Radial Velocity Experiment Survey, *The Astrophysical Journal*, 743, 107.
- Ryan, S. G., Norris, J. E., 1991, Subdwarf studies. II - Abundances and Kinematics from Medium Resolution Spectra. III - The Halo Metallicity Distribution, *The Astronomical Journal*, 101, 1835.
- Ryan, S. G., ve diğ., 2001, Abundances and Evolution of Lithium in the Galactic Halo and Disk, *The Astrophysical Journal*, 549, 55.
- Samland, M., Gerhard, O. E., 2003, The Formation of a Disk Galaxy within a Growing Dark Halo, *Astronomy and Astrophysics*, 399, 961.
- Schlegel, D. J., Finkbeiner, D. P., Davis, M., 1998, Maps of Dust Infrared Emission for Use in Estimation of Reddening and Cosmic Microwave Background Radiation Foregrounds, *The Astrophysical Journal*, 500, 525.
- Searle, L., Sargent, W. L. W., 1972, The Observational Status of Cosmological Helium, *Comments on Astrophysics and Space Physics*, 4, 59.
- Searle, L., Zinn, R., 1978, Compositions of Halo Clusters and the Formation of the Galactic Halo, *The Astrophysical Journal*, 225, 357.
- Singh, R., ve diğ., 2019, Survey of Li-rich Giants among Kepler and LAMOST Fields: Determination of Li-rich Giants' Evolutionary Phase, *The Astrophysical Journal Letters*, 878, 21.
- Soubiran, C., Bienaymé, O., Siebert, A., 2003, Vertical Distribution of Galactic Disk Stars. I. Kinematics and Metallicity, *Astronomy and Astrophysics*, 398, 141.

- Sparke, L. S., Gallagher, J. S., 2007, *Galaxies in the Universe, III*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Spite, M., Spite, F., 1982, Lithium Abundance at the Formation of the Galaxy, *Nature*, 297, 483.
- Steigman, G., 2007, Primordial Nucleosynthesis in the Precision Cosmology Era, *Annual Review of Nuclear and Particle Science*, 57, 463.
- Steinmetz, M., ve diğ., 2006, The Radial Velocity Experiment (RAVE): First Data Release, *The Astronomical Journal*, 132, 1645.
- Stelzer, B., Neuhäuser, R., 2000, X-ray emission from young stars in the Tucanae association, *Astronomy and Astrophysics*, 361, 581.
- Stephens, A., Boesgaard, A. M., 2002, Abundances from High-Resolution Spectra of kinematically Interesting Halo Stars, *The Astronomical Journal*, 123, 1647.
- Tolstoy, E., ve diğ., 2003, VLT/UVES Abundances in Four Nearby Dwarf Spheroidal Galaxies. II. Implications for Understanding Galaxy Evolution, *The Astronomical Journal*, 125, 707.
- Torra, J., Fernández, D., Figueras, F., 2000, Kinematics of young stars. I. Local irregularities *Astronomy and Astrophysics*, 359, 82.
- Unavane, M., Wyse, R. F. G., Gilmore, G., 1996, The Merging History of the Milky Way, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 278, 727.
- van Loon, J. T., ve diğ., 2003, Infrared Stellar Populations in the Central Parts of the Milky Way Galaxy, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 338, 857.
- Venn, K. A., ve diğ., 2004, Stellar Chemical Signatures and Hierarchical Galaxy Formation, *The Astronomical Journal*, 128, 1177.
- Vivas, A. K., Zinn, R., 2006, The QUEST RR Lyrae Survey. II. The Halo Overdensities in the First Catalog, *The Astronomical Journal*, 132, 714.

Voss, R., Tauris, T. M., 2003, Galactic Distribution of Merging Neutron Stars and Black Holes - Prospects for Short Gamma-Ray Burst Progenitors and LIGO/VIRGO, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 342, 1169.

Wakker, B. P., 1991, Distribution and Origin of High-Velocity Clouds. II - Statistical Analysis of the Whole-Sky Survey, *Astronomy and Astrophysics*, 250, 499.

Warner, B., 1995, Cataclysmic Variable Stars, *Cambridge University Press*, University of Cape Town, ISBN: 9780511586491.

Wichmann, R., Schmitt, J. H. M. M., Hubrig, S., 2003, Nearby Young Stars, *Astronomy and Astrophysics*, 399, 983.

Williams, P. M., 1967, Photoelectric Photometry of NGC 2451, *Monthly Notices of the Astronomical Society of Southern Africa*, 26, 30.

Worthey, G., Dorman, B., Jones, L. A., 1996, The G-Dwarf Problem Exists in Other Galaxies, *The Astronomical Journal*, 112, 948.

Wright N. J., Drake J. J., Civano F., 2010, Stellar X-ray Sources in the Chandra COSMOS Survey, *The Astrophysical Journal*, 725, 480.

Wyse, R. F. G., Gilmore, G., 1989, Is the Galaxy Round?, *Comments on Astrophysics*, 13, 135.

Wyse, R. F. G., 2006, Lessons from Surveys of the Galaxy, *Memorie della Societa Astronomica Italiana*, 77, 1036.

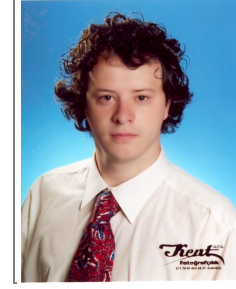
EKLER

EK-1: XRAVE kataloğunun tamamı CD eki olarak verilmiştir.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Başar COŞKUNOĞLU
Doğum Yeri	İstanbul
Doğum Tarihi	17.02.1978
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05553292960
E-Posta Adresi	basarc@istanbul.edu.tr
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Astronomi ve Uzay Bilimleri
Mezuniyet Yılı	08.06.2007

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı
Programı	Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı
Programı	Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı

Makale ve Bildiriler	
<p>Coşkunoglu, B., Plevne, O., Özkan, M. T., 2019, Gould Belt members in X-ray RAVE: cross-matching RAVE stars with 3XMM point sources, <i>Astrophysics and Space Science</i>, 364, 19.</p>	
<p>Ak, S., Ak, T., Karaali, S., Bilir, S., Güçtekin, S. Tuñel, Taş, Ö. Önal, Öztürkmen, N. D., Duran, Ş., Coşkunoglu, B., Yontan, T., Gökçe, E. Yaz, Eker, Z., 2014, Colour Transformations between BVR and g'r'i Photometric Systems for Giant Stars,</p>	

Publications of the Astronomical Society of Australia, 31, 14.

Duran, Ş., Ak, S., Bilir, S., Karaali, S., Ak, T., Bostanci, Z. F., **Coşkunoğlu, B.**, 2013, Local Stellar Kinematics from RAVE Data: IV. Solar Neighbourhood Age-Metallicity Relation, Photometry, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 30, 43.

Coşkunoğlu, B., ve diğ., 2012, Local stellar kinematics from RAVE data - II. Radial metallicity gradient, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 419, 2844.

Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Önal, Ö., **Coşkunoğlu, B.**, Seabroke, G. M., 2011, Identification of field dwarfs and giants in the second Radial Velocity Experiment Data Release, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 418, 444.

Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Dağtekin, N. D., Önal, Ö., Yaz, E., **Coşkunoğlu, B.**, Cabrera-Lavers, A., 2011, Transformations between the WISE, 2MASS, SDSS and BVRI photometric systems - I. Transformation equations for dwarfs, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 417, 2230.

Karaali, S., Bilir, S., Ak, S., Yaz, E., **Coşkunoğlu, B.**, 2011, An Improved Metallicity Calibration with UBV Photometry, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 28, 95.

Coşkunoğlu, B., ve diğ., 2011, Local stellar kinematics from RAVE data - I. Local standard of rest, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 412, 1237.

Ak, T., Bilir, S., Ak, S., **Coşkunoğlu, B.**, Eker, Z., 2010, The age of cataclysmic variables: A kinematical study, *New Astronomy*, 15, 491.

Yaz, E., Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., **Coşkunoğlu, B.**, Cabrera-Lavers, A., 2010, Transformations between the 2MASS, SDSS, and BVI photometric systems for late-type giants, *Astronomische Nachrichten*, 331, 807.

Bilir, S., Güver, T., Khamitov, I., Ak, T., Ak, S., **Coşkunoğlu, B.**, Paunzen, E., Yaz, E., 2010, CCD BV and 2MASS photometric study of the open cluster NGC 1513,

Astrophysics and Space Science, 326, 139.

Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., **Coşkunoğlu, B.**, Yaz, E., Cabrera-Lavers, A., 2009, SDSS absolute magnitudes for thin-disc stars based on trigonometric parallaxes, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 396, 1589.

Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Yaz, E., Cabrera-Lavers, A., **Coşkunoğlu, B.**, 2008, Luminosity-colour relations for thin-disc main-sequence stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 390, 1569.

