

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

**BAZI SEÇİLMİŞ YILDIZLARIN KİNEMATİK ÖZELLİKLERİ VE  
BUNLARIN KARŞILAŞTIRILMASI**

**AHMET İSKENDER**

**DOKTORA TEZİ  
FİZİK ANABİLİM DALI**

**MALATYA  
ARALIK 2012**

Tezin Başlığı : **Bazı Seçilmiş Yıldızların Kinematik zellikleri Ve Bunların Karşılaştırılması.**

Tezi hazırlayan : Ahmet İskender

Sınav tarihi : 22. 02. 2013

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Fizik Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

1. Prof. Dr. Tansel AK (İstanbul Ün. Fen Fakültesi Öğr. Üyesi)

2. Yrd. Doç. Dr. Tuncay ÖZDEMİR (İnönü Ün. Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi, Danışman)

3. Prof. Dr. Ali şAHİN (İnönü Ün. Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi)

4. Prof. Dr. H. İbrahim ADIGÜZEL (İnönü Ün. Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi)

5. Doç. Dr. Tekin İZGİ (İnönü Ün. Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi)

İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı.

Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN  
Enstitü Müdürü

## ONUR SÖZÜ

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Bazı Seçilmiş Yıldızların Kinematik Özellikleri Ve Bunların Karşılaştırılması**” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Ahmet İSKENDER

**ÖZET**  
**Doktora Tezi**

**Bazı Seçilmiş Yıldızların Kinematik Özellikleri ve Bunların Karşılaştırılması**

**Ahmet İskender**

**İnönü Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Fizik Anabilim Dalı**

**122 + xiv sayfa**

**2012**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tuncay Özdemir**

Bu çalışmada, 1997 yılında yayınlanan Hipparcos Kataloğundaki Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızlar herhangi bir uzaklık sınırlaması olmadan belirlenmiştir.

Hipparcos kataloğundan belirlenen bu yıldızların astrometrik verileri (ıraklık açıları ve hataları, öz hareketleri ve hataları, koordinatları ve hataları, periyotları, tayf türleri, parlaklıkları ve renkleri) Hipparcos kataloğundan alınmıştır. Bu yıldızların dikine hızları ise literatürden alınmıştır.

Algol yıldızları görelî ıraklık açısı hatalarına ve tayf türlerine göre alt guruplara ayrılmış ve bu alt gurupların ortalama uzay hızı bileşenleri ( $u, v, w$ ), hız dağılımları ( $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ ), konumları ( $x, y, z$ ) ve kinematik yaşları hesaplanmıştır.

Görelî ıraklık açısı hatası  $\varepsilon_\pi / \pi < 0.500$  olan yıldızlar için ortalama uzay hızı bileşenleri ( $u, v, w$ ) =  $(-11.6 \pm 1.7, -13.2 \pm 1.3, -7.3 \pm 1.0)$ , hız dağılımları ( $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ ) =  $(26.6 \pm 2.4, 20.8 \pm 1.8, 15.3 \pm 1.4)$  ve yaşları  $t = 1.83$  Gyıl olarak bulunmuştur.

Bulunan kinematik veriler tartışılmıştır. Bu veriler daha önce çift yıldızlar için yapılan kinematik çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler : Algol türü çift sistemler – kinematik – dikine hızlar –yaş

## **ABSTRACT**

**Ph. D. Thesis**

**Kinematic Properties Of Some Selected Stars And Comparison To Other Groups**

**Ahmet İskender**

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

**122 + xiv pages**

**2012**

**ADVISOR: Ass. Prof. Dr. Tuncay ÖZDEMİR**

In this work, the Algol type binaries have selected from the Hipparcos Catalogue (1997) without any parallax limitations.

These stars were then identified in the Hipparcos Catalogue (Perryman vd., 1997) and their astrometric data (parallaxes, proper motions, positions and their errors, spectral types, periods, magnitudes and colours) were taken from the Hipparcos Catalogue. Radial velocities of these stars were taken from literature.

The Algol systems were divided into sub-groups according to relative parallax error and according to spectral types. The mean space motion components ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ), velocity dispersions ( $\sigma_u$ ,  $\sigma_v$ ,  $\sigma_w$ ), positions ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) and ages were calculated for each sub-groups

For  $\varepsilon_\pi / \pi < 0.500$ , the mean space motions ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ) =  $(-11.6 \pm 1.7, -13.2 \pm 1.3, -7.3 \pm 1.0)$ , velocity dispersions ( $\sigma_u$ ,  $\sigma_v$ ,  $\sigma_w$ ) =  $(26.6 \pm 2.4, 20.8 \pm 1.8, 15.3 \pm 1.4)$  and age  $t = 1.83$  Gyear were calculated.

The kinematic properties and ages of these groups were discussed. The results were compared with previous studies, including other types of binary star objects.

**Key words** : Algol binary systems – kinematic – radial velocities – age

## TEŞEKKÜR

Doktora tezimin hazırlanması sırasında yardımlarını gördüğüm;

Daha önce yazdığı kinematik programını kullanmama izin veren, kontrol için yeni bir program yazan ve bu çalışma için hiçbir yardımını esirgemeyen tez danışmanım, iş arkadaşım ve hocam Yrd. Doç. Dr. Tuncay ÖZDEMİR'e,

Sonuçlar kısmında bilgilerimi benimle paylaşan, öneri ve eleştirileri ile yol göstererek tezin oluşmasında katkılarını esirgemeyen emekli öğretim üyesi hocam Prof. Dr. Zeki ASLAN'a,

Tezimi hazırlarken bilgilerinden faydalandığım, daha önce bu konuda yaptığı çalışma ve çevirileri benimle paylaşan Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Selim Osman SELAM'a,

Doktora tezimi büyük bir dikkatle okuyarak öneri ve görüşlerini benimle paylaşan tez savunma jüri üyeleri; İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Tansel AK'a, İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Öğretim üyeleri Prof. Dr. Ali ŞAHİN'e, Prof Dr. H. İbrahim ADIGÜZEL'e, Doç Dr. Tekin İZGİ'ye,

Bu doktora tezi İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından BAP 2010-120 no ile desteklenmiştir. İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine,

Tezim süresince desteklerini esirgemeyerek yaşamımı kolaylaştıran sevgili eşim Şenay İskender'e, çocuklarım Musa Kerim ve Ömer Faruk'a

çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	ÖZET.....	i
	ABSTRACT.....	ii
	TEŞEKKÜR.....	iii
	İÇİNDEKİLER.....	iv
	ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
	TABLolar LİSTESİ.....	ix
	SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1	GİRİŞ.....	1
1.1	Çift Yıldızlar.....	1
1.2	Çift Yıldızların Sınıflandırılması.....	3
1.3	Beta Lyrae ( $\beta$ Lyr) Türü Sistemler.....	14
1.4	W Ursae Majoris (W UMa) Türü Sistemler.....	15
1.5	Beta Persei ( $\beta$ Per, Algol) Türü Sistemler.....	17
2	ALGOL SİSTEMLERİ İLE İLGİLİ YAYINLARIN ÖZETLERİ.....	24
2.1	Dünyadan Yapılan Gözlemler.....	24
2.1.1	Görsel bölge gözlemleri.....	24
2.1.2	Kızılötesi gözlemleri.....	34
2.1.3	Radyo bölgesi gözlemleri.....	36
2.2	Uzaydan Yapılan Gözlemler.....	37
2.2.1	X – Işın çalışmaları.....	38
2.2.2	Moröte çalışmaları.....	39
2.3	Kinematik Kaynaklarının Özetleri.....	43
3	YILDIZLARA AİT BAZI GENEL BİLGİLER.....	55
3.1	Parlaklık, Filtre, Renk, Iraklık Açısı, Mutlak Parlaklık, Etkin Sıcaklık, Metal Bolluğu.....	55
3.2	Yıldızların Hareketleri ve Uzay Hızları.....	58
3.2.1	Dikine hız ile çözüm.....	61
3.2.2	Öz hareket ile çözüm.....	62
3.2.3	Dikine hız ve öz hareket ile birlikte çözüm (Yıldız hareketinin standart modeli).....	62
3.2.4	Uzay ve hız dağılımları.....	65
4	KULLANILAN MATERYAL VE YÖNTEM.....	68

4.1	Materyal.....	68
4.1.1	Yıldızların seçimi.....	68
4.1.2	Yıldız verilerinin araştırılması.....	69
4.2	İndirgeme İşleminde Kullanılan Yöntem.....	74
5.	ARAŞTIRMA BULGULARI, TARTIŞMA, SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	77
5.1	Uzay Hareketi ve Dağılımları.....	77
5.2	Kinematik Özellikler.....	88
5.3	Kinematik Yaş.....	90
5.4	Sonuçlar ve Öneriler.....	94
6.	Kaynaklar.....	95
7.	Ekler.....	103
8.	Özgeçmiş.....	122



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1	Kütle merkezi etrafında hareket eden bir çift yıldız sistemi.....	2
Şekil 1. 2	Büyük Ayı takımyıldızında Mizar ve Alkor optik çift yıldızı. Mizar görsel çift, Mizar A ve Mizar B ise ayrı ayrı birer tayfsal çifttir.....	5
Şekil 1. 3	Bir astrometrik çift yıldız olan Sirius'un sönük yoldaşının varlığını belirleyen konum gözlemleri.....	6
Şekil 1. 4	Bir çift çizgili tayfsal çift yıldızın tayfındaki çizgilerin dönemli yer değişimleri.....	6
Şekil 1. 5	Ayrık çiftler.....	8
Şekil 1. 6	Yarı ayrık çiftler.....	8
Şekil 1. 7	Değen çiftler.....	9
Şekil 1. 8	Aşırı değen çiftler.....	9
Şekil 1. 9	Çift yıldız sistemlerinde tutulma koşulu geometrisi.....	11
Şekil 1. 10	Tam tutulma gösteren bir çift yıldız sisteminin ışık eğrisinin bileşenlerin hareketine göre değişimi.....	12
Şekil 1. 11	$\beta$ Lyr (EB) türü sistemlerin görelî ışık eğrilerine örnek .....	15
Şekil 1. 12	W UMa (EW) türü sistemlerin görelî ışık eğrilerine örnek.....	16
Şekil 1. 13	$\beta$ Per (EA) türü sistemlerin görelî ışık eğrilerine örnek.....	17
Şekil 1. 14	Algol sistemlerinin HR diyagramındaki konumları. Sürekli çizgiler anakol bandını, “•”sembolü büyük kütleli bileşenleri, “+” sembolü küçük kütleli bileşenleri göstermektedir.....	20
Şekil 2. 1	V367 Cyg sisteminin geometrisi. + ve x işaretleri yıldızların merkezlerini ve sistemin kütle merkezini göstermektedir.....	26
Şekil 2. 2	U Cep sisteminde MinI'de $H_{\beta}$ çizgisinde gözlenen “W” biçimli yapı ve asimetri.....	28
Şekil 2. 3	S Equ ve KO Aql sistemlerinin geometrisi ve $H_{\alpha}$ salmasını etkileyen bölgeler.....	32
Şekil 2. 4	S Equ ve KO Aql sistemlerinde Şekil 2. 3'de verilen A, B ve C bölgelerinin varlığını gösteren $H_{\alpha}$ salmasının profilinin tayftaki görünümü.....	32

Şekil 2. 5	CI Cyg sisteminin 1965 – 1981 yılları arasındaki $m_{pg}$ ve B gözlemleri.....	33
Şekil 2. 6	CI Cyg sistemindeki gaz akımlarının modeli.....	33
Şekil 2. 7	$\delta$ Lib sisteminin 6 farklı (UBVJHK) filtre ile elde edilmiş ışık eğrileri .....	35
Şekil 2. 8	A – F tayf türü yıldızlar için W – yaş değişimi grafiği.....	44
Şekil 2. 9	Metal bolluğu ile dönme hızı arasındaki ilişki.....	46
Şekil 3. 1	Yıldızın ıraklık açısı ve uzaklığı.....	57
Şekil 3. 2	Ekvatorial koordinat sisteminde dikine hız ve öz hareket bileşenleri..	59
Şekil 4. 1	Çalışmada kullanılan 332 yıldızın renk – parlaklık diyagramı.....	72
Şekil 4. 2	Çalışmada kullanılan 332 yıldızın Galaktik koordinatlara göre dağılımı.....	72
Şekil 4. 3	Çalışmada kullanılan 332 yıldızın tayf türlerine göre dağılımı.....	73
Şekil 4. 4	Çalışmada kullanılan 332 yıldızın göreceli ıraklık açısı hatalarına göre ( $\epsilon_{\pi} / \pi$ ) dağılımı.....	73
Şekil 5. 1	Çözüme katılan 332 yıldızın (x, y, z) uzay dağılımları ile bu eksenlerin oluşturduğu düzlemlere izdüşümleri.....	78
Şekil 5. 2	Çözüme katılan 332 yıldızın (u, v, w) uzay hızları ile bu eksenlerin oluşturduğu düzlemlere izdüşümleri.....	78
Şekil 5. 3	$\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan 256 yıldızın (x, y, z) uzay dağılımları ile bu eksenlerin oluşturduğu düzlemlere izdüşümleri.....	79
Şekil 5. 4	$\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan 256 yıldızın (u, v, w) uzay hızları ile bu eksenlerin oluşturduğu düzlemlere izdüşümleri.....	79
Şekil 5. 5	$\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızların x – z uzay dağılımı.....	81
Şekil 5. 6	$\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızların v – u uzay hız dağılımı.....	81
Şekil 5. 7	$\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızların y – z uzay dağılımı.....	82
Şekil 5. 8	$\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızların v – w uzay hız dağılımı.....	82
Şekil 5. 9	A. $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızların x – z ve u – v grafikleri; B. $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.250$ olan yıldızların x – z ve u – v grafikleri .....	83

Şekil 5. 10	Anakol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile B – V rengi arasındaki grafiği .....	86
Şekil 5. 11	Anakol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile hız dağılım ölçüsü S arasındaki grafiği .....	86
Şekil 5. 12	Anakol yıldızlarının B – V rengi ile hız dağılımları ve Strömberg asimetric kayması arasındaki grafiği.....	87
Şekil 5. 13	Anakol yıldızlarının B – V rengi ile eksen kayması $\phi$ arasındaki grafiği.....	88
Şekil 5. 14	Anakol yıldızlarının hız dağılımı ile yaş arasındaki ilişkiler .....	92

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2. 1	Radyo dalga boylarında gözlenen sistemlerin fiziksel parametreleri.....	37
Çizelge 2. 2	R CMa sistemindeki ana bileşenin element bollukları.....	42
Çizelge 2. 3	Yaşa bağlı olarak yıldızların hız dağılımları.....	45
Çizelge 2. 4	Yakın Mira tipi değişen yıldızların hız – yaş ilişkisi.....	45
Çizelge 2. 5	RS CVn ve W UMa yıldızlarının ortalama uzay hızları ve hız dağılım değerleri.....	48
Çizelge 2. 6	M tipi SR devlerin uzay hızları, hız dağılımları ve eksen kayma değerleri ve bunların daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerle karşılaştırılması.....	52
Çizelge 2. 7	Coşkunoğlu'nun bulduğu Güneş'in uzay hız bileşenleri ve bunların karşılaştırılması.....	53
Çizelge 2. 8	Coşkunoğlu'nun çalışmasında alt guruplara göre Güneş'in uzay hız bileşenleri.....	53
Çizelge 2. 9	Carollo vd. çalışması sonucu elde ettikleri hız bileşenleri ve hız dispersiyonları değerleri.....	54
Çizelge 4. 1	Yıldız hareketinin standart modeli kullanılarak yapılan çözümde kullanılan yıldızların alt gurupları ve yıldız sayıları...	70
Çizelge 5. 1	Yapılan çözümler sonucunda elde edilen ortalama uzay hızları, hız dağılımları, hız dağılım oranları, yaş ve eksen kayması değerleri. Yaş için verilen değerler Wielen ve Tüysüz'den hesaplanan değerlerdir.....	85
Çizelge 5. 2	Chen ve Soubiran'ın çalışmaları ile Algol yıldızlarının uzay hızlarının ve hız dağılım değerlerinin karşılaştırılması.....	90
Çizelge 5. 3	Algol yıldızlarının kinematik sonuçlarının çalışılan diğer gurupların kinematik sonuçları ile karşılaştırılması.....	93

## SİMGELER

<b>AB</b>	Astronomik birim ( $149.5 \times 10^6$ km)
<b>b</b>	Galaktik koordinat sisteminde Galaktik enlem
<b>B</b>	B bandında parlaklık
<b>B - V</b>	Renk
<b>C</b>	Karbon
<b>D</b>	Yer
<b>Fe</b>	Demir
<b>H</b>	Hidrojen
<b>HR</b>	Hertzsprung – Russell diyagramı
<b>k</b>	Açısal hızı çizgisel hıza dönüştüren sabit
<b>l</b>	Galaktik koordinat sisteminde Galaktik boylam
<b>m</b>	Görünür parlaklık (kadir)
<b>M</b>	Kütle
<b>mas</b>	Mili açı saniyesi
<b>M<sub>V</sub></b>	V renginde mutlak parlaklık
<b>M<sub>☉</sub></b>	Güneş'in kütlesi
<b>N</b>	Yıldız sayısı
<b>NGP</b>	Galaksinin Kuzey Kutbu
<b>O</b>	Oksijen
<b>O,B,A,F,G,K,M</b>	Yıldızların tayf türlerinden bazıları
<b>P</b>	Dönem
<b>pc</b>	Parsek ( $1 \text{ pc} = 3.08 \times 10^{16}$ m)
<b>R</b>	R bandında parlaklık
<b>r</b>	Yıldızın uzaklığı
<b>R<sub>☉</sub></b>	Güneş'in yarıçapı
<b>S</b>	Hız dağılım ölçüsü

<b>t</b>	Yaş
<b>TT</b>	Tayf Türü
<b>TY</b>	Tüm yıldızlar
<b>U</b>	U bandında parlaklık
<b>u</b>	Güneş'e göre Galaksi merkezi doğrultusundaki uzay hız bileşeni
<b>u<sub>⊙</sub></b>	Güneş'in Galaksi merkezi doğrultusundaki öz hız bileşeni
<b>V</b>	V bandında parlaklık
<b>V<sub>b</sub></b>	Yıldızın teğetsel hızının Galaktik enlem bileşeni
<b>V<sub>l</sub></b>	Yıldızın teğetsel hızının Galaktik boylam bileşeni
<b>V<sub>r</sub></b>	Yıldızın radyal hızı
<b>v<sub>⊙</sub></b>	Güneş'in Galaksi dönme yönündeki öz hız bileşeni
<b>v</b>	Güneş'e göre Galaksi dönme yönündeki uzay hız bileşeni
<b>w</b>	Güneş'e göre Galaksi düzlemine dik doğrultusundaki uzay hız bileşeni
<b>w<sub>⊙</sub></b>	Güneş'in Galaksi düzlemine dik doğrultusundaki öz hız bileşeni
<b>x</b>	Yıldızın Galaksi merkezi doğrultusundaki konumu
<b>y</b>	Yıldızın Galaksi dönme yönündeki konumu
<b>Y</b>	Yıldız
<b>z</b>	Yıldızın Galaksi düzlemine dik doğrultudaki konumu
<b>Z</b>	Metal bolluğu
<b>⊕</b>	Yer, Dünya
<b>G, ⊙</b>	Güneş
<b>★</b>	Yıldız
<b>α</b>	Ekvatorial koordinat sisteminde sağ açıklık
<b>γ</b>	Ekvatorial koordinat sisteminde ilkbahar noktası
<b>δ</b>	Ekvatorial koordinat sisteminde dik uzaklık
<b>ε</b>	Standart hata simgesi
<b>ε<sub>u</sub></b>	u'nun standart hatası
<b>ε<sub>v</sub></b>	v'nin standart hatası

$\varepsilon_w$	w'nin standart hatası
$\varepsilon_\pi$	İrıklık açısının standart hatası
$\varepsilon_\pi / \pi$	Görelî irıklık açısı hatası
$\lambda$	Dalgaboyu
$\mu_\alpha$	Sağ açıklıktaki öz hareket bileşeni
$\mu_\delta$	Dik uzaklıktaki öz hareket bileşeni
$\pi$	İrıklık açısı (paralaks)
$\sigma_u$	u etrafındaki hız dağılımı
$\sigma_v$	v etrafındaki hız dağılımı
$\sigma_w$	w etrafındaki hız dağılımı
$\phi$	Eksen kayması
$[Fe/H]$	Metal bolluk oranı
$\langle V\phi \rangle$	Strömberg asimetric kayması

## KISALTMALAR

<b>A&amp;A</b>	Astronomy and Astrophysics
<b>A&amp;AS</b>	Astronomy and Astrophysics Supplement Series
<b>AcA</b>	Acta Astronomica
<b>ADC</b>	NASA Astronomical Data Center (NASA Astronomi Veri Merkezi)
<b>ADS</b>	The NASA Astrophysics Data System (NASA Astrofizik Veri Sistemi)
<b>AJ</b>	Astronomical Journal
<b>AN</b>	Astronomische Nachrichten
<b>AnAp</b>	Annales D'Astrophysique
<b>Ap&amp;SS</b>	Astrophysics and Space Science
<b>ApJ</b>	Astrophysical Journal
<b>ApJS</b>	Astrophysical Journal Supplement
<b>ARA&amp;A</b>	Annual Review of Astronomy and Astrophysics
<b>AstL</b>	Astronomy Letters
<b>BICDS</b>	Bulletin d'Information du Centre de Donnees Stellaires
<b>CABs</b>	Kromosferik Aktivite Gösteren Çift Yıldızlar
<b>CDS</b>	Centre de Données Astronomiques de Strasbourg (Strasbourg Astronomi Veri Merkezi)
<b>ESA</b>	European Space Agency, (Avrupa Uzay Ajansı)
<b>GCRV</b>	General Catalogue of Stellar Radial Velocities
<b>GCVS</b>	General Catalogue of Variable Stars (Değişen Yıldızların Genel Kataloğu)
<b>HIPPARCOS</b>	High Precision Parallax Collecting Satellite (Yüksek Çözünürlükte Paralaks Toplayan Uydu)
<b>IAUS</b>	International Astronomical Union Symposium
<b>IUE</b>	International Ultraviolet Explorer
<b>IBVS</b>	Information Bulletin on Variable Stars
<b>JAA</b>	Journal of Astrophysics and Astronomy



<b>JAAVSO</b>	The Journal of the American Association of Variable Star Observers
<b>JRASC</b>	Journal of Royal Astronomical Society of Canada
<b>MNRAS</b>	Monthly Notices of the Royal Astronomical Society
<b>NewA</b>	New Astronomy
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration (Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
<b>NSV</b>	New Catalogue of Suspected Variable Stars (Yeni Muhtemel Değişen Yıldızlar Kataloğu)
<b>Obs</b>	The Observatory
<b>PASA</b>	Publications of the Astronomical Society of Australia
<b>PASJ</b>	Publications of the Astronomical Society of Japan
<b>PASP</b>	Publications of the Astronomical Society of the Pacific
<b>PDAO</b>	Publications of Dominion Astrophysical Observatory
<b>SIMBAD</b>	Set of Identifications, Measurement, and Bibliography for Astronomical Data (Astronomi Verileri için Tanımlama, Ölçüm ve Kaynak Seti)
<b>SvA</b>	Soviet Astronomy
<b>2011yCat.5137....0A</b>	VizieR On-line Data Catalog: V/137

## 1. GİRİŞ

Çift yıldızların evrimleri açısından bakıldığında Algol türü ışık eğrisine sahip çift yıldız sistemleri kütle kayıpları ve aktarımları, açısal momentum kayıpları, manyetik etkinlikleri ve dönem değişimleri sebebiyle astrofizik için çok önemlidirler. Fotometrik çalışmalarla dönem değişimleri, ışık eğrisi analizleri, kütle aktarımının ışık eğrisinde oluşturduğu değişimler; tayfsal çalışmalar sonucunda ise dikine hız eğrileri, yörünge çözümleri, kütle aktarımı ve bunun tayf çizgileri üzerindeki etkileri belirlenebilmektedir.

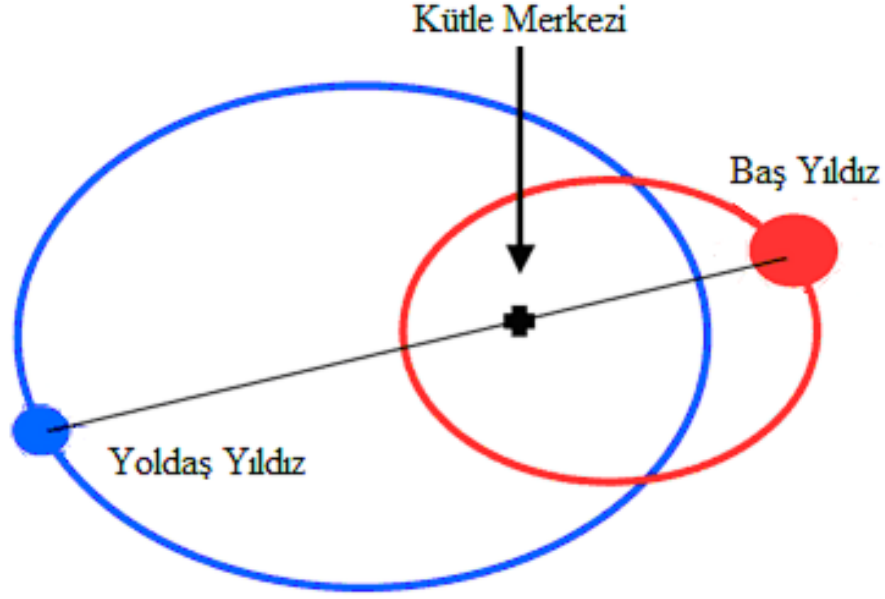
Bu tür çalışmaların var olmasına rağmen Algol türü ışık eğrisine sahip yıldız sistemleri hakkında çözülmemiş problemler vardır. Bu sistemlerin kinematik özellikleri, yaşları, uzay hızları, uzay dağılımları ve metal bollukları ile ilgili problemler çözüm beklemektedir.

Bu çalışmada Algol sistemlerinin kinematik özellikleri incelenerek bu sistemlerin uzay hızları, uzay dağılımları ve kinematik yaşları belirlenmeye çalışılacaktır.

### 1. 1. Çift Yıldızlar

Çift yıldızlar, çekimsel kuvvetlerle birbirine bağlı olan ve ortak kütle merkezi etrafında Kepler yasalarına göre hareket eden en az iki yıldızdan oluşmuş sistemlerdir. Sistemi oluşturan yıldızların her birine bileşen adı verilir. Bileşenler, ortak kütle merkezi etrafında eliptik yörüngeler çizerler. Kütle merkezinin yeri görülebilen bir nokta değildir. Bu durumda küçük kütleli bileşenin büyük kütleli bileşen etrafında çizdiği yörünge bulunabilir [1-3]. Şekil 1. 1'de kütle merkezi etrafında hareket eden bir çift yıldız sistemi resmedilmiştir.

Büyük teleskopların yapılması, gelişen teknoloji ve bu teknolojinin astronomiye uygulanması ile birlikte kuramsal düşüncelerdeki gelişmeler sonucu çift yıldızların astronomi çalışmalarında bir adım öne çıktıkları görülmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar daha çok yakın çift yıldızlara, hatta alt türlerine, küçük kütleli ve düşük ışınım gücüne sahip cüce yıldızları barındıran çift yıldızlara doğru kaymaktadır [1].



Şekil 1. 1. Kütle merkezi etrafında hareket eden bir çift yıldız sistemi.

Bileşenleri birbirine çok yakın çift yıldız sistemleri vardır. Bu sistemlerin bileşenleri arasındaki uzaklık bileşenlerin yarıçapları ile karşılaştırılabilir (yıldızların aralarındaki uzaklık AB cinsinden, eşdeğer yarıçapları  $r_1 + r_2$  olmak üzere  $r_1 + r_2 \cong 0.1$  mertebesinde) ve bu bileşenler evrimleri sırasında kütle alış verişi ile birbirlerini etkilerler. Bu çift yıldız sistemlerinde bileşenler birbirlerinin evrimlerini etkileyecek kadar yakındırlar. “**Etkileşen Çift Yıldız**” ya da “**Yakın Çift Yıldız**” olarak bilinen bu sistemlerin üyeleri yakınlık etkisi ile çok çabuk şekil bozulmasına uğrayıp küresellikten sapma gösterirler ve tek bir yıldızla göre daha çabuk evrimleşirler.

Çift yıldızlar bileşenlerinin özelliklerinin belirlenmesi ve ortak kütle merkezi etrafındaki dolanımlarını sağlayan yasaların incelenmesi açısından çok önemli astrofizik kaynaklarıdır. Çift yıldız sistemleri içinde nükleer evrimlerinin çok farklı evrelerinde olan her türden yıldız olduğu görülmektedir. Bunlar; Anakol yıldızları, devler, üst devler, alt cüceler, beyaz cüceler, nötron yıldızları, hatta karadeliğe bulunduran çift yıldız sistemleri vardır [4].

Günümüzde yapılan çalışmalar göstermiştir ki evrendeki yıldızların iyimser bir yaklaşımla en az yarısı çift ya da daha fazla yıldızdan oluşmuş sistemlerdir. Yıldızların temel öğeleri olan kütle, yarıçap ve ısıtma dolaysız olarak çift yıldız sistemlerinden belirlenmektedir ve bu yüzden astronomlar çift yıldızlara büyük önem vermektedirler.

Çift yıldız sistemleri yıldızların evrimi hakkında da çok önemli bilgiler sağlar. Bir yıldızın evrimi tamamen yıldızın kütesinin bir fonksiyonudur. Bu yüzden büyük kütleli yıldızlar evrim basamaklarını daha hızlı geçerler. Bu durumda çift yıldız üyesi olan bir yıldızın evrim aşamaları sırasında göstereceği değişimler o sistemin bileşen yıldızını da etkileyecektir. Örneğin, yüksek enerji çıkışı gösteren X – ışın kaynakları, kataklismik değişenler, simbiyotik yıldızlar ve kimi üst nova olayları bu enerji çıkışını gösteren yıldızların bir bileşeninin olduğunu ve evrimin belli aşamalarının sonucunda da böyle nesnelere gözlenen olayların ortaya çıktığını göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında çift yıldızlara evrim kuramının anlaşılmasında en önemli laboratuvarlar olarak bakılmaktadır [1].

Ek olarak; bileşenlerin atmosfer yapıları ve yüzey yapılarındaki değişimler, çok farklı sıcaklıklara sahip bileşenlerden oluşan sistemlerde ki bileşenlerin birbirine bakan yüzeylerindeki soğurma ve yeniden salma işlemleri, basık yörüngelerde büyük eksenin zamanla dönmesi ve genel görelilik kuramının test edilmesi, bileşenler arasındaki gaz akımı veya kütle kaybı nedeni ile yörünge dönemlerindeki değişimler incelenip nükleer ve yörünge evrimlerinin aşamaları konusunda elde edilen gözlemsel veriler kuramsal modellerle karşılaştırılmaktadır [4].

## 1. 2. Çift Yıldızların Sınıflandırılması

Bir çift yıldız sisteminde görelî yörünge için Kepler denklemini yazarsak

$$\frac{a^3}{P^2} = M_1 + M_2 \quad (1.1)$$

olmalıdır. Bu denklemde,

**a** = Görelî yörünge AB cinsinden yarı büyük ekseninin uzunluğu,

**M<sub>1</sub>** = Birinci bileşen yıldızın Güneş kütesi cinsinden kütesi,

**M<sub>2</sub>** = İkinci bileşen yıldızın Güneş kütesi cinsinden kütesi,

**P** = Yıldızların yıl biriminde dolanma dönemi

şeklinde tanımlanır [1].

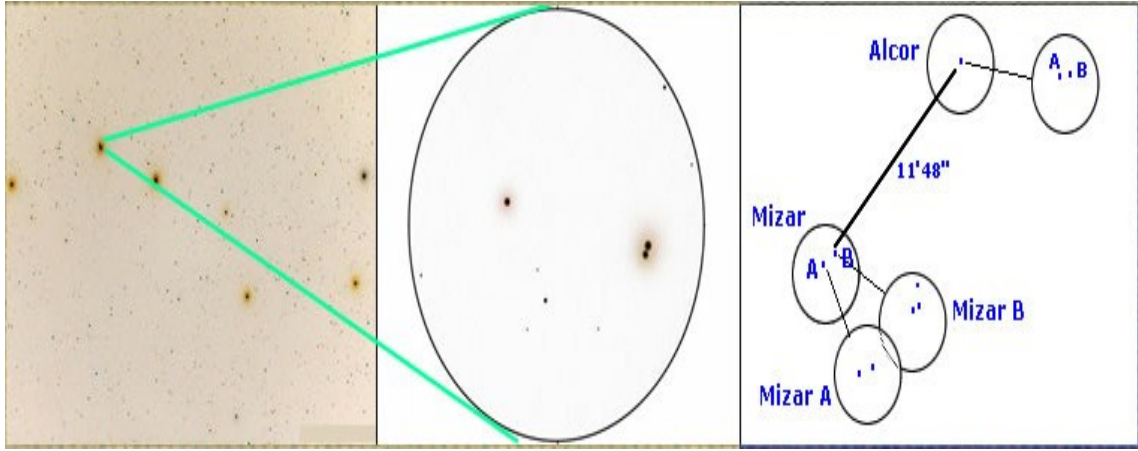
Denklem (1.1)'de **P** ne kadar büyükse **a**'nın da o denli büyük olması beklenir. Bu durumda küçük teleskoplarla bile ayırık olarak gözlenen çift yıldızlar çok uzun dönemli çift yıldız sistemleridir. Birbirlerinden çok uzaklarda ama sadece bakış doğrultumuzda oldukları için çift görünen yıldızlar çift yıldız değildirler.

Çift yıldızlar fiziksel ve gözlemsel belirteçlere bakılarak çeşitli sınıflara ayrılırlar. Bunlar aşağıda verilmiştir:

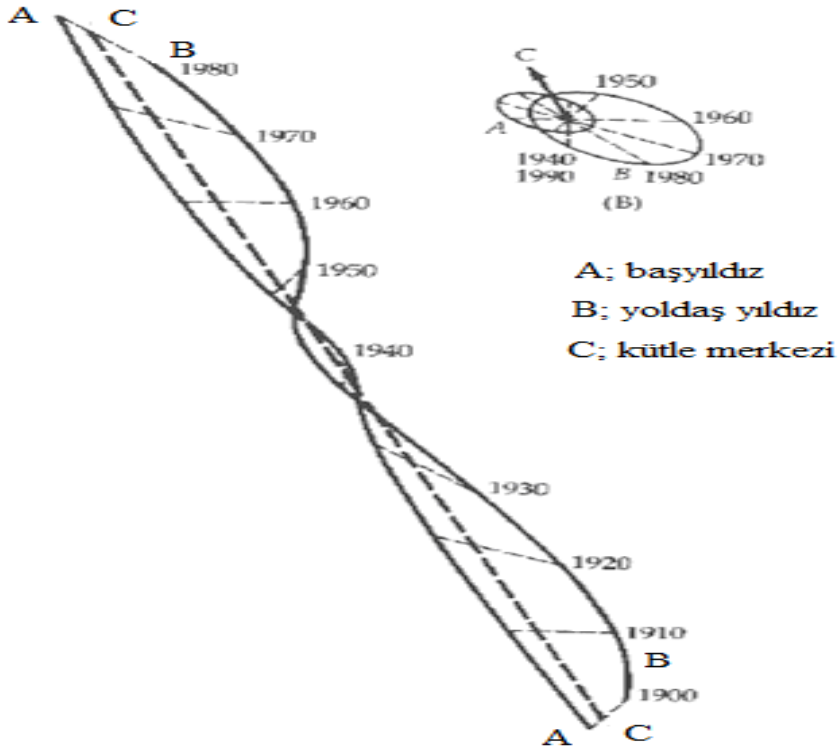
- i. **Görünür Çift Yıldızlar:** Fiziksel olarak birbirlerine bağlı olmayan ama her ikisi de gözlemcinin bakış doğrultusunda olduğundan gökyüzünde birbirine yakın görünen yıldızlardır. Bu yıldızların öz hareketleri farklı olduğundan fiziksel çift olmadıkları kolayca anlaşılır. Bazen optik çift olarak adlandırılırlar. Şekil 1. 2'de Büyükayı takım yıldızındaki Mizar – Alkor optik çift yıldızı görülmektedir.
- ii. **Görsel Çift Yıldızlar:** Fiziksel olarak birbirine bağlı olan ve bileşenlerinin her ikisi de teleskoplarla görülen yıldızlardır. Bileşenlerin ortak kütle merkezi etrafında dolanma dönemleri bir yıl ile binlerce yıl arasındadır.
- iii. **Astrometrik Çift Yıldızlar:** Teleskoplarla tek yıldız olarak gözlenen ancak gökyüzündeki salınımlı hareketi sonucunda bir bileşeni olduğu anlaşılan çift yıldızlardır. Her iki bileşen de kütle merkezi etrafında kapalı yörüngelerde dolanırlar. Şekil 1. 3'de bir astrometrik çift yıldız olan Sirius A ve B çiftinin konum gözlemleri verilmiştir.
- iv. **Tayfsal Çift Yıldızlar:** Bileşenleri ayrı ayrı görülemeyen ancak çift oldukları tayflarındaki çizgilerin dönemli kaymalarından anlaşılabilen çift yıldız sistemleridir. Tayfsal çift yıldızların bir bölümünün tayflarında her iki yıldızın da çizgileri gözlenir ancak bu çizgilerin birbirlerine göre yer değiştirmesi tek yönlüdür. Bu yıldızlar çift çizgili (SB2) tayfsal çiftler adını alırlar. Bazen bu

sistemlerde bileşenlerden biri oldukça sönüktür ve tayfta sadece parlak bileşenin çizgileri görülür. Böyle sistemler tek çizgili (SB1) tayfsal çift adını alır. Bu sistemlerin yörünge dönemleri bir kaç saat ile bir kaç ay arasında olabilir. Şekil 1. 4’de tayfsal çift yıldız tayfında tayf çizgilerinin yer değişimi görülmektedir.

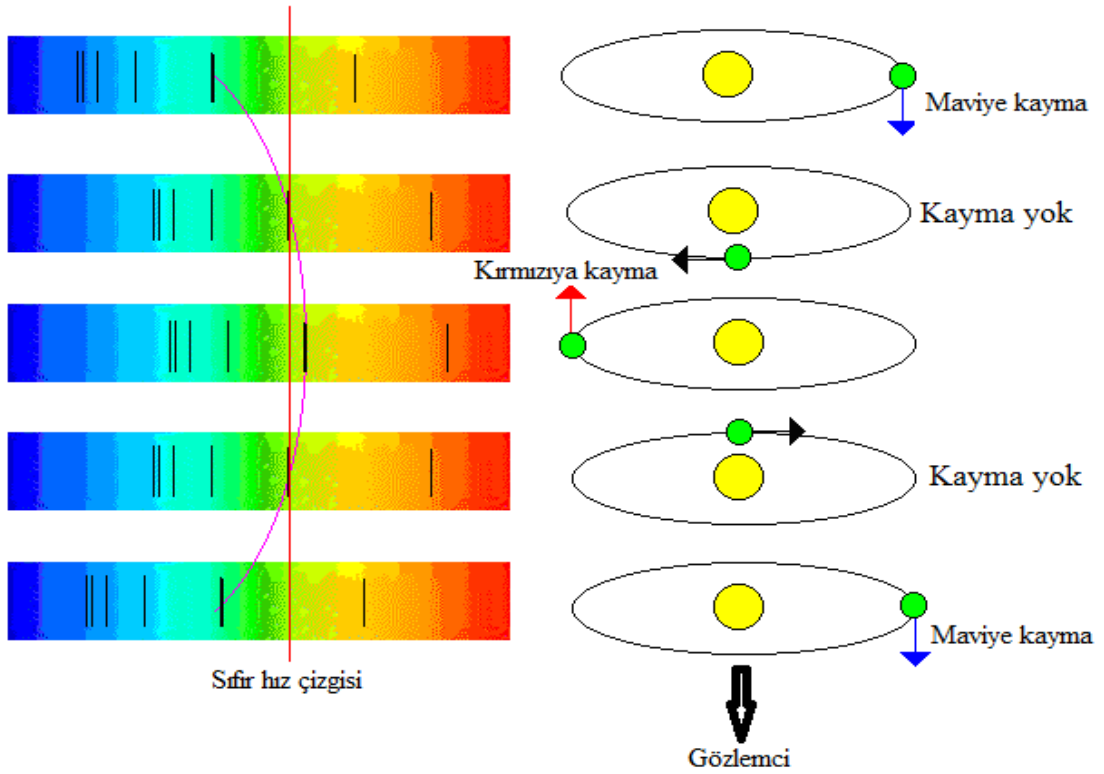
- v. **Tayf Çifti:** Tek yıldız olarak görülen ancak tayfında iki ayrı yıldızın çizgileri olan ve bu çizgilerde dönemli kayma göstermeyen yıldızlar tayf çifti olarak adlandırılırlar. Bileşke tayfı iki yıldız oluşturduğuna göre bu sistemler çift yıldız olmalıdır. Çizgilerde kayma olmamasının nedeni ise yörünge dönemlerinin çok uzun olmasından ya da yörünge eğim açısının sıfır (0) civarında olmasından kaynaklanabilir.
- vi. **Örten Çift Yıldızlar:** Bileşenlerin birbirlerini dönemli olarak örttüğü ve bu nedenle parlaklık değişimi gösteren yıldızlara örten çift yıldızlar denir ve görsel, astrometrik veya tayfsal çift yıldız olabilirler [1, 8-11].



Şekil 1. 2. Büyük Ayı takımıyıldızında Mizar ve Alcor optik çift yıldızı. Mizar görsel çift, Mizar A ve Mizar B ise ayrı ayrı birer tayfsal çifttir [5].



Şekil 1. 3. Bir astrometrik çift yıldız olan Sirius'un sönük yoldaşının varlığını gösteren konum gözlemleri [6].



Şekil 1. 4. Bir çift çizgili tayfsal çift yıldızın tayfindaki çizgilerin dönemli yer değişimleri [7].

Diğer bir çift yıldız sınıflandırma çalışması ise çifti oluşturan bileşenlerin Hertzsprung – Russell (**HR**) diyagramındaki konumlarına dayanır. Kraft (1944) tarafından başlatılmış Struve (1950) ve Sahade (1960) tarafından sürdürülmüştür. Sahade'nin önerisine göre çift yıldızlar beş ana guruba ayrılırlar [1]. Bu guruplar;

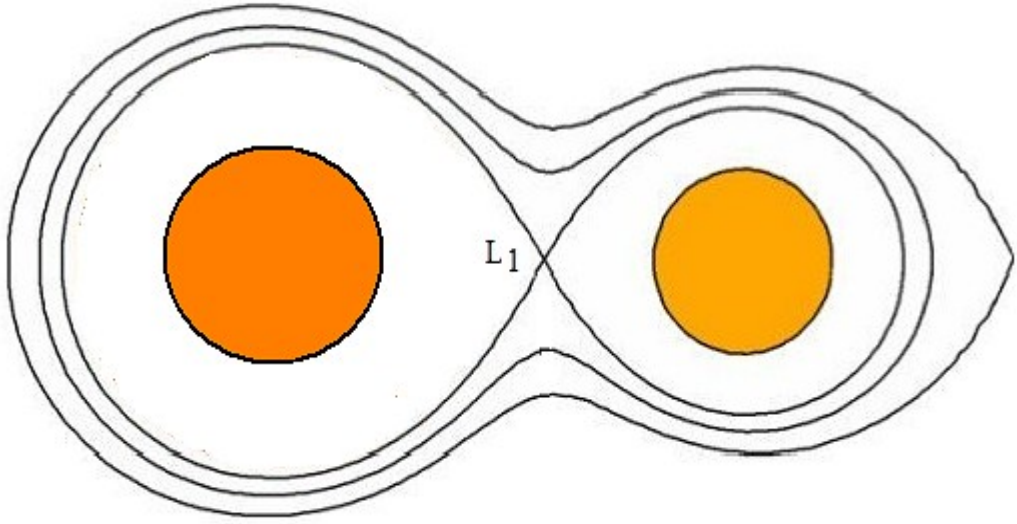
1. Bileşenlerden biri anakola doğru büzülmekte olanlar
2. Bileşenlerden her ikisi anakolda olanlar
  - Bileşenleri benzer olanlar (kütleleri aynı)
  - Bileşenleri benzer olmayanlar (kütleler farklı)
3. Bileşenlerden biri anakol diğeri dev veya alt dev olanlar
4. Bileşenler dev veya alt dev olanlar
  - Bileşenleri benzer olanlar (kütleleri aynı)
  - Bileşenleri benzer olmayanlar (kütleler farklı)
5. Bileşenlerden biri ana kolun altında olanlar

Örten çift yıldızların bir alt gurubu olan W Ursae Majoris yıldızları (W UMa) bu sınıflamaya uymamaktadırlar. Bu nedenle bu W UMa çift yıldızlarına altıncı sınıf olarak bakılabilir. Bu sınıflama evrimsel ilişkiler dikkate aldığından önemlidir [1].

Diğer bir sınıflamada Kopal [12] tarafından önerilen sınıflamadır. Kopal'ın sınıflamasında temel ilke yıldızın boyutlarının sınırlanmasıdır. Bir yıldızın bileşeninin olması onun ulaşabileceği boyuta bir sınırlama getirir. Bu üst sınır, sınırlı üç cisim sorununun sıfır hız yüzeyleri olarak düşünülür. Özel bir yüzey olarak iki yıldız arasında kesişen lemniskat yüzeydir. Bileşenlerin birinden bu yüzeye ulaşan parçacık yıldızların çekim alanından çıkmış demektir. Kopal'ın önerdiği bu sınıflamada çift yıldızlar üç ana sınıfa ayrılır.

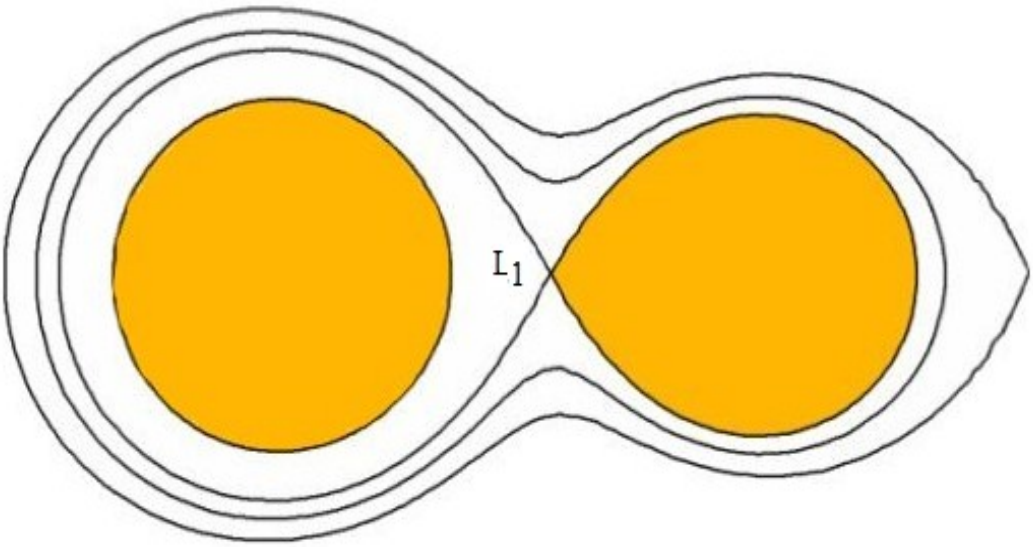
1. Bileşenleri Roche şişimini doldurmamayanlar (Sahade'nin ikinci sınıfı). Şekil 1. 5'den de görüldüğü gibi her iki bileşen de Roche şişimlerini doldurmamıştır ve bileşenler arasında madde akışı başlamamıştır. Ayrık sistemler olarak adlandırılırlar.





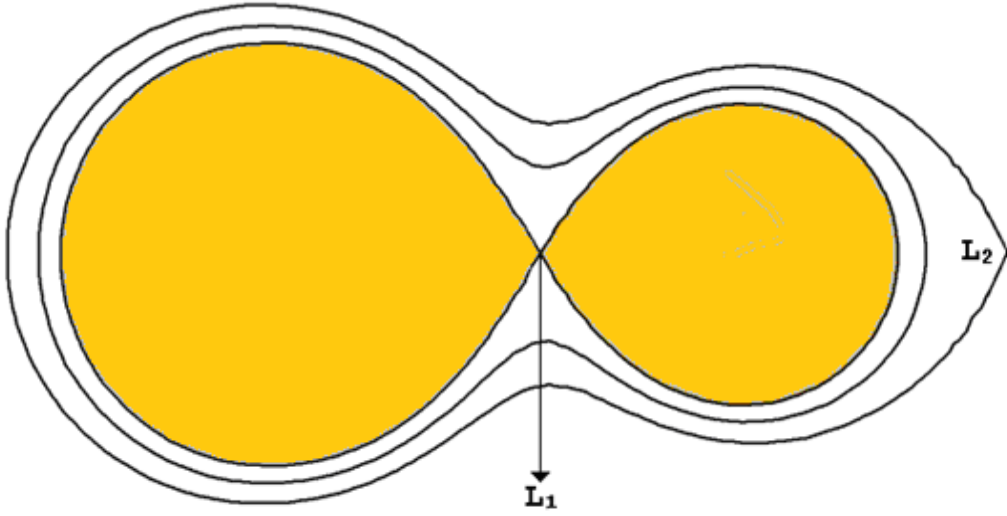
Şekil 1. 5. Ayrık çiftler [6].

2. Bileşenlerden biri Roche şişimini dolduranlar. (Sahade'nin üçüncü sınıfı) Şekil 1. 6'dan da görüldüğü gibi bileşenlerden biri (genellikle kırmızı dev) Roche şişimini doldurmuş, diğer bileşen doldurmamıştır. Roche şişimini doldurmuş olan bileşen  $L_1$  Lagrange noktasından diğerine madde aktarır ve aktarılan madde, diğer bileşenin etrafında sarmal biçimli bir yığılma diski oluşturarak bu bileşenin yüzeyine ulaşır. Yarı ayrıık sistemler olarak adlandırılırlar.

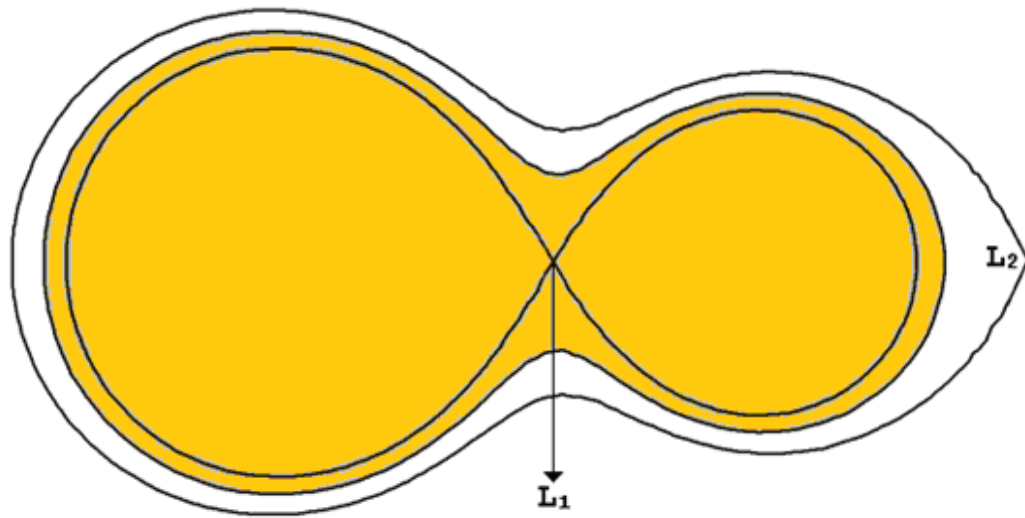


Şekil 1. 6. Yarı ayrıık çiftler [6].

3. Her iki bileşeni de Roche şişimini dolduranlar (W UMa sistemleri). Şekil 1. 7 ve Şekil 1. 8’den görüldüğü gibi her iki bileşen de Roche şişimini doldurmuştur. Eğer yıldız maddeleri şişimlerden taşarak her iki yıldızın etrafını sarmışsa, ortak zarfa sahip bir sistemden söz ediyoruz demektir. Bu durumdaki çiftlere “Aşırı Değen Çiftler” adı verilir. Bileşenler birinci Roche şişimini tamamen doldurduktan sonra taşan madde ikinci Roche yüzeyine ulaşmıştır. Bu durumda  $L_2$  noktasına ulaşan gaz, yanında büyük miktarda açısal momentumu da taşıyarak sistemi tamamen terk edebilir [1, 12, 13].



Şekil 1. 7. Değen çiftler [6].



Şekil 1. 8. Aşırı değen çiftler [6].

Bileşenler arasındaki uzaklığın özel bir önemi vardır. Bazı araştırmacılar çift yıldızları “ayrık” ve “yakın ” olmak üzere kabaca iki sınıfa ayırmak eğilimi gösterirler. Öyle ki 1960’lı yıllardan sonra birbirlerinin yüzeyini bozabilecek kadar birbirine yakın olan yıldızlara **yakın çift yıldızlar** denilmiştir. Bu tanıma göre görsel çiftlerin tümü ile tayfsal çiftlerin bir bölümü ayrık çift yıldız sistemleridir [1].

Plavec ve Paczynski 1967 yılında yeni bir yakın çift yıldız tanımı önerdiler. Bu tanıma göre “**bileşenlerden biri diğerinin gelişimini etkiliyorsa bu bir yakın çift yıldız sistemidir.**” Gerçekte ise bu Roche şişimine dayalı bir sınıflamadır. Evrim bilgilerimize göre, bir yıldızın yarıçapı yıldızın evrimi sırasında önemli değişimlere uğrar ve evrimin belli evrelerinde bileşenlerden biri Roche şişimini doldurabilir. Bu durumdaki çift yıldızların çoğu yakın çift yıldızlardır [1].

Örten çift yıldızlar için yapılan bir diğer sınıflama ise ışık eğrisinin durumuna göre yapılan sınıflamadır. Çift yıldızların ışık eğrileri oldukça çeşitlilik göstermektedir. Her çiftin kendine özgü bir ışık eğrisi vardır ve örten çift yıldızların ışık eğrileri kararlı olmayıp çiftlerin uğradığı değişikliğe bağlı olarak zamanla değişim göstermektedir [14].

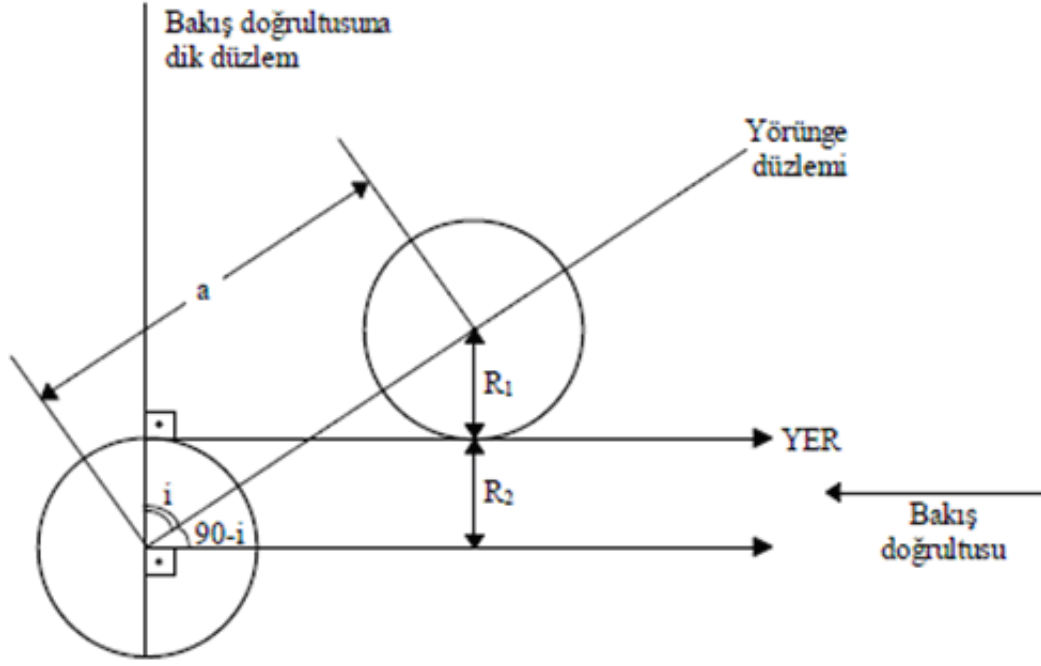
Bu sistemlerde belli koşulların sağlanması halinde bileşen yıldızların birbirini örtmesi sonucu tutulmalar oluşur ve ışık eğrilerinde dönemli ışık değişimleri meydana gelir. Bu sistemlerde tutulma olayının gözlenebilirliği, çift yıldız sisteminin yörünge düzleminin gözlemciye göre uzaydaki konumuna ve sistemi oluşturan yıldızların aralarındaki uzaklık cinsinden yarıçaplarına bağlıdır. Şekil 1. 9’dan görüleceği gibi sistemin tutulma şartı;

- $i$ ; yörünge eğim açısı
- $R_1$  ve  $R_2$  bileşen yıldızların Güneş’in yarıçapı cinsinden yarıçapları
- $a$ ; bileşen yıldızlar arasındaki uzaklık

olmak üzere

$$|\sin(90 - i)| = |\cos i| \leq \frac{R_1 + R_2}{a} \quad (1.2)$$

şeklinde tanımlanır ve yörünge dönemi ile fotometrik dönemi genelde çakışiktır.

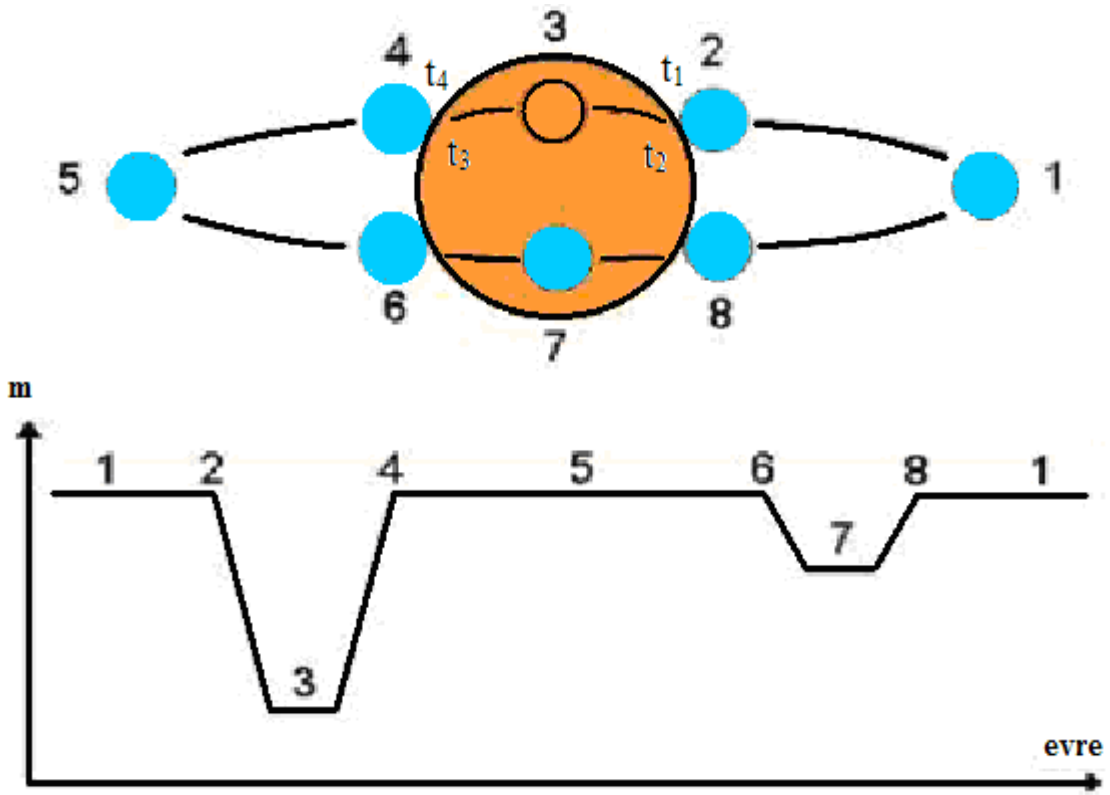


Şekil 1. 9. Çift yıldız sistemlerinde tutulma koşulu geometrisi [3].

Bir çift yıldız sisteminde veya fiziksel değişim gösteren (pulsasyon) yapan yıldızlarda, gözlemlerle elde edilen toplam ışınım şiddetinin zamana bağlı olarak değişimine “*ışık eğrisi*” adı verilir. Bir örten çift yıldız sistemini oluşturan yıldızların küresel yapıda ve düzgün yüzey parlaklık dağılımına sahip olduklarını, yansımanın olmadığını, bileşenlerden birinin büyük değerinin küçük olduğunu ve küçük bileşenin daha sıcak olduğunu varsayalım.

Sistemin yörüngesi çember ve  $i = 90$  derece olsun. Şekil 1. 10’ dan da görüldüğü gibi sistem yörünge hareketi yaparken sıcak yıldız soğuk yıldızın arkasına geçmeye başladığı an bakış doğrultusuna göre dıştan teğet konumdadır ve sistemin parlaklığı azalmaya başlar (2 konumu). Bu durum tutulma başlangıcı ( $t_1$ ) olarak tanımlanır. Sıcak yıldızın örtülen alanı arttıkça parlaklıktaki azalma da artar ve sıcak yıldızın soğuk yıldızın tamamen arkasına geçer ve bu durum “*örtülme*” olarak adlandırılır (3 konumu). Parlaklıktaki azalma içten teğet durumuna kadar sürer ( $t_2$ ). Yıldız diğer taraftan içten teğet durumuna gelinceye kadar parlaklıktaki azalma durur (3 konumu). Bu durumda “ $t_3 - t_2$ ” tutulma süresi olarak tanımlanır.  $t_3$  anından sonra sıcak yıldız tekrar görülmeye başlar (4 konumu). Parlaklık görülen alana bağlı olarak artmaya başlar. Yıldızlar tekrar

dıştan teğet durumuna gelince (4 konumu) parlaklıktaki artma sona erer ve tutulma sonlanır ( $t_4$ ). Bundan sonra parlaklık sistemin toplam parlaklığına eşit olur. Sıcak yıldız yörünge hareketine devam eder ve sıcak yıldız soğuk yıldızın önünden geçmeye başlar (6 konumu). Sıcak yıldız soğuk yıldızla dıştan teğet durumuna geldiğinde sistemin ışığında tekrar azalma başlar ve bu durum içten teğet durumuna kadar devam eder. Sıcak yıldız soğuk yıldızla içten teğet durumuna gelince parlaklıktaki azalma diğer taraftan içten teğet durumuna kadar sabit kalır (7 konumu). Buna “örtme” adı verilir. Sıcak yıldız soğuk yıldızın önünden geçerken parlaklıktaki azalma daha azdır [2, 3, 14].



Şekil 1. 10. Tam tutulma gösteren bir çift yıldız sisteminin ışık eğrisinin bileşenlerin hareketine göre değişimi [6].

Örten çift yıldız sistemlerinde tutulmalar sonucu oluşan ışık azalmalarına “*minimum*” adı verilir. Her iki bileşenin en büyük alanını aynı anda gördüğümüzde parlaklık değeri maksimum değerdedir. Eğer örtülen yıldız daha sıcaksa parlaklık azalması daha fazladır ve minimum çukuru daha derin olur. Buna “*baş minimum*” veya “*MinI*” adı verilir. Örtme durumunda ise oluşan ışık azalması daha sığdır ve “*yan*

*minimum*” ya da “*MinII*” olarak tanımlanır. Gözlenen minimumum tam ortasına karşılık gelen zamanlar “*minimum zamanları*” olarak adlandırılır.

Çift yıldız sistemlerindeki tutulmalar esas olarak yörüngenin eğikliğine ve  $k = \frac{r_h}{r_c}$

( $r_h$  = sıcak yıldız;  $r_c$  = soğuk yıldız) oranına bağlıdır. Öyle ki  $i = 90$  ve  $k \ll 1$  ise sıcak yıldız soğuk yıldız tarafından tamamen örtülür ve MinI çukurunun dibi düz olur. Parçalı tutulma durumunda ışık eğrisinin şekli “k” değerine bağlıdır. Bu durumda tutulmalara yıldızların alanlarının tamamı katılmaz. Örtülen ve örten alan sürekli değişeceğinden minimum çukurları yuvarlak olur. Bu durumda parçalı ışık eğrisinde parçalı tutulmalar gözlenecektir. Her iki durumda da ışık eğrilerinin maksimumları nispeten düz olacaktır. Eğer gözlenen ışık eğrisinin maksimumları düz ise bu tür ışık eğrisi değişimi gösteren yıldızlar “*Algol türü örten çift yıldızlar*” adını alırlar. Bu türün gözlenen ilk yıldızı Perseus (Kahraman) takım yıldızının 2. parlak yıldızı olan ve ışığının değiştiği 1667 yılında G. Montanari tarafından belirlenen  $\beta$  Per (beta Persei, al-ghoul, demon star) yıldızdır. Bu yıldızın parlaklık değişiminin nedeni 1782 – 1783 yıllarında J. Goodricke’nin çalışmaları sonucunda anlaşılmıştır.  $\beta$  Per sistemi gerçekte üçlü bir sistemdir.

Goodricke 1784 yılında ikinci bir değişen yıldız daha buldu. Bu yıldızın parlaklığı tutulmalar dışında da sürekli bir değişim gösteriyordu. Yıldızın değişim dönemi yaklaşık 13 gün ve MinII derinliği Algol yıldızının Min II derinliğinden biraz daha fazlaydı. Eğer örten değişen yıldızlarda parlaklık bir dönem boyunca sürekli olarak değişim gösteriyorsa çifti oluşturan yıldızların küresel yapıları bozulmuş olmalıdır. Gerçekten de bu tür sistemlerde bileşen yıldızlar birbirlerine degecek kadar yakın yıldızlardır. Bu tür durumlarda yakınlık etkisi, yıldızları küresel yapıdan yumurta veya armut biçimine getirir. Bu tür sistemlerde yıldızların tutulma dışında bile bize dönük yüzey alanları sürekli değişeceği için ışık eğrilerinde tutulmalar dışında bile değişimler gözlenir. Bu gurubun ilk üyesi  $\beta$  Lyr (beta Lyrae) olduğu için bu adla anılırlar.

G. Müller ve P. Kempf 1903 yılında ışık eğrisi  $\beta$  Lyr türüne benzeyen yeni bir örten değişen yıldız keşfettiler. Bu yeni keşfedilen yıldız W UMa (W Ursae Majoris) yıldızdır. Daha sonra bu türden de çok sayıda yıldız keşfedilmiştir. W UMa sistemlerini  $\beta$  Lyr sistemlerinden ayıran en önemli özellik ışık eğrilerindeki her iki

minimumun da hemen hemen aynı derinlikte olmasıdır. Diğer bir ayırt edici özellikleri ise bu sistemlerin dönem ve tayf türü farklılıklarıdır.

Yapılan bu sınıflama tamamen yüzeysel olup sadece sistemlerden alınan ışık eğrisinin şekline bağlıdır. Örneğin öyle algol sistemleri gözlenmiştir ki sistemin bileşen yıldızlarının karşılıklı ışık yansımalarına ek olarak basıklaşmaları söz konusudur ve bu sistemleri  $\beta$  Lyr türüne sokmak mümkündür. Gözlenen ışık eğrisinde tayf türleri farklı bir örten çiftin mavi bölgedeki ışık eğrisi algol benzeriyken kızılötesi ışık eğrisinin  $\beta$  Lyr türü bir ışık eğrisi vermesi de beklenmelidir [14 - 16]. Işık eğrisinin durumuna göre yapılan bu sınıflamayı kısaca inceleyelim.

### 1. 3. Beta Lyrae ( $\beta$ Lyr) Türü Sistemler

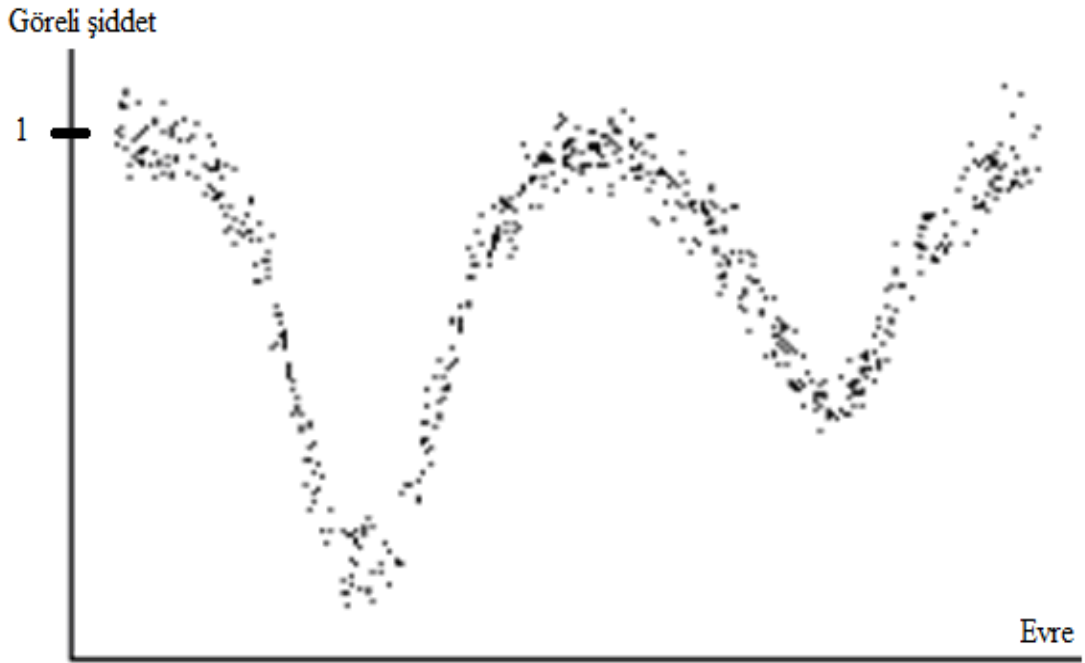
Bu tür sistemlerin ışık eğrilerinde yakınlık etkilerinden kaynaklanan şekil bozulmalarından dolayı sürekli bir değişim gözlenir. Işık eğrilerindeki maksimumlar arasındaki fark sistemi oluşturan bileşen yıldızların yüzey sıcaklıklarının farklı olmasından kaynaklanır. GCVS’de bu ayırım (*General Catalog of Variable Stars*)  $\beta$  Lyr (EB) ve W UMa (EW) sistemleri arasındaki MinI ve MinII derinlikleri arasındaki farka bakılarak yapılır. Yörünge dönemleri genelde bir günden uzundur. Baskın tayf türleri B – A tayf türü arasındadır.

$\beta$  Lyr türü ışık eğrisine sahip sistemlerde ışık eğrileri yıldızlardan en az biri ileri düzeyde elipsoid şekil bozulmasına uğramış haldeki çift sistemler tarafından oluşturulmuştur. Bileşenlerden birinin kritik Roche şişimini doldurduğuna dair güçlü deliller vardır. Bu sistemlerde çok farklı evrim durumunda yıldızlar bulunabilir. Örneğin;

- XY UMa örneğinde olduğu gibi evrimleşmemiş iki anakol yıldızı içeren ve görelilik olarak kısa yörünge dönemine sahip sistemler,
- Z And sistemindeki gibi yalnızca biri veya her ikisi de evrimleşmiş ancak Roche şişimlerini doldurmamış sistemler,
- $\beta$  Lyr gibi yarı – ayırık sistemler. Evrimleşen ve kritik Roche şişimini doldurmuş bileşenlerden evrimleşmemiş bileşene doğru madde aktarımı gösteren sistemler,

- AP Psc gibi bir bileşeni ileri düzeyde evrimleşmiş (alt cüce, beyaz cüce), diğeri fazlaca evrimleşmemiş ancak elipsoid şekil bozulmasına uğramış sistemler [14, 17, 18].

$\beta$  Lyr sisteminin kendisini incelediğimizde parlak bileşen Roche şişimini doldurmuş, karşı bileşene büyük oranda madde aktarımı yapan bir sistemdir. Bu yoğun madde transferi karşı bileşen çevresinde hem optik hem de geometrik olarak kalın bir yığılma diski oluşturur. Bu madde yıldızı tamamen sardığı için yıldız görülemez olmaktadır. Büyük madde aktarımları yörünge dönemlerinde artışa neden olur. Bu türün örnek bir ışık eğrisi Şekil 1. 11’de görülmektedir.



Şekil 1. 11.  $\beta$  Lyr (EB) türü sistemlerin görelî ışık eğrilerine örnek [6].

#### 1. 4. W Ursae Majoris (W UMa) Türü Sistemler

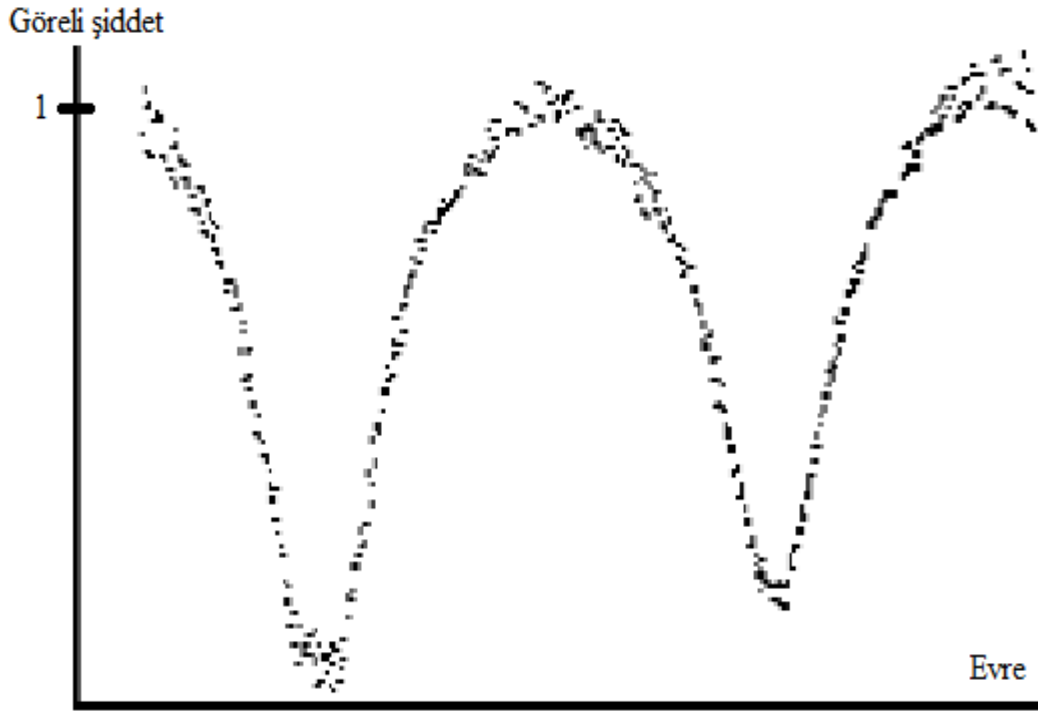
W UMa sistemleri ışık eğrilerinde neredeyse eşit derinlikli iki minimum ve süreklilik gösteren ışık değişimleri ile tanımlanırlar. Eşit minimumlar bileşen yıldızların eşit yüzey sıcaklıklarına sahip olduklarının göstergesidir ve bu sistemler “*değen çiftler*” olarak adlandırılırlar. W UMa sistemlerinde sistemi oluşturan bileşen yıldızlar birbirlerine çok yakındır. Bu sistemlerin yörünge dönemleri kısadır ve sistemi oluşturan



bileşenler küresellikten önemli ölçüde sapmış yıldızlardır. Yörünge dönemleri  $12^h$  ile  $24^h$  arasındadır.

W UMa sistemleri anakol yıldızları ile karşılaştırıldığında yüzey sıcaklıklarının aynı tayf türünden bir anakol yıldızına göre farklı olduğu görülür. W UMa'ların bu durumu “*ortak zarf*” ile sarılı olmaları ile açıklanabilir. Konvektif yapıya sahip bu zarf yüzünden ısı dağılımı oluşur ve sistemin bileşenleri aynı sıcaklıkta gözlenir.

W UMa sistemleri tek anakol yıldızları ile karşılaştırılmaz. Bunun nedeni her iki bileşenin de ısı aktarımından dolayı standart kütle – ışınım gücü bağıntısına uymamalarıdır. Bileşenlerin yüksek yörünge hızına sahip olmalarından dolayı tayfsal çizgileri çok genişlemiştir. Bu sistemlerin örnek ışık eğrisi Şekil 1. 12’de verilmiştir.



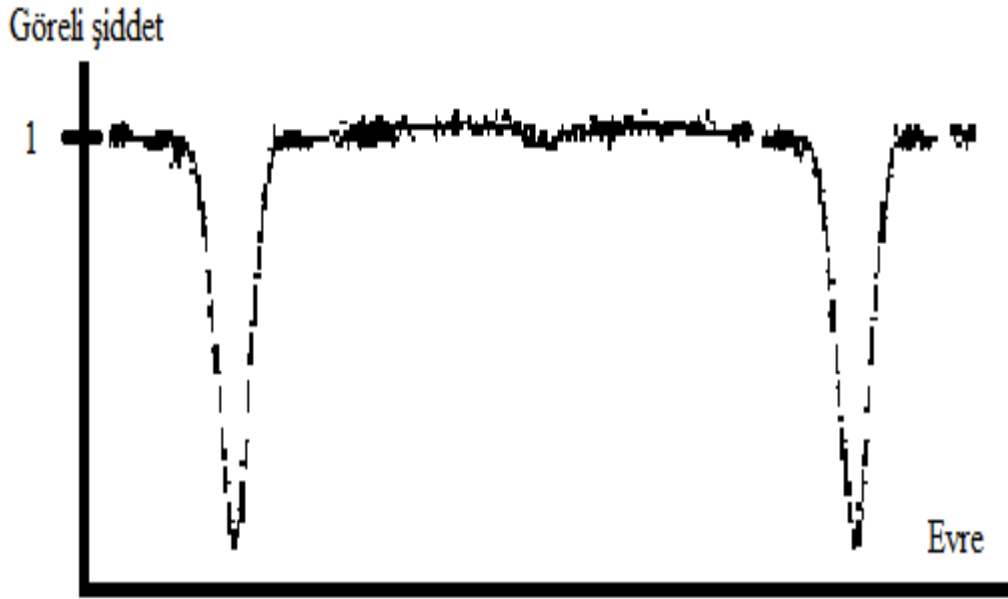
Şekil 1. 12. W UMa (EW) türü sistemlerin görel ışık eğrilerine örnek [6].

### 1. 5. Beta Persei ( $\beta$ Per, Algol) Türü Sistemler

Algol türü değişen yıldızların genel özellikleri şunlardır [4, 19, 20, 21]:

- Yarı – ayrık sistemlerdir. Bu sistemlerdeki küçük kütleli bileşenler Roche şişimlerini doldurmuştur ve diğer bileşene göre daha ileri bir evrim aşamasındadırlar, yani sıfır yaş anakolunun daha uzağında bulunurlar.
- Normalden daha küçük boyutlu alt dev bileşene sahip olan ayrık, yarı – ayrık sistemlerdir. Bu sistemlerdeki bileşenler anakol sonrası kütle alış verişi yapan soğuk bileşenlerdir.
- Kütle aktarımını yeni bitirmiş veya devam etmekte olan erken tür değen sistemlerdir.
- Işık eğrilerinde tutulma dışı parlaklıkları kabaca sabitken tutulmaya giriş ve çıkış evreleri aralığında kalan bölümlerinde oldukça belirgin derin tutulma gösteren sistemlerdir.

Algol türü yıldızların örnek ışık eğrisi Şekil 1. 13’de görülmektedir.



Şekil 1. 13.  $\beta$  Per (EA) türü sistemlerin görelî ışık eğrilerine örnek [6].

Kopal’ın [12] yakın çiftleri Roche şişimine göre ayrık, yarı – ayrık ve değen sistemler olarak üç guruba ayırdığı sınıflamada algol türü sistemler terimi yarı–ayrık çiftlerin ana alt gurubu anlamına gelmektedir. Bu alt gruptaki sistemler “*klasik Algol*” sistemleri olarak tanımlanırlar. Ana bileşenleri B veya erken A tayf türü bir anakol

yıldızı, yoldaş bileşenleri ise kritik Roche şişimini doldurmuş G veya K tayf türü bir dev veya alt dev yıldızdır [21].

Son zamanlarda Algol–türü teriminin anlamı dejenere olmamış ortalama kütleyle sahip (yaklaşık  $10 M_{\odot}$ ) bir ana bileşen ve yine dejenere olmamış yaklaşık  $10 M_{\odot}$  kütlelerini geçmeyen bir yoldaş bileşene sahip etkileşen çiftler biçiminde belirsizlikler olacak şekilde genişletilmiştir. Son yıllarda yakın çift teriminin tamamen “*etkileşen çift*” terimi ile yer değiştirdiği görülmektedir [21].

Popper, yaptığı çalışmada, tayflarında çift çizgi görülen Algol sistemlerinin büyük kütleli bileşenlerinin genellikle aynı tayf türünden olan anakol yıldızlarının kütle aralığında olduğunu göstermiştir. İkinci bileşenlerin kütleleri, kendi tayf türleri için biraz daha küçük olma eğilimindedir. U Cep,  $\delta$  Lib ve U Sge gibi sistemlerde ise sistemin ikinci bileşeni ana koldan çok uzak olmamakla beraber önemli derecede büyük kütleli yıldızlardır [4, 21].

Algol türü bir sistemin başlangıç kütlesi için fiziksel anlamı olan bir üst sınır, Tip II türü süpernova olmasını engelleyecek sınır kütle koşulu ile tanımlanabilir. Tek yıldızlarda bu sınırın  $10 - 11 M_{\odot}$  olduğuna inanılmaktadır. Etkileşen çiftlerde durum daha karmaşık olmakla birlikte bu sınır kabul edilebilir. Algol türü sistemlerde ana bileşenin kütlesi için en küçük alt sınırın  $1 M_{\odot}$  civarında olması beklenmektedir.

Kopal ve Crawford, Algol türü sistemlerin çok büyük ölçekli kütle aktarımı ve kütle kaybı ile oluşabileceklerini belirttiler. Klasik Algollerde ana bileşenlerin merkezi Hidrojen yakma evresinde oldukları düşünülmektedir. Yoldaş bileşen ise Roche şişimini doldurmuş ve bunun sonucunda büyük ölçüde kütle kaybına uğramıştır. Çok etkin sistemlerde bu kütle kaybı yılda  $10^{-5} - 10^{-7} M_{\odot}$  iken daha az etkin sistemlerde  $10^{-9} - 10^{-10} M_{\odot}$  aralığındadır. Bazı durumlarda her iki bileşen yıldız da (V356 Sgr ve RZ Sct gibi) sıcak veya her iki bileşen de (RX Cnc, KU Cyg ve AR Mon) soğuk olabilmektedir [21].

Giuricin vd. [20] gözledikleri 100 Algol sisteminin kütle alan bileşenlerinin %20’sinin yarıçaplarının aynı tayf türündeki cüce yıldızlara göre daha büyük olduğunu belirlemiştir. Bunun en belirgin örnekleri RX Cas, RZ Cnc, AR Mon ve RZ Sct gibi

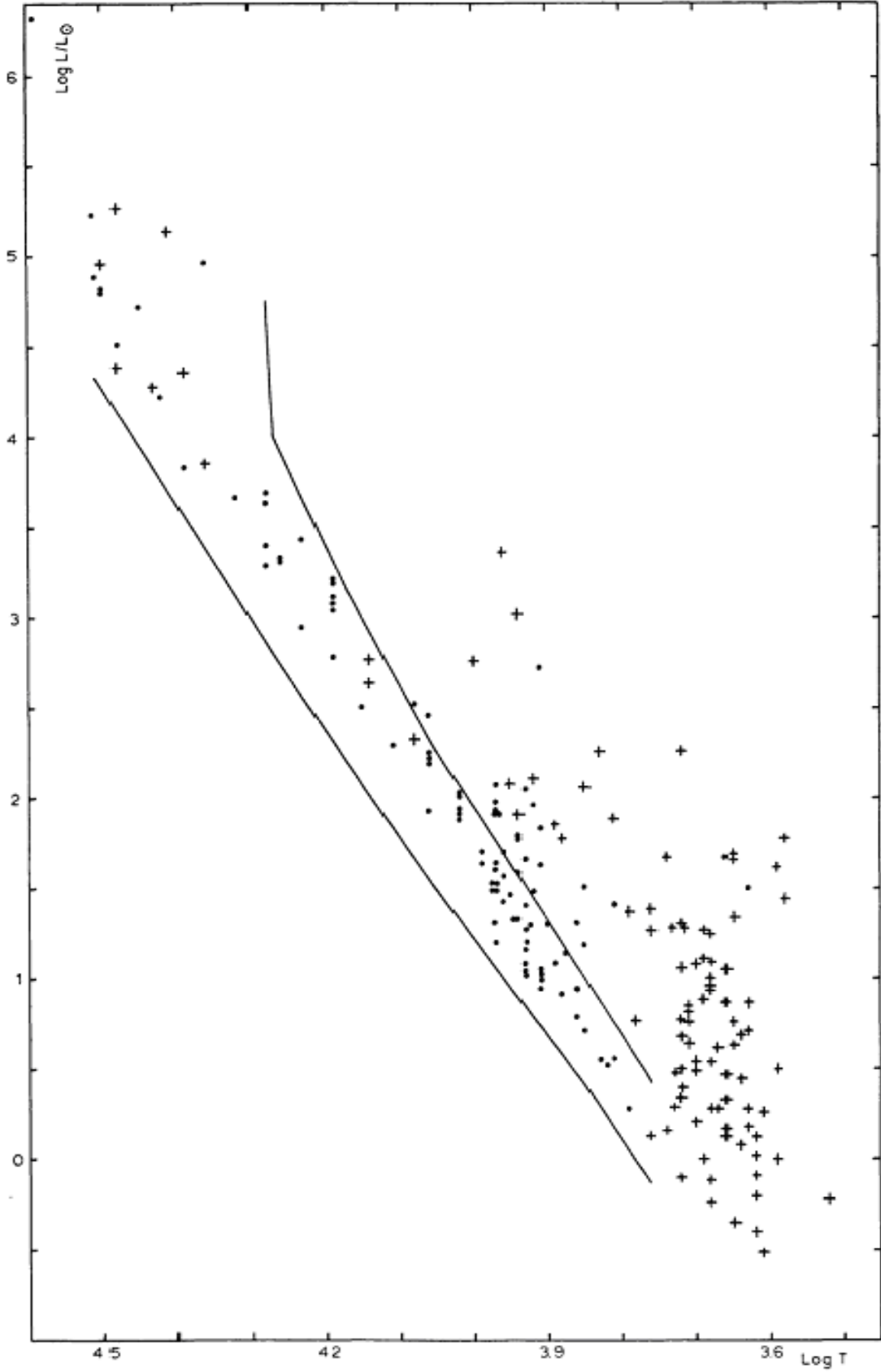
uzun dönemli dev yıldızlardır. Aynı çalışmada kütle alan bileşenlerin çok az kısmı aynı kütledeki cücelere göre daha küçük boyutlara sahip oldukları bulunmuştur [2, 20].

Şekil 1. 14, Giuricin vd.'nin çalışmasındaki yıldızların HR diyagramındaki dağılımlarını göstermektedir. Bu diyagramdan da görüldüğü gibi kütle kaybına uğrayan bileşenlerin çok büyük bir kısmının ışıtmaları cüce yıldızların ışıtmalarından büyüktür ve kütle alan bileşenlerin çoğu anakol bandı üzerindedir.

F – K tayf türü ve III – IV ışınım gücü sınıfından bir yıldız olan ikinci bileşen Roche şişimini doldurmuştur ve B – A tayf türü olan anakol başyıldıza kütle aktarır. Bu sistemler astronomları şaşırtırlar çünkü küçük kütleli ikinci bileşen baş yıldıza göre daha çok evrimleşmiş durumdadır. Bu durum yıldız evrimi hakkındaki bilgilerimize ters düşmektedir. Evrim kuramına göre büyük kütleli yıldızların evrimi küçük kütleli yıldızlara göre daha hızlıdır. Algollerdeki bu durum “**Algol paradoksu**” olarak adlandırılır [2, 22].

Algollerin evrim durumlarına ilişkin bu bilmece Crawford (1955) tarafından açıklanmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalar bu açıklamayı desteklemiştir. Bu tür sistemler yeni oluştuğunda şu andaki soğuk bileşen daha büyük kütleyle sahip bir yıldızdır. Kısa zamanda evrimleşen bu bileşenin dış katmanları genişleyerek Roche şişimini doldurdu ve  $L_1$  noktasından küçük kütleli bileşene doğru kütle aktarımı başladı. Kütle aktarımının ilk zamanlarında (kütle oranı yaklaşık 1) aktarım hızı yüksekti ve kütle aktarım evresi daha kısa zaman aralığında gerçekleşmiştir. Bu tür sistemlere günümüzde çok fazla rastlanmamaktadır. Evrimlerinin bu aşamasında olan sistemler “**ters Algoller**” olarak adlandırılmaktadır. Hızlı kütle aktarımı ile küçük kütleli yıldızın kütlesi artarken büyük kütleli bileşenin kütlesi hızla azalmış ve günümüzde gözlenen ve kütle oranı 0.5’den küçük olan klasik Algoller ortaya çıkmıştır [2, 22, 23].

Örneğin U Sge sistemindeki ikinci yıldızı ele alalım. Bu yıldız başlangıç kütlelerinin %37’sini başyıldıza aktarırken %13’ünü sistemden dışarı atma yolu ile kaybetmiştir. Bu tür sistemler, bir yıldız tarafından atılan maddenin diğer yıldız üzerinde toplanma işlemini incelemek için iyi bir astrofizik laboratuvarlarıdır [2, 24].



Şekil 1. 14. Algol sistemlerinin HR diyagramındaki konumları. Sürekli çizgiler anakol bandını, “•” sembolü büyük kütleli bileşenleri, “+” sembolü küçük kütleli bileşenleri göstermektedir [20].

Yıldızı çevreleyen madde veya toplanma yapıları kütle aktarımı ile üretilir.  $L_1$  noktasından gelen bir gaz akımı klasik bir toplanma diski ve bir bulut veya bir kabuk yapısı oluşturabilir. Kısa dönemli sistemler üzerine yapılan çalışmalar değişken toplanma disklerinin varlığını göstermektedir ve RW Tau bu tür sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Toplanma halkası gösteren yıldızlara da en iyi örnek  $\beta$  Per sistemidir [2, 25, 26].

Algol sistemlerinde geri tayf türünden olan ikinci bileşen yıldızlar derin konvektif katmanlar ve çekimsel kilitleme ile azaltılan hızlı dönme nedeniyle arttırılmış manyetik aktivite gösterirler. Bu yıldızlar, günümüzde manyetik aktivite gösteren yıldızların bir alt sınıfı olarak kabul edilmektedir. Bu arttırılmış manyetik aktivite radyo flerleri, X – ışın flerleri, leke aktivitesi, kromosferik çizgi salması ve muhtemelen değişken dönem değişimleri ortaya çıkarmaktadır [2, 27-29].

Bu yıldızlar RS CVn çiftlerinde gözlenen manyetik oluşumların çoğunu gösterirler. RS CVn sistemleri ayrı sistemlerdir ve K tayf türü bir baş yıldız ile F-G tayf türü ikinci bileşenden oluşurlar. Baş yıldız Roche şişimini doldurmak üzeredir. Bunun anlamı şudur: Algol çiftlerinin yoldaş yıldızı RS CVn sistemlerindeki baş yıldız benzer. Buna ek olarak Algol sistemlerindeki manyetik aktiviteyi araştırmak RS CVn sistemlerindeki göre çok daha zordur. Bunun nedeni Algol sistemlerindeki aktif yıldızın sistemin görsel bölgedeki toplam ışığa katkısının %5 - %10 kadar olmasıdır. Bu oran RS CVn sistemlerinde %50'den fazladır [2, 30]. Algol sistemlerinde lekeler üzerine çalışmanın iki yolu vardır. Bunlar;

1. Kıızıl ötesi dalga boylarında gözlem yapmak. Bunun nedeni soğuk yıldızın ve lekenin sistemin kıızıl ötesi ışınımına diğer bileşenden daha çok katkısının olmasıdır.
2. Tam tutulma gösteren sistemleri incelemek. Bunun nedeni ise tam tutulma anında sadece soğuk yıldızdan ışınım alınmasıdır.

Richards [29],  $\beta$  Per yıldızının 1.2  $\mu\text{m}$  dalga boyundaki ışık eğrisini analiz etmiş ve RS CVn değişenlerindeki gibi fotometrik dalga benzeri bir dalga için kuvvetli deliller bulmuştur. Guinan ve Gimenez [30] her iki minimumun evre ve derinliğinin zamana bağlı değişiminin ve MinII'nin simetrik olmayışının K2 tayf – türü alt dev yoldaşın üzerindeki lekelerden kaynaklandığını belirtmiştir. Richards ve Albriht [31]

kısa dönemli Algol sistemleri ile yaptıkları çalışmada manyetik aktiviteyi araştırmışlar ve  $H_\alpha$  fark profillerine U Cep sisteminde soğuk yıldızın manyetik etkisinden gelebilecek katkının %10 kadar olduğunu bulmuştur.

Plavec [2, 32] U Cep sisteminin IUE gözlemleri sonucunda,

- Salma ve soğurma çizgilerinin optikçe kalın bir katmandan geldiğini,
- Bu katmanın yıldızın ekvator bölgesi boyunca uzandığını,
- Yörünge düzlemine dik olan bu katmanın kalınlığının B tayf türü yıldızın yarıçapından küçük olmadığını ve bu katmanın uzunluğunun belirsiz olduğunu,
- U Cep sisteminde yıldız saran maddenin Güneş benzeri bir bolluğa sahip olmadığını ve daha çok CNO çevrimi sonucu üretildiğini

bulmuştur.

Algol türü sistemleri üç alt guruba ayırarak bunları incelemek uygun olur. Bu guruplar;

**1. Dinamik Algol Sistemleri:** En fazla etkinlik gösteren sistemlerdir. Bu sistemlerde degen bileşen çok yüksek oranda kütle kaybetmektedir ve sistemin tamamı veya en azından kütle biriktiren yıldız bir gaz zarf ile çevrilidir. Bunların ışık eğrileri ve dikine hız eğrilerinde önemli ölçüde bozulmalar ve değişimler gözlenmektedir. Bazen bu sistemlerin fotometrik ve tayfsal elemanlarında belirsizlikler olabilmektedir. Bu durumda bu sistemlerdeki yıldızlardan birinin kritik Roche şişimine değip değmediğini belirlemek güçleşmektedir. Hatta ayırık bileşenin kritik Roche şişimi gaz ile dolmuş olabilir ve bunun sonucu olarak sistem bize degen çift olarak görülebilir. Birkaç Algol sisteminde kütle biriktiren yıldız çok hızlı dönmektedir. Bunun sonucu olarak küresel yapıdan çok disk biçimli bir yapıya sahip olabilmekte ve hızlı dönme Roche şişimini doldurmuş olabilmektedir. Bu sistemlerin yarı – ayırık olduklarına dair belirtiler azdır ancak genellikle böyle kabul edilmektedirler. Bu alt gurubun en iyi örnekleri SX Cas ve V367 Cyg sistemleridir.

**2. Aktif Algol Sistemleri:** Bu gurubun fotometrik ve tayfsal gözlemlerinde kütle aktarımının etkileri açık bir şekilde görülmektedir. Bu akımı oluşturan madde

miktarı her iki bileşenin görülmesini engelleyecek ve bu yıldızların olduklarından farklı görünmesine neden olacak kadar fazla değildir. Bu gurubun en iyi örnekleri U Cep, TT Hya ve SW Cyg sistemleridir.

- 3. Düşük aktiviteli Algol Sistemleri:** Bu sistemlerde kütle akımı seyrek ve kesiklidir. Bu sistemlerin görsel bölge tayfları genellikle aktif olarak gözükmezken morötesi tayflarında aktivite göstergeleri bulunur. Bu gurubun en iyi örnekleri U Sge,  $\delta$  Lib ve S Cnc sistemleridir [21]

Algol türü sistemlerde alt gurupları ve aktivite düzeylerini birbirinden ayıran kesin sınırlar yoktur. Aktif ve düşük aktiviteli Algol sistemlerinin aktivite düzeyleri hızla değişebilmektedir. U Cep sisteminde bir patlama olduğunda sistem dinamik Algol kimliğine bürünebilmektedir. TX UMa sisteminin uzak moröte tayfı sistemin aktif Algol gurubunda olduğunu gösterirken, görsel bölge tayfı genellikle sakindir [21].



## 2. ALGOL SİSTEMLERİ İLE İLGİLİ YAYINLARIN ÖZETLERİ

Bu bölümde genel olarak Algol sistemleri için yapılan gözlemsel ve kinematik çalışmalar incelenecektir. Algol sistemleri için yapılan gözlemler yerden ve uzaydan yapılan gözlemler olarak ikiye ayrılmıştır. Yer tabanlı gözlemleri de görsel bölge gözlemleri, kızılötesi bölge gözlemleri ve radyo bölgesi gözlemleri olmak üzere üç kısma ayrılmıştır.

### 2. 1. Dünyadan Yapılan Gözlemler

#### 2. 1. 1. Görsel bölge gözlemleri

Dinamik Algol sistemlerinin yörünge dönemleri ay veya hafta mertebesinde ve bu sistemlerin dikine hız ve ışık eğrileri ayrıntılı çalışmalar yapılabilecek kadar çoğalmıştır. Morötesi bölgede yapılan çalışmalar ile görsel bölge çalışmaları desteklenmiştir.

Young ve Snyder [33] dört – renk sistemini (u, v, b, y) kullanarak yaptıkları çalışma ile RX Cas, SX Cas, V367 Cyg, RW Per ve W Ser sistemlerinde disk benzeri yapıların varlığının, hızla değişim gösteren yığılma aktivitesinin ve en az dört ısısal bölgenin varlığı üzerinde durmuşlardır. Aydın, Hack ve Yılmaz, V367 Cyg sistemi üzerinde yaptıkları çalışmada sistemin etrafında optikçe kalın bir kabuğun varlığını ve bu kabuğun tayfa hakim olduğunu belirlediler. SX Cas sisteminde ikinci tutulma birinci tutulmaya oranla daha geniştir. Bu durum, geç A tayf türü ana bileşen etrafındaki optikçe kalın bir yığılma diskinden kaynaklanmaktadır.

Anderson vd. [34] SX Cas sisteminin taysal çalışmasında elde ettiği bileşik tayfın;

- 13000 K sıcaklığında B7 tayf türünde bir bileşenin tayfının varlığını,
- İkinci yıldızın G6 tayf türü değil de K3 III tayfına sahip olduğunu,
- 8500 K sıcaklığında geç A tipi bir kabuk tayfı ve 2100 Å civarında sürekli hidrojen salmasının neden olduğu ani artışların varlığını,

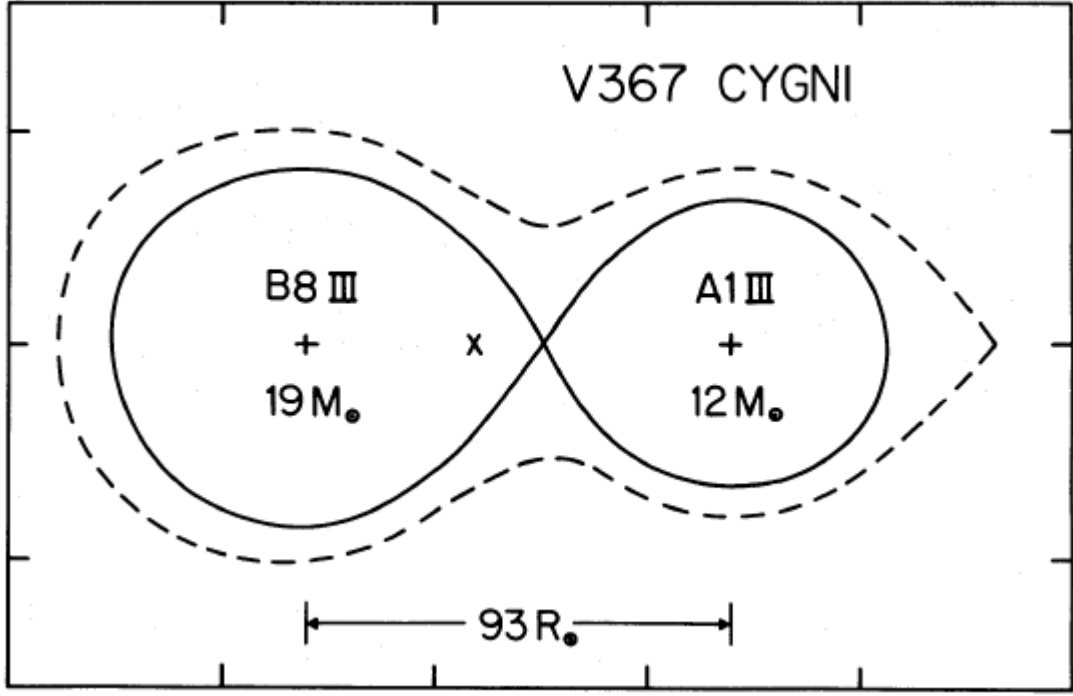
- Uzak morötesinde muhtemelen yığılma olayları ile ilgili yüksek mertebeden uyarılmış salma çizgilerinin gözleendiği çizgi tayfı, şeklinde dört bileşenden oluştuğunu belirlemiştir.

RX Cas sisteminde ana bileşenin geometrik ve optik olarak kalın bir diskle tamamen örtülü olduğu, ekvatoryal sıcaklığın 5500 K civarında,  $10^{-7}$  mertebesinde bir dönem değışikliğı ve sistemdeki soğuk yıldızdan  $10^{-6} - 10^{-5} M_{\odot}/\text{yıl}$  mertebesinde bir kütle kaybı olduğu gözlenmiştir [35].

SX Cas ve RX Cas sistemleri yörünge dönemi, kütle ve yarıçap açısından oldukça benzer sistemlerdir. Her iki sistemde de disk ile optik olarak maskelenmiş 5–6  $M_{\odot}$  kütlelerinde B tayf türü birer yıldız bulunmaktadır ve bu bileşen yıldızlar henüz anakol yıldızlarıdır. Yoldaş bileşenler ise 1 – 2  $M_{\odot}$  kütlelerinde ve 20 – 25  $R_{\odot}$  yarıçapında dev yıldızlardır. SX Cas sisteminin yörünge dönemi azalırken RX Cas sisteminin yörünge döneminde artış gözlenmektedir [21].

RX Cas, SX Cas sisteminin yanında W Cru, V367 Cyg ve W Ser sistemleri dinamik Algoller sınıfına girerken V367 Cyg ve W Ser sistemlerinin yörünge dönemlerinin aynı olmasına karşın W Ser sistemi daha aktiftir ve aktivitenin değışimi açısından bakıldığında en durağan dinamik Algol sistemidir. V367 Cyg sistemi B8 III + A1 III tayf türü bileşenlerden oluşmaktadır. Bu sistemin bileşen yıldızlarının kütlelerindeki belirsizlik fazladır ve bu yıldızlar daha büyük kütleli olabilirler. V367 Cyg sisteminin Algol sistemi olmama gibi bir durumu da söz konusudur [21, 36]. Li ve Leung [36] Fresa'nın (mavi, 1957–1960), Heiser'in (UBV, 1960–1961) ve Kalv–Pustyl'nik'in (BV, 1967–1973) yaptıkları gözlemleri kullanarak sistemin mutlak boyutlarını belirlemeye çalışmışlardır. Buldukları parametreler  $M_1 = 19 \pm 4 M_{\odot}$ ,  $R_1 = 39 \pm 3 R_{\odot}$ ,  $\log T_1 = 4.064$ ,  $\log L_1 = 4.39$ ;  $M_2 = 12 \pm 3 M_{\odot}$ ,  $R_2 = 31 \pm 3 R_{\odot}$ ,  $\log T_2 = 3.968$ ,  $\log L_2 = 3.80$  şeklindedir. Heiser'in gözlemlerini kullanarak elde ettikleri geometri Şekil 2. 1'de verilmiştir. W Ser sisteminin gerçek tayf türü B7 V olan ancak çevresini saran gaz yüzünden F6 II gibi görülen bir ana bileşen ile F5 tayf türünden daha geç bir yoldaş bileşenden oluştuğı gözlenmiştir [21].

Guinan, W Ser sistemi için 14 s/yıl kadar bir dönem artışı bulurken ikincil tutulma gözlememiştir. RX Cas, SZ Cas, V367 Cyg ve W Ser sistemlerinin yörünge



Şekil 2. 1. V367 Cyg sisteminin geometrisi. + ve x işaretleri yıldızların merkezlerini ve sistemin kütle merkezini göstermektedir [36].

dönemleri 12 – 37 gün arasında iken W Cru 198 günlük bir döneme sahiptir. W Cru sisteminde gözlenen bileşen G tayf türü süper dev bir yıldız iken sistemdeki yoldaş yıldız tayfta gözlenmemektedir [21].

Detaylı polarizasyon gözlemleri sonucunda, SX Cas sisteminde sıcak bileşenin yaklaşık  $7 R_{\odot}$  yarıçaplı optikçe kalın bir disk ile çevrili olduğu ve optikçe ince materyalin ise  $24 R_{\odot}$  kadar uzandığı bulunmuştur. Diskin kalınlığı en az  $2 R_{\odot}$  ve kütlesi de  $2 \times 10^{-10} M_{\odot}$  kadardır. Bu yıldızın yığılma diskinde fllerler oluşmaktadır ve soğuk yıldızdan gelen gaz akımında düzensizlikler gözlenmektedir. V367 Cyg sisteminde sıcak yıldızı saran diskin yarıçapı  $25 R_{\odot}$  büyüklüğündedir. V367 Cyg ve W Ser sistemleri cm dalgaboyunda görülebilmıştır [21].

RW Per sistemi dinamik Algol gurubuna dahil olmamakla birlikte çok özel bir sistemdir. Wilson ve Plavec [37] bu sistemde diskin varlığına dair her hangi bir belirti bulamadılar. Bu sistemde ana bileşen aşırı yüksek dönme hızı nedeniyle iyice basıklaşmış olabilir. Baş yıldız; B9.6e IV – V tayf türünden, kütlesi  $2.6 M_{\odot}$  ve yarıçapı  $2.8 R_{\odot}$  olan bir anakol yıldızdır. İkinci bileşen ise  $0.4 M_{\odot}$  kütlesinde ve  $7.3 R_{\odot}$

yarıçapında, K2 III – IV tayf türü bir yıldızdır. Sistemde üçüncü bir yıldızın varlığına ait deliller de vardır. RW Per sisteminin dönme hızını 325 km/s olarak bulunmuştur. Bu hız, sistemin senkronize dönmesinin 30 katıdır. Kesin olmamakla birlikte optikçe ince bir yığılma diskini işaret eden deliller vardır [21].

Aktif Algol sistemlerine en iyi örneklerden biri üzerinde çok sayıda çalışma yapılan U Cep sistemidir. Olson [39, 38], Devlen [2] 1974 – 1977 yılları arasında değişik aktivite seviyesinde olan aktivite patlamalarını ve sonrasını içeren verileri incelemiştir. Ana bileşenin soğuk bileşenden akan madde ile oluşan optikçe kalın bir disk ile çevrilmiş olduğunu belirlediler.

U Cep sisteminde ana bileşen yıldızın sıcaklığı 13500 K iken, diskin sıcaklığı 12000 K'dir.  $L_1$  noktasından soğuk bileşeni terk eden gaz akımı –sıcaklığı 10000 K – diske çarpmakta ve bu çarpma sonucu da 20000 K sıcaklığında sıcak bir leke oluşturmaktadır. Yüksek oranlarda kütle aktarımı sırasında, U bandında birkaç günlük zaman ölçeğinde  $0^m.7$  gibi sürekli bir ışınım kaybı gözlenmiştir. Bu değer diğer dalga boylarında daha küçüktür [38, 39].

Devlen [2] her iki yıldızdan elde edilen  $H_\alpha$  salmasının sıcak bileşen için diskten, – tam tutulma anında sadece soğuk yıldız gözlendiği için – soğuk yıldızda ise manyetik aktiviteden kaynaklandığını belirtmiştir. Bu durum da soğuk bileşenin G8 III tayf türünden olduğunu ve Güneş benzeri etkinlikler gösteren RS CVn türü yıldızlara benzediğinin en iyi kanıtıdır. U Cep sistemi bileşenler arası madde alışverişi yapan ve manyetik etkinlik gösteren bir sistemdir. Aktif patlamalar sırasında kütle kaybı  $4 \times 10^{-6} M_\odot/\text{yıl}$  mertebesindedir [40].

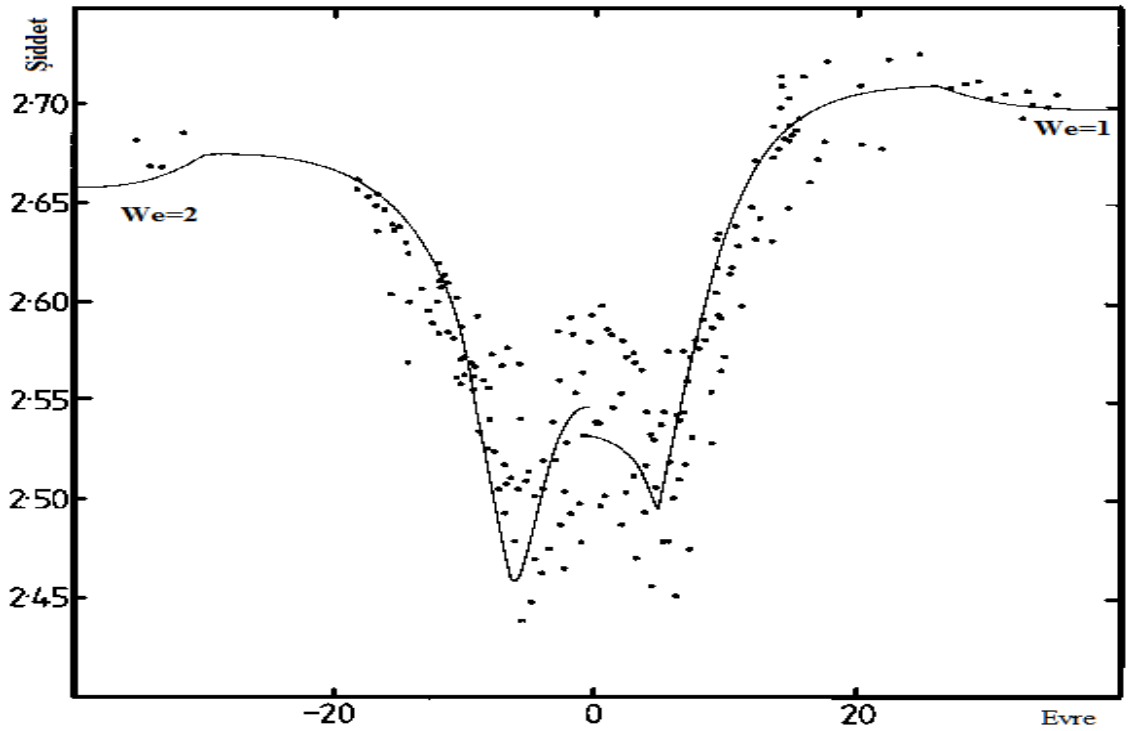
U Cep sisteminin ışık ve dönem değişimi bilinmektedir. I. minimumda tam tutulma gösteren U Cep sisteminin özellikle ışık eğrilerinde I. minimum civarındaki değişimler incelenmiş ve nedenleri sistemdeki düzensiz gaz akımlarına ve geçici disk oluşumlarına bağlanmıştır [40].

Klasik algollerdeki dönem artışının nedeni düşük kütleli ikinci bileşenden büyük kütleli birinci bileşene kütle aktarımıdır. Sisteme bağlı ilave bileşen yıldızlar Selam [40] tarafından tartışılmış ve ilave üç cismin varlığı, dönemleri, kütle fonksiyonları ve kütleleri belirlenmiştir. Sistemde olması muhtemel 4. ve 5. yıldızlar sistemden  $4^m$  ve  $5^m$  daha sönüktürler. Bu nedenle, bu yıldızların tayf çizgileri sistemin tayfında

gözlenmemektedir. 3. cisim sistemden  $0^m.5$  daha sönüktür. Bu yıldız  $1 M_{\odot} + 1 M_{\odot}$  kütlelerinde bir çift yıldız ise, U Cep çiftinden  $4^m$  daha sönük olduğu için U Cep sisteminin tayfında bu yıldızın da bileşenleri görülemeyecektir.

U Cep sisteminde ana bileşen üzerinde madde yığılması nedeniyle boylamsal, asimetric, 12000 K sıcaklığında ve  $3 \times 10^{-12} M_{\odot}$  kütlelerinde ekvatorial bir şişkinliğin varlığını belirtmektedir. Ani fıskırmayla gerçekleşen kütle akımı sırasında soğuk bileşenin dış yarı küresinde belli bir miktar parlama olurken sıcak bileşenin izdüşüm yarıküresinin %70 - %80'lik bir bölümü sıcaklığı 10000 K olan geçici bir fotosfer ile kaplanmakta ve bu olay tutulma dışı parlaklıkta önemli bir düşüşe neden olmaktadır. Sistemin soğuk bileşeninde zaman ölçeği yıl olan değişimler de gözlenmektedir. 11 yıl içinde üç ani dönem değişimi gözlenmiştir [41].

Kahn ve Budding [42] U Cep sisteminde yaptıkları çalışmada  $H_{\beta}$  çizgisinin ana tutulma boyunca "W" biçimli profilinin gösterdiği değişimi ve asimetriyi tartışmışlardır. Bu çalışmalarda Balmer ışınımı yapan gazın ana bileşen etrafındaki halka veya disk benzeri yapı ile yoğunlaştığına karar vermişlerdir. Aynı "W" biçimli yapı U Sge sisteminde de gözlenmiştir [43]. Bu "W" biçimli yapı Şekil 2. 2'de görülmektedir.



Şekil 2. 2. U Cep sisteminde MinI'de  $H_{\beta}$  çizgisinde gözlenen "W" biçimli yapı ve asimetri [42].

Olson ve Stoehr [44], RS Cep sisteminde bir takım anormallikler belirlediler. Bu anormalliklerin en alışılmadık olanı tutulmadan tutulmaya ve ana minimumun parçalı evrelerinde gözlenen renk değişimidir. Bu renk değişimine bir açıklama getirememişlerdir. Olson [45], RS Cep sisteminin parlamalarının varlığını tüm görsel bölge dalga boylarında belirlemiş ve bunun nedenini kesikli madde aktarımına bağlamıştır. RS Cep sisteminin sıcak bileşeni etrafındaki disk asimetric bir yapı gösterir ve maddenin büyük bir kısmı başyıldızın üzerinde yoğunlaşmıştır. Disk sıcaklığının yaklaşık 6000 K olduğu tahmin edilmektedir.

Kısa dönemli Algol sistemleri arasında U Cep ve RW Tau bilinen en aktif Algol sistemleridir. RW Tau sisteminin ana bileşenini saran disk benzeri yapının çok değişken olduğunu belirlediler. Diskin çapsal en büyük uzantısı yıldız yarıçapının yaklaşık 1.5 katını bulmaktadır. Diskin en dış kenarı en hızlı dönmeye sahiptir. RW Tau sisteminin baş bileşeninin ekvatoru civarında asimetric yapı bir şişkinlik gözlenmiştir. Bu yapı madde akımının çarpma noktasının bulunduğu yarı küre üzerinde yoğunlaşmıştır [21, 41].

Düşük aktiviteli Algol sistemlerine en iyi örneklerden biri U Sge sistemidir. U Sge sisteminin tayflarında da U Cep sistemindekine benzer ancak daha zayıf yapı bir “W” biçimi değişim gözlenmiştir. Bu durum U Sge ile U Cep sistemlerinin fazla aktif değilken disk boyutlarının aynı boyutlu olmasına karşın U Sge sisteminin daha büyük boyutlu olması, bu nedenle disk yoğunluğunun daha düşük olması ile açıklanmıştır [21].

U Sge sisteminde, soğuk bileşenin parlaklık değişimleri ve çok sayıda farklı işarete sahip ani dönem değişimleri gözlenmiştir. 0.80 evresi yakınlarında tüm dalga boylarında önemli ölçüde parlaklık azalması varken 0.95 evresi civarında bu durum kaybolmaktadır. Soğuk yıldızdan gelen gaz akımı sıcak yıldızın fotosferine 500 km/s hızla çarpmaktadır. Soğuk bileşenin gün mertebesinde başlayıp yıl mertebesine kadar uzanan parlaklık değişimleri 0.01 – 0.10 kadir aralığında değişmektedir. [21]. Sistemin kütle aktarım hızı  $(3 - 4) \times 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$ , gaz akımının sıcaklığı 8000 K olarak belirlenmiştir. Bu kütle aktarım hızı U Cep sisteminden daha düşüktür [46].

TZ Eri sistemindeki geçici disk oluşumları Kaitchuck ve Park [47] tarafından belirlenmiştir. Bu sistemde salma çizgilerinin tutulmadan tutulmaya çok büyük oranda değişimler gösterdiği belirlenmiştir.

Wu [48] RW Tau ve diğer çift sistemlerde yaptığı incelemede sistemlerin tayflarında görülen salma çizgilerinin özelliklerini şu şekilde belirlemiştir:

- Tayfta gözlenen her salma çizgisinde biri mavi diğeri kırmızı tarafta olan yıldız soğurma çizgisi vardır.
- Birinci tutulmadan hemen önce kırmızı taraftaki bileşen, tutulmadan hemen sonra ise mavi taraftaki bileşen daha şiddetli olmaktadır.
- Tutulmanın ortasında U Cep benzeri kısa dönemli sistemlerde salma bileşenleri gözlenmez.
- SX Cas gibi uzun dönemli sistemlerde her iki bileşen gözlenmektedir.
- Salma çizgilerinin toplam ışınımları uzun dönemlilerde daha büyüktür. Kısa dönemli sistemlerde salma çizgileri genellikle tam tutulma anlarında ortaya çıkar.
- Struve, dönem aralığı 2.77 ile 36.6 gün olan sistemler için salma çizgilerinden elde edilen dikine hızlar ile dönemleri arasında  $V^3 \propto P^{-1}$  şeklinde bir bağıntının olduğunu belirlemiştir [48].

Kjurkchieva vd. [49] yaptıkları çalışmada SV Cam sisteminde tayfsal incelemeleri sonucunda  $H_{\alpha}$  ve FeI (6678 Å) çizgilerinin soğurma profillerinin tutulma dışında ikili olduklarını belirlemişlerdir. Birinci yıldızda  $H_{\alpha}$  ve FeI çizgilerinin evreye bağlı davranış tarzı 0.27 ve 0.86 evrelerinde iki soğuk lekenin varlığını göstermektedir. SV Cam sisteminde aktivitenin üç kaynağı vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- Birinci bileşen üzerinde oluşan bölgesel aktivite bölgeleri ki bu yapılar fotosferik lekelerdir.
- İkinci yıldızdan kaynaklanan kromosferik salma.
- Yıldız etrafındaki gazdan kaynaklanan ilave salmalar.

$H_{\alpha}$  soğurma çizgisinin birinci ve ikinci tutulma süresince şiddeti incelendiğinde SV Cam sistemindeki ikinci yıldızın kromosferik aktivitesi hakkında deliller bulmuştur. Ancak SV Cam sistemi RS CVn tipi sistemlerin gösterdiği aktiviteyi göstermemektedir. SV Cam yıldızında  $H_{\alpha}$  salması çok net değildir ve X – ışın gözlemlerinde de çelişkiler vardır [49].

Kjurkchieva vd. [50] WY Cnc sisteminde yaptıkları tayfsal inceleme ve ışık eğrisinin çözümü sonunda;

- İkinci tutulmanın simetrik olmadığını,
- Birinci tutulma öncesinde çok zayıf bir parlaklık artışının olduğunu,
- İkinci tutulma öncesi ve sonrasında ışık eğrisinde küçük çökmelerin olduğunu,
- WY Cnc sisteminin çok renk ışık eğrisindeki bozulmaların nedeninin baş yıldızdaki iki soğuk lekeden kaynaklandığını,
- İkinci yıldızdan kaynaklanan  $H_{\alpha}$  çizgi salmasının varlığını,

belirlediler.

Soyduğan vd. [51] S Equ ve KO Aql sistemlerinde sıcak bileşenlerin dönme hızlarının her iki sistemde de eş zamanlı dönme hızlarından %30 daha hızlı olduğunu belirlediler. Bu durum soğuk bileşenden sıcak bileşene doğru madde akışının  $L_1$  noktasında birikmesine uygundur. Sıcak bileşen üzerinde çarpma bölgesinde biriken madde çok yoğundur. S Equ sisteminde tutulma dışında tayfta çift pikli salmalar gözleendiğini, gözlenen bu piklerin kütle merkezi ile soğuk bileşen arasındaki akan madde tarafından oluşturulan bölgeden kaynaklandığını ve soğuk bileşenin manyetik aktivitesinin S Equ ve KO Aql tayflarında  $H_{\alpha}$  'da salma özelliklerinin ortaya çıkmasına, S Equ sisteminde  $H_{\alpha}$  profillerinde gözlenen fazladan soğurma ve salmanın yörünge evresi ile değişim gösterdiğini belirlediler. S Equ ve KO Aql sistemlerinin Roche geometrisi Şekil 2. 3'de ve S Equ sisteminin geometrisi üzerinde gösterilen A, B, C bölgelerinin yıldızın tayfındaki  $H_{\alpha}$  salmasının görünüşleri Şekil 2. 4'de gösterilmiştir.

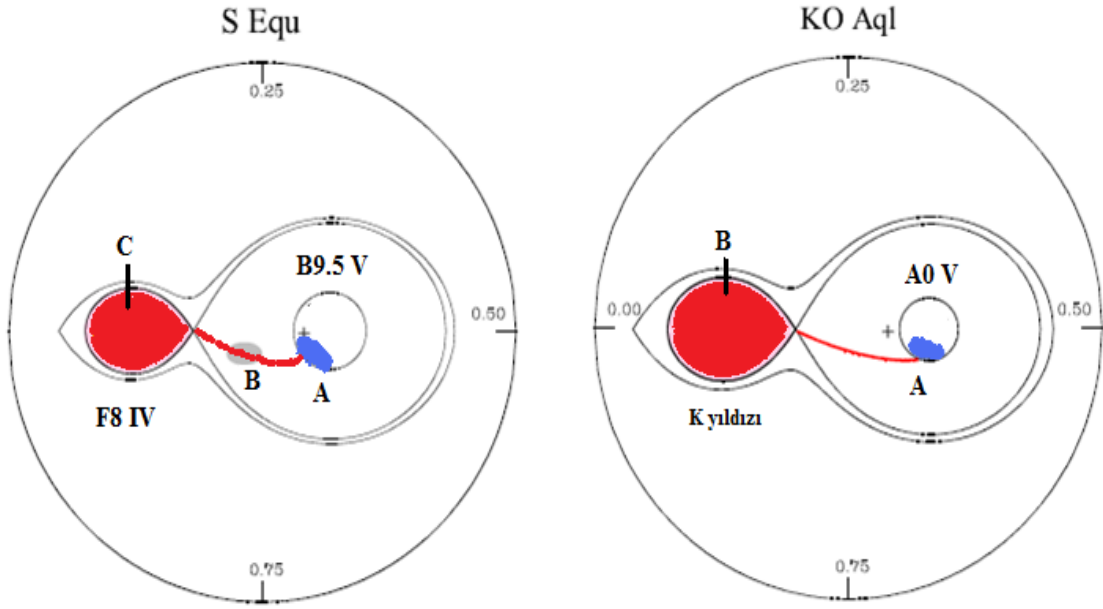
Chochol vd. [52] CI Cyg sisteminde yaptıkları tayfsal ve fotometrik çalışmada CI Cyg sisteminin tayfının çok karışık olduğunu gördüler. CI Cyg sisteminin tayfında;

- yüksek seviyeden uyarılmış salma tayfı,
- düşük seviyeden uyarılmış salma tayfı (FeII, [FeII]),
- soğuk TiO bantlarının soğurma tayfı,
- atmosferik tutulma ve patlamalar süresince gözlenen soğurma çizgi tayfı

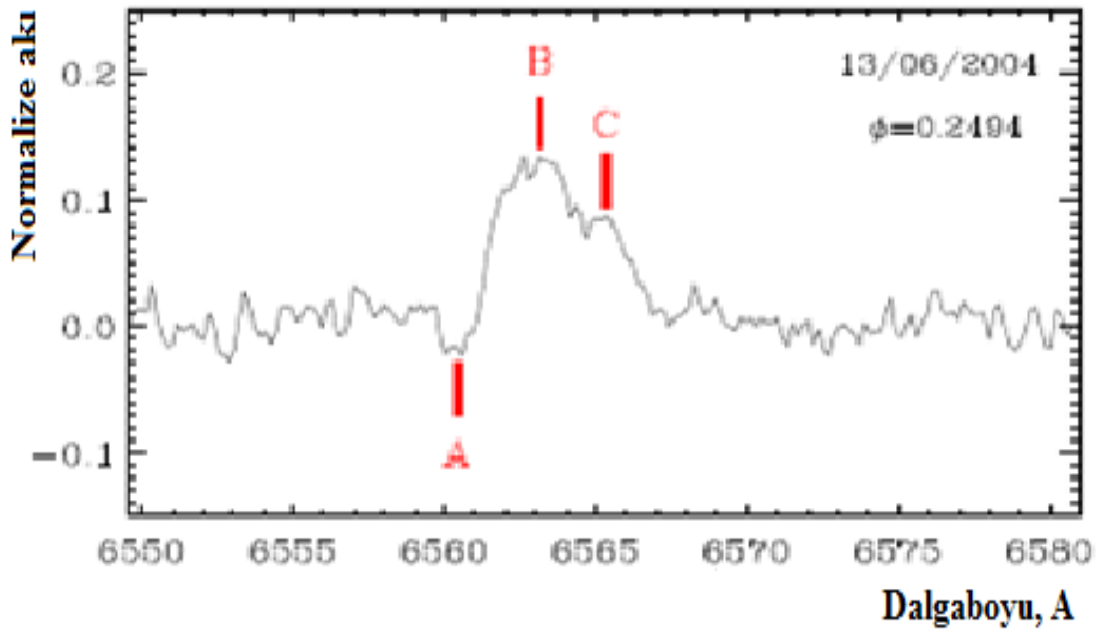
gözleendiğini ve sistemdeki patlama ve çalkantıların arasındaki farkları belirlediler. Sistemde oluşan patlamalar kütle biriktiren yıldızın fotosferindeki genişleme ile ilgilidir. Fışkırmalar ise diskin içine doğru olan iç akışlardan dolayı yığılma diskinin



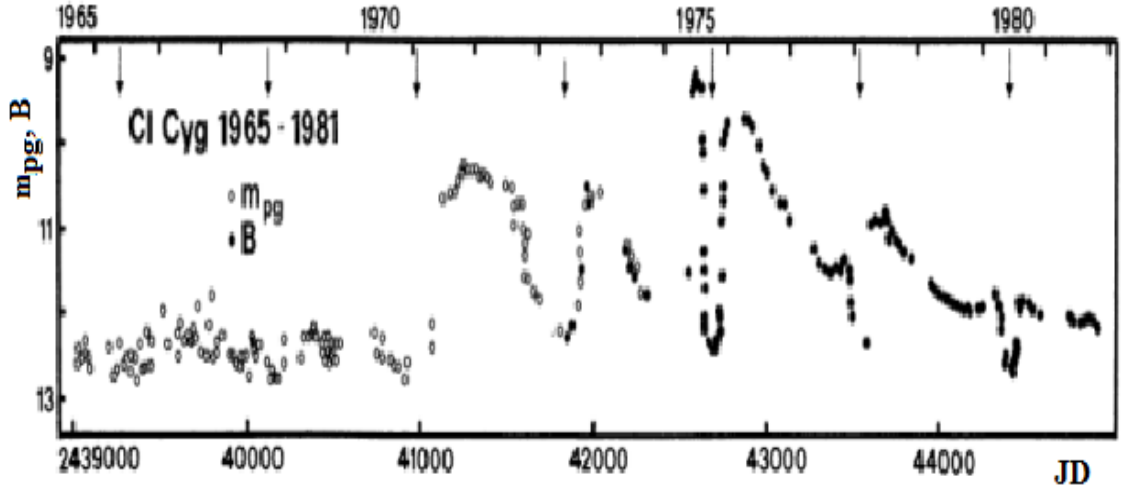
çalkantı bölgesinden sıcak bileşenin dışa doğru akışıdır. Sistemde gözlenen fotometrik değişimlerin nedeni de bu çalkantılı bölgedir. Şekil 2. 5’de CI Cyg sisteminin 1965 – 1981 yılları arasındaki  $m_{pg}$  ve B gözlemleri ve Şekil 2. 6’da sistemdeki gaz akımlarının modeli görülmektedir [52].



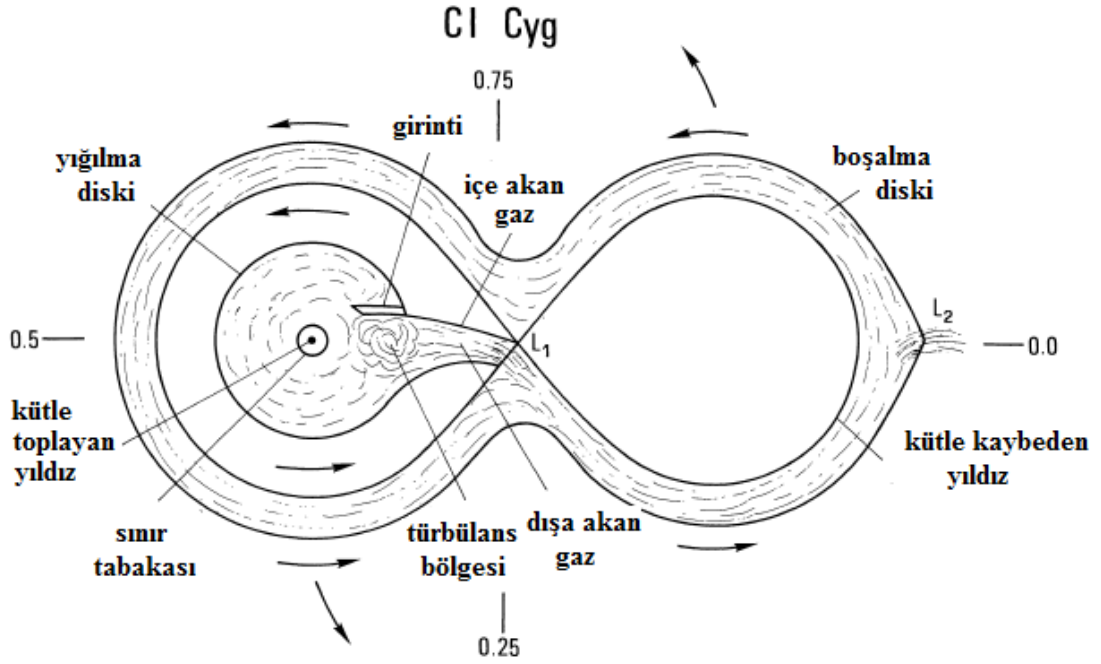
Şekil 2. 3. S Equ ve KO Aql sistemlerinin geometrisi ve  $H_{\alpha}$  salmasını etkileyen bölgeler [51].



Şekil 2. 4. S Equ ve KO Aql sistemlerinde Şekil 2. 3’de verilen A, B ve C bölgelerinin varlığını gösteren  $H_{\alpha}$  salmasının profilinin tayftaki görünümü [51].



Şekil 2. 5. CI Cyg sisteminin 1965 – 1981 yılları arasındaki  $m_{pg}$  ve B gözlemleri [52].



Şekil 2. 6. CI Cyg sistemindeki gaz akımlarının modeli [52].

Kjurkchieva vd. [53] CG Cyg sisteminde yaptıkları çalışmada sistemin dikine hız ve ışık eğrilerinin çözümlerini yaptılar. Işık eğrilerinde gözledikleri bozulma için baş yıldız üzerine iki soğuk leke yerleştirerek yeni bir model ışık eğrisi elde ettiler. İki bileşenin tayf çizgileri arasındaki kuvvetli soğurma özelliklerini sistemin kütle merkezi etrafındaki düzensiz bir yapı ile açıkladılar. Sistemin Ağustos – 2003’de elde edilen tayflarında ikinci bileşenden gözlenen  $H_{\alpha}$  salma çizgisinin bu yıldızda oluşan fler

aktivitesi sonucu meydana geldiğini belirtirler. Işık eğrisinde gözledikleri bazı başka özellikler;

- ikinci tutulmada gözlenen simetrik olmayan yapı ve biçim bozulması,
- birinci tutulma öncesinde ve sonrasında gözlenen parlaklık artışı,
- 0.17 ve 0.78 evrelerinde gözlenen ışık çökmesi

şeklinde dir. Kjurkchieva vd. bu sistemde gözlenen aktiviteyi de ikiye ayırdılar. Bunlar;

- yıldızın bileşenleri dışında olan ikili yapıların varlığı,
- sistemin bileşenlerinden kaynaklanan kromosferik ve fotosferik aktivitesi

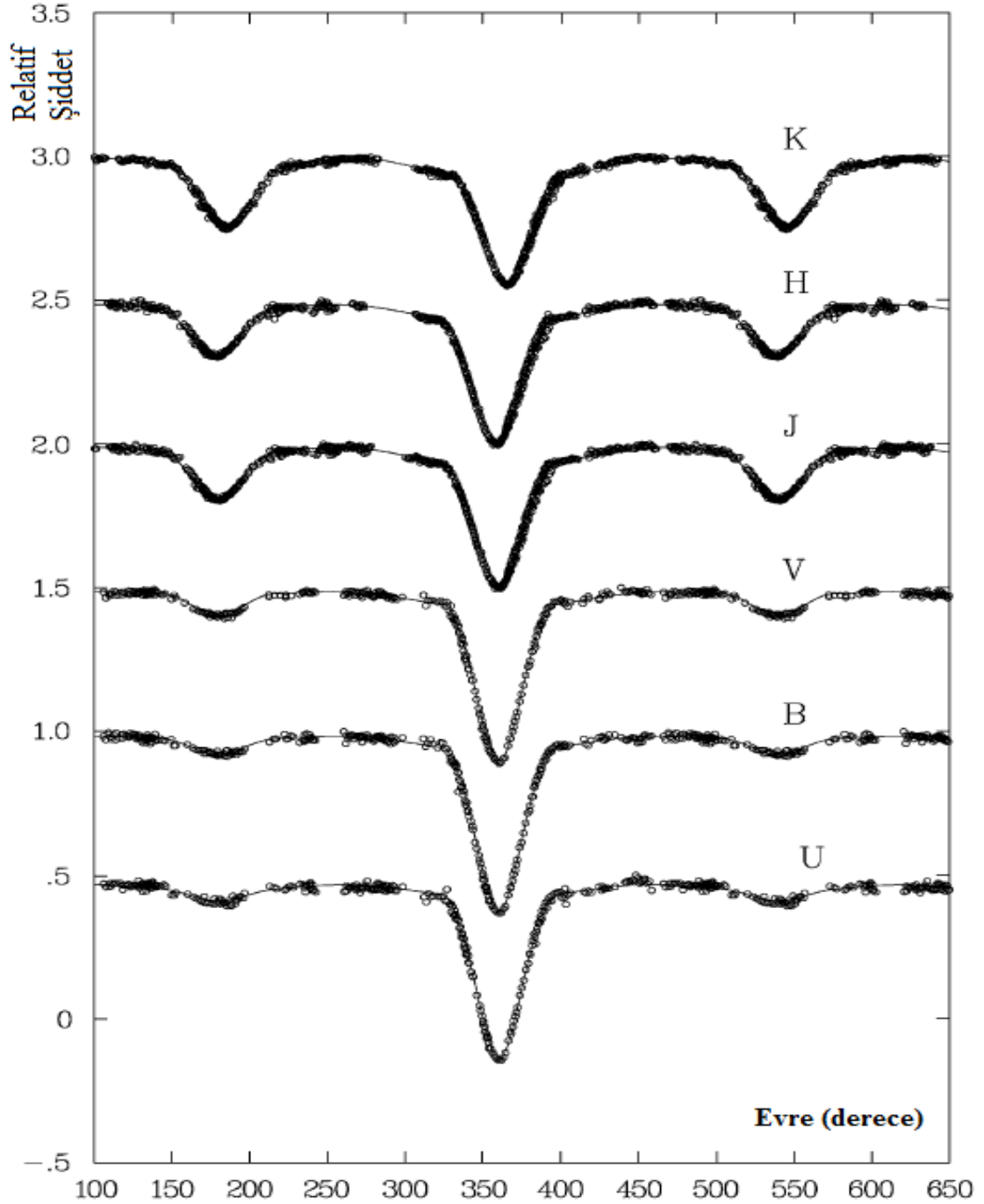
şeklinde dir. Sistemde gözlenen aktivite kısa dönemli XY UMa, RT And, SV Cam ve ER Vul sistemlerinde de gözlenmiştir. XY UMa, SV Cam ve RT And sistemlerinde de gözlenen fotometrik çöküntü yarı – ayırık Algol sistemlerinin tipik bir özelliğidir ve bu olay bileşenler arasındaki gaz akımları sebebiyle oluşmaktadır.

## 2. 1. 2. Kızılötesi gözlemleri

Kızılötesi bölgedeki çalışmalar Algol'lerin soğuk bileşenlerinin (özellikle tam tutulma gösterenlerin) incelenmesi için çok uygundur. Kızılötesi gözlemleri yardımı ile  $\delta$  Lib, U Sge, U Cep, R CMA ve S Cnc sistemlerinin tayfları alınmış ve bu tayflar yardımı ile bu sistemlerin bileşenlerinin kütleleri elde edilmiştir. Bu gözlemler sonucu R CMA ve S Cnc sistemlerindeki soğuk bileşenlerin kütlelerinin  $0.17 M_{\odot}$  olduğu ve bu kütleleri ile en düşük kütleli Algol bileşenleri oldukları belirlenmiştir [54 – 57].  $\delta$  Lib sisteminin ana bileşeni  $4.9 M_{\odot}$  kütleinde bir anakol yıldızdır, ikinci bileşen düşük kütlelidir ancak Roche şişimini doldurduğu belirlenmiştir. U Cep sisteminde de ikinci bileşen Roche şişimini doldurmuştur. U Cep sistemindeki kütle aktarım miktarı U Sge sistemindekinden daha büyüktür [54 – 57].

$\beta$  Per sisteminin kızılötesi ışık eğrilerinde her iki tutulma evresinde ve tutulma derinliklerinde zamana bağlı değişimler, ikinci minimumda simetrik olmayan yapı ve yoldaş bileşenin ortalama sıcaklığında çevrime bağlı değişimler olduğu belirlenmiştir. Bu değişimlere bir bütün olarak bakıldığında, yıldız lekelerinin önemli rol oynadığı RS

CVn sistemlerinin görsel bölge ışık eğrileri ile büyük benzerlik görülmektedir. Kızılötesi çalışmaları henüz emekleme döneminde olsa da uzun dönemli ve tozun önemli rol oynadığı sistemlerin incelenmesinde çok önemli faydalar sağlanacaktır [21, 29]. Şekil 2. 7'de  $\delta$  Lib sisteminin 6 farklı (UBVJHK) filtre ile elde edilmiş ışık eğrileri görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi uzun dalga boyuna gidildikçe ikinci minimum daha belirgin hale gelmektedir.



Şekil 2. 7.  $\delta$  Lib sisteminin 6 farklı (UBVJHK) filtre ile elde edilmiş ışık eğrileri [22].

### 2. 1. 3. Radyo bölgesi gözlemleri

Slee vd. [58] yaptıkları çalışmada 5.0/8.4 GHz frekans aralığında 1981 – 1987 yılları arasında 153 sistemi gözlemiştir. Yaptıkları gözlemler sonucunda  $\delta$  Lib sisteminin çok aktif bir sistem olduğunu belirlemişlerdir. Algol sistemlerinde gözlenen ortalama güç  $2.5 \times 10^{10}$  W/Hz, ortalama parlaklık sıcaklığı ise  $1.1 \times 10^{10}$  K'dir. Görülen bu yüksek parlaklık sıcaklığı tutarlı mekanizmaların varlığını göstermektedir ve gyro – synchrotron salması etkin olan mekanizmadır.

Lestrade vd. [59]  $\beta$  Per sistemini 2.3/8.4 GHz frekanslarında gözleyerek radyo kaynağının parlaklık sıcaklığının  $3 \times 10^8 - 5 \times 10^9$  K arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bu gözlemlerde iki adet patlama gözleyen Lestrade vd. bunlardan birinin geniş band patlaması olduğunu, diğerinin 1.66 GHz'de 15 dakika süren 300 G'luk manyetik alana sahip bir patlama olduğunu belirlemişlerdir.

Elias [60] yaptığı çalışmada SY And, RX Cas, SX Cas, V367 Cyg, RZ Sct ve W Ser sistemlerini incelemiştir. Elias RZ Sct ve W Ser sistemlerini 3.6 cm dalga boyunda, V367 Cyg sistemini ise hem 3.6 cm hem de 6 cm dalga boylarında gözlemiştir. Bu sistemlerden yayınlanan gyro – synchrotron ışınımı  $\beta$  Lyr sistemindeki gibidir ancak daha düşük seviyelidir. Bunun nedeni sistemler etrafındaki yapının farklı olmasıdır.

Mutel vd. [61] 2.3/8.3 GHz frekanslarında yaptıkları çalışma ile Algol sisteminde K tayf türü yıldızın yarıçapından 1.4 kat daha büyük ikili bir ışınım kaynağının varlığını belirlediler. 8.3 GHz'de gözledikleri toplam radyo ışınımının çok az bir kısmının dairesel polarize olmasına karşın lob'lardaki ışınımın kuvvetli bir dairesel polarizasyon gösterdiğini belirlediler.

Umana vd. [62] 5.0, 8.4 ve 14.9 GHz frekanslarında RZ Cas, TW Dra, V505 Sgr, RT Lac ve HR 5110 sistemlerini gözlemiştir. Algol'lerdeki radyo ışınım gücünün RS CVn sistemleri ile karşılaştırılabilecek düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Gözledikleri sistemlerin fiziksel parametreleri Çizelge 2. 1'de verilmiştir [62].

Çizelge 2. 1. Radyo dalga boylarında gözlenen sistemlerin fiziksel parametreleri [62].

Sistem Adı	Bileşen	Manyetik alan (Gauss)	Çizgisel boyut (cm), ( $\times 10^{10}$ )	Parçacık Yoğun. ( $1/\text{cm}^3$ ), ( $\times 10^4$ )
Algol	Çekirdek	60	11	70
	Halo	20	74	1.4
V505 Sgr	Çekirdek	40	18	200
	Halo	10	70	50
HR 5110 18 Şubat	Çekirdek	80	12	270
	Halo	20	56	64
HR5110 6 Mart	Çekirdek	60	15	800
	Halo	20	60	100
RZ Cas 18 Şubat	Çekirdek	80	7.7	70
	Halo	10	64	20
RZ Cas 6 Mart	Çekirdek	80	7.7	70
	Halo	10	64	15
RT Lac	Çekirdek	60	19	100
	Halo			
TW Dra	Çekirdek	80	4.8	2000
	Halo	10	32	40
TW Dra	Çekirdek	80	8	150
	Halo	10	32	40

## 2. 2. Uzaydan Yapılan Gözlemler

Algol sistemlerinin 912 – 3000 Å dalga boyu aralığında yapılan fotometrik ve tayfsal gözlemlerinden çok miktarda bilgiler elde edilmiştir. Einstein ve Exosat, X – ışın gözlem uydularının başarılı bir şekilde yörüngeye oturtulması ile Algol sistemleri bu uydularla gözlenmiş ve çok sayıda Algol sisteminin X – ışınları yayınladığı

belirlenmiştir. Dejenere bir bileşen içeren yıldız sistemlerinde elektromanyetik tayfın X – ışın bölgesi önemlidir.

### 2. 2. 1. X – ışın çalışmaları

White ve Marshall [63] yaptıkları çalışmada RY Aqr, U Cep, QS Aql, AS Eri, TW Dra,  $\beta$  Per, U Sge, RS Vul, RY Gem ve S Cnc sistemlerini X – ışınlarında gözlediler. Bu 10 yıldızdan 6 tanesini  $(1 - 3) \times 10^{30}$  erg/s X – ışınım gücü ile görmüşlerdir. RY Gem sistemi 4 gözlemden birinde gözlenebilmiştir. Bu gözlem sırasında sistemde bir X – ışın fleri gözlenmiş ve parlaklığı yaklaşık 20 kat artmıştır.

Chung vd. [64] yaptıkları çalışmada çarpma sıcaklığının  $6 \times 10^6$  K’i geçemeyeceğini ve yığılmadan dolayı oluşan maksimum X – ışınım gücünün  $10^{30}$  erg/sn, kütle transfer mertebesinin  $10^{-11} M_{\odot}$ /yıl ve Algol sisteminin X – ışınım gücünün  $9 \times 10^{30}$  erg/s olduğunu belirlediler. Algol sisteminde X – ışın salmasının %85’i Algol B’den yayınlanırken %15’i Algol A’dan yayınlanmaktadır.

White vd. [27] Exosat uydusu ile Algol sistemini ikinci tutulma evresinde 35 saat sürekli olarak gözleyerek tayfta  $2.5 \times 10^7$  K sıcaklığında bir sakin dönem ışınımının varlığını belirlediler. Bu ışınım X – ışın sürekliliğinin en az %80’ini oluşturmaktadır. X – ışınlarında tutulma gözlenmemiştir. Bunun nedeni ise X – ışın yayan bölgenin boyutlarının en az soğuk bileşenin izdüşüm alanı kadar veya daha büyük olmasıdır. Zaman zaman oluşan ve yaklaşık 8 saat süren X – ışın flerlerinde ışınım gücünün maksimum değeri sakin dönemdekinin 3 katına kadar ulaşabilmektedir. Sıcaklığın maksimum değeri  $6 \times 10^7$  K civarındadır. X – ışın flerleri yıldızın fotosferinden  $(1.1 - 1.2) R_{\odot}$  yarıçap uzaklığındaki manyetik ilmeklerde oluşmaktadır [21].

Mc Cluskey ve Kondo R Ara,  $\zeta$  Aur, RZ Cas, 31 Cyg,  $\delta$  Lib, U Sge, RZ Sct ve RW Tau sistemlerini Einstein uydusu ile gözlemişlerdir. Gözledikleri 8 sistemden 5 tanesinin kesin bir X – ışın kaynağı olduğunu belirlediler. R Ara sistemi tek çizgili tayfsal bir sistemdir ve tek bir tutulma göstermektedir. İki uzun dönemli sistem olan  $\zeta$  Aur ve V695 Cyg (31 Cyg) sistemlerinin bileşenleri K tayf türü süper dev ve B tayf türü anakol yıldızıdır. RZ Cas,  $\delta$  Lib ve U Sge sistemleri morötesinde de Algol türü

sistemlerin özelliklerini göstermektedir. V695 Cyg sistemi X – ışınım gücü açısından  $\zeta$  Aur sisteminden 60 kat daha büyüktür [65].

### 2. 2. 2. Morötesi (UV) çalışmaları

Etkileşen çiftlerin morötesi bölgede çok sayıda gözlemleri vardır ve bu gözlemlerin büyük bir kısmı IUE (Uluslararası Moröte Kaşifi) uydusu ile yapılmıştır. Algol sistemlerinin yüksek ayırma güçlü gözlemlerinde temel olarak tüm sistemlerde C IV ve Si IV yüksek sıcaklık iyonlarının rezonans soğurma çizgilerine rastlanmıştır. Daha sıcak ve/veya daha aktif sistemlerde bazen veya belli evrelerde N V çizgisi de gözlenmiştir.

Peters ve Polidan [66] AU Mon, CX Dra ve U Cep sistemlerinde N V, C IV ve Si IV rezonans çizgilerini incelediğinde U Cep sisteminde C IV ve Si IV, TX UMa sistemindeki Si IV çizgilerinin bu sistemlerdeki varlığını tartışmışlardır. Bu yüksek mertebeden iyonizasyon çizgileri yıldızı ve sistemi saran yüksek sıcaklığa sahip bir plazmanın varlığını göstermektedir. AU Mon sisteminde N V çizgisinin evreye bağlı olarak yer değiştirdiğini belirlemişlerdir. AU Mon sisteminde C IV, Si IV, Al III ve S III'deki değişimler birbirine benzerken CX Dra sisteminde C IV çizgisi biraz daha şiddetlidir. TX UMa sisteminde N V ve C IV rezonans çizgileri görünmemesine karşın Si IV rezonans çizgileri evreye bağlı değişim göstermektedir ve Si IV çizgisi tutulmadan hemen sonra gözlenmektedir.

Hack vd. yaptıkları çalışmada  $\beta$  Lyr sisteminde C IV, Si IV ve N V salma çizgilerini belirlemiş ve daha sonra bu çizgiler dinamik ve aktif Algol sistemlerinde gözlenmiştir. Bu yüksek mertebeden salma çizgileri ısısal olmayan bir enerji kaynağını gerektirmektedir. Yapılan çalışmalar Algol sistemlerinde kütle aktarımının da korunumlu olmadığını göstermektedir [21].

Dobias ve Plavec [67] RW Per sisteminin IUE tayflarını kullanarak sistemin baş yıldızının B9.6e tayf türü bir yıldız olduğunu belirlediler. Bu sistemde birinci tutulma parçalı bir tutulmadır. Sistemin soğuk bileşeni K2 III – IV tayf türü bir yıldızdır. Bu durumda başyıldız B9.6e III tayf türü bir yıldız olarak sınıflanabilir. Bu çalışmada sistemin UV tayfı tutulma ortasına yakın alınmıştır. Sistemde W Ser sistemindeki gibi



beklenen salma çizgileri gözlenmemiştir. Optik bölgede tüm evrelerde  $H_\alpha$  salması ve tutulma evresinde  $H_\beta$  salması gözlenmektedir. Sistemdeki ikinci yıldızın çok düşük kütleli olduğu düşünülmektedir. Sistemde optik olarak çok kalın bir yığılma diski vardır.

Plavec ve Weiland [68] yaptıkları çalışmada SX Cas sisteminin tayflarında beklenmedik iki özel durum belirlediler. Bunlar;

- tayfta gözlenen C IV, N V, Si IV gibi kuvvetli salma çizgilerinin Balmer çizgilerinin olduğu sıcaklıktan daha fazla bir sıcaklığa ihtiyaç duyulması,
- tayftaki sürekliliğin A6 tayf – türü yıldızların sürekliliğinden biraz daha fazla olmasıdır.

Bu sistemde salma kromosferik kaynaklı değildir. UV tayflarında gözlenen ışınım fazlalığı bu sistemin A6 III + G6 III tayf türü değil de B7 + K3 III tayf türü olması gerektiğini gösterir [68].

Mc Cluskey yaptığı çalışmada TT Hya sisteminin A2e + G5 III tayf türü iki yıldızdan oluşmuş bir sistem olduğunu, baş yıldız etrafında bulunan ince diskten kaynaklanan  $H_\alpha$  salmasının kuvvetli bir evre bağlılığının olduğunu belirlemiştir. Peters bu sistemdeki G tayf türü yıldızın kütle kaybının  $2.5 \times 10^{-8} M_\odot/\text{yıl}$  olduğunu belirlemiştir [69].

Stencel V1488 Cyg sisteminin IUE tayflarının incelenmesi sonucunda çok sayıda çizgiden bir kaçında P Cyg profilinin soğurma bileşeninin varlığını belirlediler. Bu sistemde K tayf türü yıldızdan meydana gelen kütle kaybı  $4 \times 10^{-7} M_\odot/\text{yıl}$ 'dır.

R Ara tek çizgili B9p tayf türü bir sistemdir. Mc Cluskey ve Kondo bu sistemin 0.11, 0.26, 0.39 ve 0.84 evrelerinde IUE tayflarını incelediler. UV tayfının bu sistemde karmaşık ve değişken olduğunu belirlediler. UV fazlalığı ve UV sürekliliğindeki değişimin yanında bu sistemde X – ışın salmasına da rastlanmıştır. Sistemin UV tayflarındaki karmaşık değişimler basit sıcaklık değişimleri ile açıklanamamaktadır. 0.39 evresinde Si IV ve Mg II rezonans çizgilerinin 500 km/s hızla kısa dalga boyuna doğru yer değiştirdiği belirlenmiştir. Bu durum sistemin diğer evrelerinde gözlenmemiştir.

$\delta$  Cir sistemi UV bölgesinde incelenmiştir. Bu sistemdeki başyıldız değişik araştırmacılar tarafından O9 V, O8.5 V ve O7.5 IIIf tayf türü olarak belirlenmiştir. IUE tayfları yardımıyla bu sistemde yıldız rüzgârlarının varlığı belirlenmiştir. Bu sistemdeki yıldız rüzgârları C IV çiftlerinin gösterdiği P Cyg profillerinden belirlenmiştir. Sistemde N V çizgisinden 500 km/s, C IV çizgisinden 2230 km/s rüzgar hızları belirlenmiştir. Sistemde kütle kaybı  $3.6 \times 10^{-7} M_{\odot}/\text{yıl}$ 'dır [69].

Polidan [70] V356 Sgr aktif sisteminin IUE ve Voyager uydu tayflarını inceleyerek sistemin ana bileşeni olan B3/4 V tayf türü yıldızın daha büyük boyutlu A2 II tayf türü bir bileşeni olduğunu belirlemiştir. Sistemde 912 – 1500 Å dalga boyu aralığında tutulma göstermeyen bir morötesi süreklilik bulunmaktadır. B yıldızının örtülmesi sırasında salma çizgilerinin şiddetinde her hangi bir değişiklik görülmemiştir. Motöte salma çizgileri oldukça genişlemiş, simetrik ve kısa dalga boyu tarafına kaymış zayıf bir soğurma bileşenine sahiptir. A yıldızından gelen gaz B yıldızı etrafında bir disk yapısı oluşturmaktadır. B yıldızının manyetik alan tarafından oluşturulan rüzgarı, gelen bu maddenin %25'ini sistemin dışına atarken geri kalan madde B yıldız etrafında yığılmaktadır. Kütle aktarım oranı  $4 \times 10^{-7} M_{\odot}/\text{yıl}$ 'dır [21].

Chapman [71]  $\zeta$  Aur sistemini incelediğinde, sistemdeki K tayf türü yıldızın kütle kaybının  $2 \times 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$  olduğunu belirlemiştir. Mg II rezonans çizgileri tayfta P Cyg profili özelliği göstermektedir. Elde edilen tayfin yapısı genişleyen bir zarf yapısını göstermektedir. Sistemin tayfında iki tür yapıya rastlanmaktadır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- Atmosferik tutulma süresince soğurma bileşeninin eşdeğer genişliği evreyle her hangi bir değişim göstermez, ancak Ca II H ve K çizgilerinde önemli değişimler gözlenir,
- Çizgilerin salma ve soğurma bileşenlerinden belirlenen dikine hızlar K tayf türü yıldızın yörünge hareketini izlemez.

Görsel olarak düşük aktiviteli TX UMa sisteminin IUE tayfları üzerine yapılan çalışmalar Si IV, C IV ve N V soğurma çizgilerinin her zaman var olduğunu göstermektedir. Al III, Fe II, Mg II ve Si IV rezonans çizgileri evreye çok bağlı ve çok uzun süreli değişimler meydana gelmekte olup, gaz akımlarının ve yıldızı/sistemi

çevreleyen maddenin varlığını göstermektedir. TX UMa sistemi U Cep sisteminin normal evresindeki kadar aktivite göstermektedir.

Görsel olarak diğer bir düşük aktiviteli sistem olan U Sge'nin IUE tayflarında Si IV ve C IV rezonans çizgileri soğurma çizgileri olarak görülmektedir. Bu çizgiler 1983 yılında yörünge boyunca evreyle az değişim gösterirken, 1980 yılında zayıflamış olarak gözlenmiştir. UV tayfının büyük bir kısmının ana bileşen yüzeyine çok yakın sahte fotosferden kaynaklandığı belirlenmiştir [21].

Szkody, BL Hyi sisteminde yaptığı çalışmada bazı ilginç özelliklerin olduğunu belirlemiştir. Derin uzay araçları ile elde edilen ışık eğrileri daha önce elde edilen X – ışın eğrilerinden farklıdır. Elde edilen ışık eğrileri yörüngeyi çoğunda gözlenen geniş sıcak alanları ortaya çıkarmıştır. Eğer bu durum iki yığılma kutbunun üst üste binmesi ise bu iki kutup EUV dalga boylarında eşit parlaklıkta görülmelidir. Nispeten düşük kütle aktarımı oranı ve manyetik alan, sistemdeki beyaz cücenin üstündeki geniş alanların ısıtılmasından sorumludur [72].

Algol sistemlerinin element bollukları incelendiğinde U Cep ve U Sge sistemlerinin yoldaş yıldızlarında karbon eksikliği ve Azot fazlalığı olduğu gözlenmiştir. Bu yıldızlarda karbon ve azotun demire oranlarının  $[C/Fe] = -0.5$  ve  $[N/Fe] = 0.5$  olduğu belirlenmiştir [73]. R CMA sisteminin element bollukları incelendiğinde ana bileşen için Çizelge 2. 2'de verilen değerler elde edilmiştir. S ve Fe değerleri hata sınırları içinde güneş benzeri bir bolluk göstermektedir [74].

Çizelge 2. 2. R CMA sistemindeki ana bileşenin element bollukları [74].

Element	[X/H]	[X/Fe]
C	-0.02	-0.15
N	0.41	0.28
O	0.30	0.17
S	0.11	-0.02
Fe I	0.10	-
Fe II	0.15	-

Cugier [75, 76]  $\delta$  Librae, U Sagittae, RS Vulpeculae ve u Herculis (HIP80573, Hipparcos Kataloğunda EB türü değişen) sistemlerinin karbon bolluğunu incelediğinde, sistemin baş yıldızının karbon bolluğunu  $\log N(C/H) = -3.48$  olarak bulmuştur. Bu dört yıldızın kütle oranları  $q \geq 0.32$ 'dir. TX UMa ( $q = 0.31$ )  $\log N(C/H) = -3.73$ , U CrB ( $q = 0.29$ ),  $\lambda$  Tau ( $q = 0.26$ ) ve  $\beta$  Per ( $q = 0.22$ ) sistemleri için  $\log N(CH) = -3.89$  değerlerini bulmuştur.

TX UMa, U CrB,  $\beta$  Per ve  $\lambda$  Tau sistemlerinde karbon bollukları 1.7 ile 2.5 oranlarında düşük çıkmıştır.  $\beta$  Per ve  $\lambda$  Tau sistemlerinde ana bileşenin karbon bollukları  $\log N(C/H) = -3.87$  ve  $-3.88$ 'dir. Ana bileşenlerde büyük ölçekte madde karışımı olasıdır [75, 76].

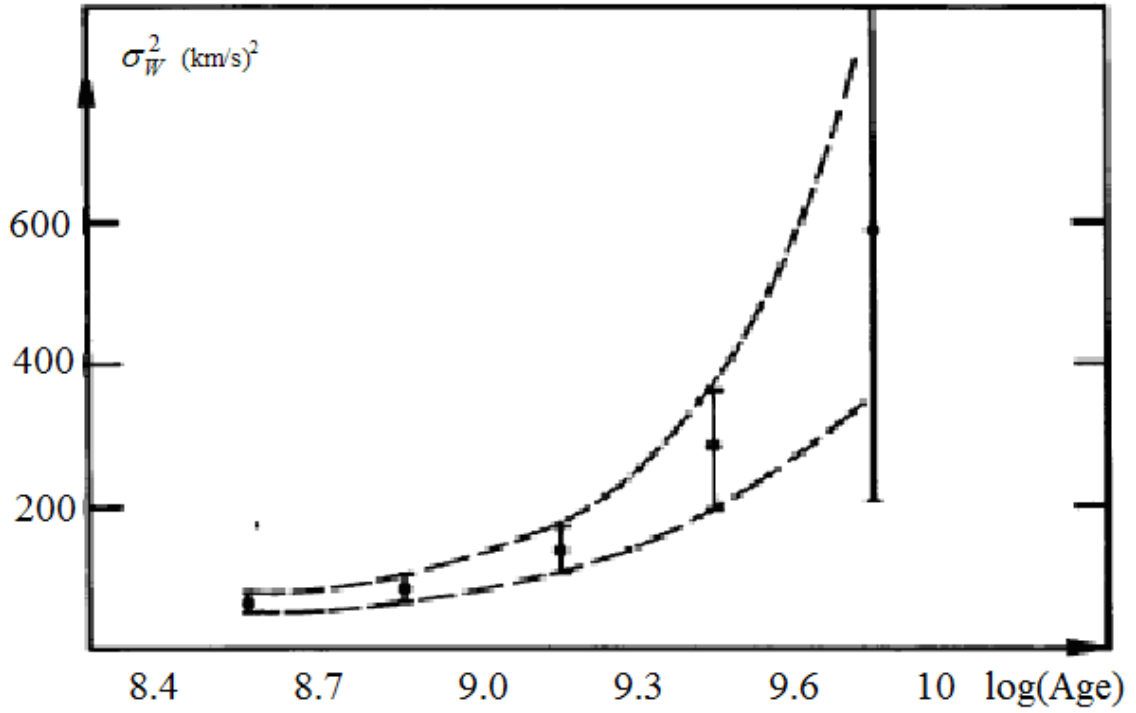
### 2.3. Kinematik Kaynaklarının Özetleri

Aslan [77] yaptığı çalışmada Güneş komşuluğundaki yarı – düzenli değişenlerin ve RV Tau yıldızlarının dikine hızlarını, istatistik ıraklık açılarını ve öz hareketlerini kullanarak bu yıldızların mutlak parlaklıklarını belirlemiştir. Aslan yaptığı çalışmada;

- M – tipi SRab değişenlerin fotografik mutlak parlaklıklarının M6 tayf türü için  $2^m.5$  kadir iken M4 tayf türü için  $0^m.0$  olduğunu,
- M tipi SRa ve b değişenlerin mutlak parlaklıklarının salma olmadan periyodun bir fonksiyonu olduğunu,  $M_{pg}(ort) = 0.6 \pm 3.9$  kadir ( $\log p - 2$ ) ve  $M_{pg}(mak) = 0.1 \pm 2.8$  kadir olduğunu ve bu yıldızların aynı periyottaki Mira değişenlerinden daha sönük olduklarını,
- N tipi değişenler için  $M_{pg}(mak) = 0.7 \pm 0.4$  kadir olduğunu,
- SRd tipi değişenler için  $M_{pg}(ort) = -0.9 \pm 0.4$  kadir iken  $M_{pg}(mak) = -1.7 \pm 0.4$  kadir olduğunu
- RV Tau yıldızları için  $M_{pg}(ort) = -0.5 \pm 0.6$  kadir iken  $M_{pg}(mak) = -1.7 \pm 0.6$  kadir

olduğunu belirlemiştir.

Mayor [78] uvby fotometrisi yardımı ile F tayf türü yıldızların uzay hızlarını, yaşlarını ve bu yıldızlar için kinematik ile yaş arasındaki ilişkileri incelemiştir. Yaptığı çalışmada Güneş'in uzay hızını  $(u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}) = (-10, 6, 6)$  km/s olarak belirlemiş, metal bolluklarına ve  $\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$  hızlarına bağlı olarak yıldızların kinematik yaşlarını tesbit etmiştir. Çalışma sonunda elde ettiği yaş –  $\sigma_W$  ilişkisi Şekil 2. 8'de gösterilmiştir [78].



Şekil 2. 8. A – F tayf türü yıldızlar için W – yaş değişimi grafiği [78].

Wielen [79] yaptığı çalışmada yıldızların yaşları ile uzay hız dağılımları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yaptığı çalışmada yıldızların uzay hızları arttıkça yaşlarının da arttığını belirlemiştir. Bunun nedeninin de galaksideki çekim alanının bölgesel değişimleri ile açıklanabileceğini belirtmiştir. Bu düzensiz çekim alanları yıldızın uzay hareketi sırasında yıldızın yörüngelerinde değişikliklere neden olmaktadır. Örneğin  $2 \times 10^8$  yaşında bir disk yıldızı için uzay hızındaki değişim bir galaktik dönmede 10 km/s'den daha fazladır.

Yıldız yörüngelerinde oluşan bu değişim yıldızın oluşum bölgesinin belirlenmesini engellemektedir. Çalışmasında belirlediği yıldız gurupları için elde ettiği

galaksi düzlemindeki uzay hızları ve galaksi düzleminde uzaklaştıkça elde edilen uzay hızları ve hız dispersiyonları ve buna bağlı olarak kinematik yaşları Çizelge 2. 3'de verilmiştir. Çizelgedeki  $\sigma_v$  değeri toplam dispersiyon olup  $\sigma_v = (\sigma_U^2 + \sigma_V^2 + \sigma_W^2)^{1/2}$  şeklinde tanımlanmıştır [79].

Çizelge 2. 3. Yaşa bağlı olarak yıldızların hız dağılımları [79].

Yıldız grupları	Galaksi düzleminde			Düzlemden uzakta				Yaş $\langle \tau \rangle$ $10^9$ yıl	
	$\sigma_U^{(0)}$ $\text{km s}^{-1}$	$\sigma_V^{(0)}$	$\sigma_W^{(0)}$	$\sigma_U$ $\text{km s}^{-1}$	$\sigma_V$	$\sigma_W$	$\sigma_v$		
Klasik sefeidler				8	7	5	12	0.05	
Yakın yıldızlar	6d	14	8	4	14	8	3	16	0.21
veya ana kula yakın yıldızlar	6c	17	7	4	20	7	4	21	0.47
	6b	14	11	8	15	12	8	21	1.0
	6a	27	18	11	31	20	11	39	2.3
	5	34	21	21	42	26	25	56	5.0
McCormick	HK +8/+3	18	10	8	20	10	6	23	0.3
K + M	HK +2	21	16	13	22	17	13	31	1.4
cüceleri	HK +1	29	17	15	30	16	15	37	3.0
	HK 0	38	23	20	40	21	21	50	5.2
	HK -1	40	27	26	40	34	34	63	7.2
	HK -2/-5	66	27	23	67	29	25	77	9.0
Tüm McCormick yıldızları		39	23	20	48	29	25	62	5.0

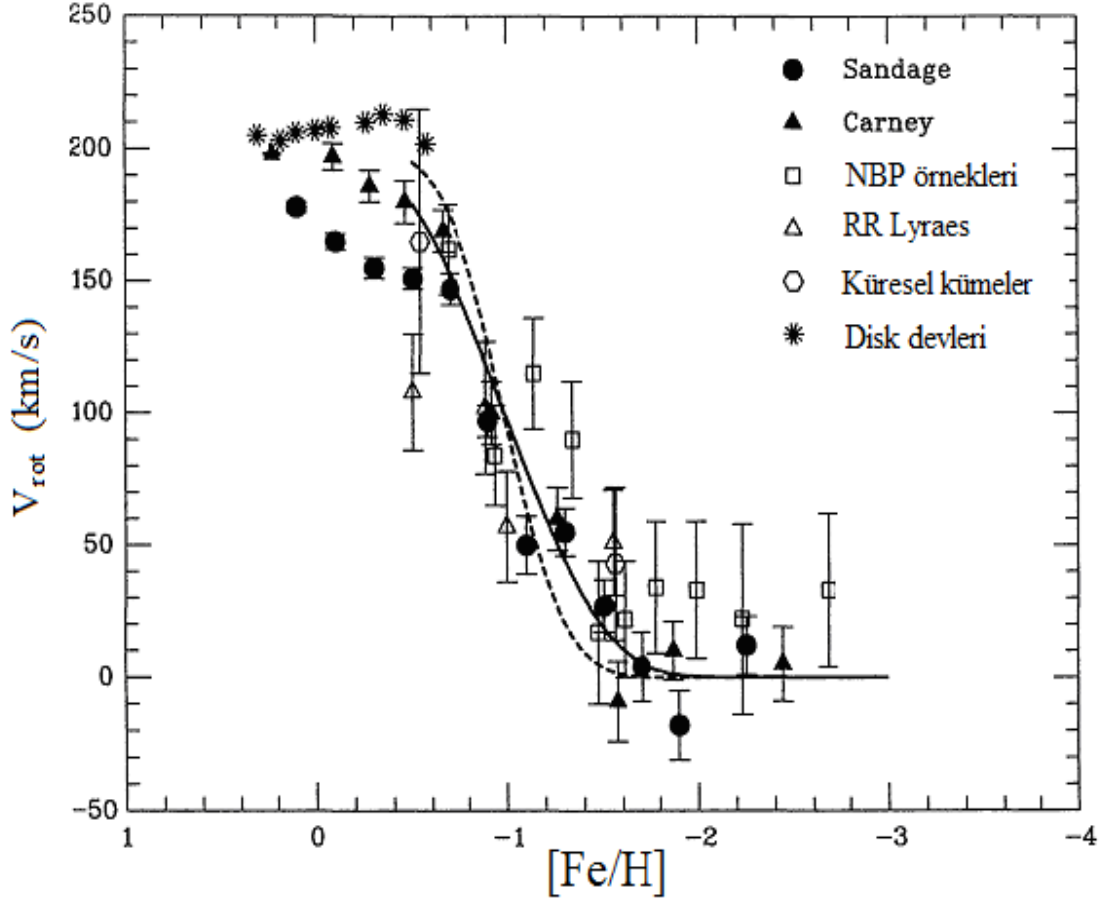
Wyatt ve Cahn [80] M tipi değişenlerin yaş – kinematik ilişkisini incelediği çalışmasında bulduğu uzay hızı (u, v, w) değerleri daha önce bulunan değerlerden büyüktür. 124 adet Mira tipi değişen ile yaptığı çalışmada değişenlerin uzay hız bileşenleri büyürken buna bağlı olarak değişenlerin yaşları da artmaktadır. Yani yaşlı yıldızların ortalama (u, v, w) değerleri büyümektedir. Elde edilen değerler Çizelge 2. 4'de verilmiştir. Çizelgede 4, 5, 6. kolonlar ortalama uzay hızı bileşenlerini, 7, 8, 9. kolonlar hız dağılım bileşenlerini göstermektedir.

Çizelge 2. 4. Yakın Mira tipi değişen yıldızların hız – yaş ilişkisi [80].

Grup	Yaş ( $10^9$ yıl)	Sayı N	$\bar{u}$	$\bar{v}$ (km/s)	$\bar{w}$	$\sigma_u$	$\sigma_v$ (km/s)	$\sigma_w$
I	2.0-4.0	6	$5 \pm 9$	$-4 \pm 16$	$0.2 \pm 7$	20	36	17
II	4.0-6.0	29	$18 \pm 9$	$-21 \pm 7$	$-4 \pm 5$	53	41	26
III	6.0-8.0	43	$19 \pm 8$	$-22 \pm 5$	$-9 \pm 6$	56	37	37
IV	8.0-10.0	46	$30 \pm 10$	$-52 \pm 10$	$-11 \pm 9$	75	86	47

Çizelge 2. 4'den de görüldüğü gibi ortalama u, v, w hız bileşenlerinin yaşa kuvvetli bir bağımlılığı vardır. Mira değişenleri  $1.0 \leq M_{\text{yıldız}} / M_{\odot} \leq 2.0$  aralığındaki anakol yıldızlarından daha fazla evrimleşmişlerdir [80].

Gilmore vd. [81] yaptığı çalışmada metal bolluğu ile dönme hızı arasında belli bir bağıntının olduğunu belirlemiştir. Gilmore'un bulduğu ilişki Şekil 2. 9'da verilmiştir.



Şekil 2. 9. Metal bolluğu ile dönme hızı arasındaki ilişki [81].

Gilmore çalışmasında aşağıdaki özellikleri belirlemiştir.

- Galaktik kimyasal evrimin zaman ölçeklerini
- Samanyolu galaksisinin yapısını
- Yaşlı yıldızların kimyasal yapısını ve kinematikini
- Kinematik ve kimyasal yapı arasındaki ilişkiyi

- Kimyasal bolluk ve yaş arasındaki ilişkiyi
- Galaksi oluşumunun zaman ölçeklerini
- Kalın (yoğun) diski
- Kalın diskteki metal bolluğunu
- Kalın diskin yaşını
- Galaksi diskindeki kütle dağılımını
- Galaktik potansiyelin belirlenmesini
- Lokal bölümde kütle yoğunluğunu [81].

Layden vd. [82] yaptıkları çalışma ile RR Lyrae yıldızları için yeni bir istatistik iraklık açısı yöntemi kullanarak bu yıldızların mutlak parlaklıklarını ve kinematik özelliklerini belirlediler. Çalışmalarında RR Lyrae yıldızları için  $[Fe/H] = -1.61$  ve  $M_V(RR) = 0.71 \pm 0.12$  kadir,  $[Fe/H] = -0.76$  olan kalın disk yıldızları için  $M_V(RR) = 0.79 \pm 0.30$  kadir olarak belirlediler. Halo yıldızları için hız elipsoidinin eksenlerini  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (168 \pm 13, 102 \pm 8, 97 \pm 7)$  km/s; kalın disk yıldızları için  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (56 \pm 8, 51 \pm 8, 31 \pm 5)$  km/s olarak belirlediler. Bu çalışmada ayrıca 17 yaşlı küresel kümenin yaşını  $16.5_{-1.9}^{2.1} \times 10^9$  yıl, Galaksi merkezinin uzaklığını  $7.6 \pm 0.4$  kpc ve büyük Magellan Bulutunun uzaklık modülünü  $18.28 \pm 0.3$  kadir olarak belirlediler.

Yeşilyaprak [83] Hipparcos kataloğundaki karbon yıldızlarının uzay hızlarını ve dağılımlarını incelemiştir. Bulduğu kinematik sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- R tipi karbon yıldızları N tipi karbon yıldızlarından farklıdır. R tipi yıldızlar sayısal olarak az olmalarına rağmen yüksek hızlı yıldızlar içinde önemli yer tutarlar.
- Galaksi dağılımları incelendiğinde N tipi yıldızlar Galaksi düzlemine yakınken R tipi yıldızlar Galaksi düzleminde daha uzaklarda bulunabilmektedirler.
- R tipi karbon yıldızlarının dağılımları kalın ve yaşlı disk yıldızlarına benzer bir dağılım göstermektedir.



- N tipi yıldızlar belirgin bir galaktik dönme etkisi gösterirken bu durum R tipi yıldızlar için fazla belirgin değildir.
- N tipi karbon yıldızlarının kinematik olarak homojen bir grup oluşturdukları belirlenmiştir.

Dehnen ve Binney [84] Hipparcos kataloğunu kullanarak bu katalogdaki tek anakol yıldızları için yaptıkları kinematik çalışmada (B – V)'nin fonksiyonu olarak yerel sükunet noktasına göre Güneş'in uzay hız bileşenlerini  $(u, v, w) = (10 \pm 0.36, 5.25 \pm 0.62, 17 \pm 0.38)$  km/s olarak belirlediler [84].

Chen'in [85] disk yıldızları üzerine yaptığı kinematik çalışmada bulduğu sonuçlar SR yıldızlarının gerçek gurupları hakkında daha kolay ve net bilgi vermesi bakımından önemlidir. Chen ince disk yıldızları için ortalama uzay hızı bileşenlerini  $(u, v, w) = (-7, -18, -3)$  km/s ve hız dağılım değerlerini  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (36, 21, 17)$  km/s; kalın disk yıldızları için ortalama uzay hızları bileşenlerini  $(u, v, w) = (-3, -36, -3)$  km/s ve hız dağılım değerlerini  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (91, 71, 58)$  km/s bulmuştur. Chen'nin halo yıldızları için bulduğu ortalama uzay hızı bileşenlerinin değerleri  $(u, v, w) = (-25, -223, -14)$  km/s ve hız dağılım değerleri  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (168, 109, 91)$  km/s'dir.

Aslan vd. [86] yaptıkları çalışmada Hipparcos kataloğunu kullanarak RS CVn ve W UMa yıldızlarının kinematik özelliklerini incelediler. Buldukları değerler Çizelge 2.5'de verilmiştir.

Çizelge 2. 5. RS CVn ve W UMa yıldızlarının ortalama uzay hızları ve hız dağılım değerleri [86].

	RS CVn $0 < \varepsilon_{\pi}/\pi < 0.1$	RS CVn $0 < \varepsilon_{\pi}/\pi < 0.5$	W UMa $0 < \varepsilon_{\pi}/\pi < 0.5$
u	$-12.8 \pm 3.6$	$-11.8 \pm 2.8$	$-9.0 \pm 6.2$
v	$-21.3 \pm 2.4$	$-20.5 \pm 2.0$	$-20.7 \pm 3.7$
w	$-5.9 \pm 2.0$	$-6.4 \pm 1.6$	$-9.3 \pm 2.6$
$\sigma_u$	33.4	35.8	35.1
$\sigma_v$	22.7	22.4	21.1
$\sigma_w$	18.5	18.2	14.6
N	87	165	32

İnceledikleri RS CVn sistemlerinin ana kol bileşenleri daha genç ve daha düşük bir hız dağılımı göstermesine rağmen RS CVn alt gurupları arasında belirgin bir fark olmadığını belirlediler. Hata sınırları içinde RS CVn ve W UMa sistemlerinin u ve v hızları hemen hemen aynıdır [86].

Yeşilyaprak [87] yaptığı kinematik çalışmada, M tayf türü yarı düzenli değişen yıldızların uzay hızları ve hız dağılımları dikkate alındığında bu yıldızların disk yıldızları olduğunu belirlemiştir. SR yıldızlarının disk yıldızları içinde ince disk yıldızlarına benzer bir dağılım gösterdikleri belirlenmiştir.

Yıldızların uzay dağılımları, hız dağılımları, eksen kayması ve metal bolluk oranları birlikte incelenmelidir. Bu değerler birlikte incelendiğinde yıldızların kinematik yaşları hakkında en doğru değerler belirlenmektedir. Mayor'a [78] göre yıldızların yaşını belli eden hız dağılımının  $\sigma_w$  bileşeni ve "eksen dönmesi" olarak bilinen ve hız dağılımının ana ekseninin galaksi merkez doğrultusundan ne kadar saptığını gösteren  $\phi$  değerleridir.  $\sigma_w$  değeri artarken  $\phi$  değerinin küçülmesi yıldızların yaşının arttığının bir göstergesidir. Aynı zamanda galaksi düzleminden uzaklaştıkça yıldızların yaşları da artmaktadır.

Disk yıldızlarının demir bollukları  $[Fe/H] \geq -1$  kabul edildiğinde, metal bolluk oranına göre SR yıldızlarının yaşlarının  $(2 - 12) \times 10^9$  yıl arasında değiştiğini belirlemiştir. Yeşilyaprak çalışmasında SR yıldızları için  $10 \times 10^9$  yıldan daha küçük değerler bulmuştur, ancak yaşlı dev yıldız bölgesi için  $(7.5 - 9) \times 10^9$  yıl arasında değiştiğini bulmuştur. SR yıldızları içinde SR'den SRb'ye gidildikçe yıldızların yaşları artmaktadır. Ancak genel olarak gençten yaşlıya doğru  $L \rightarrow SR \rightarrow SRb \rightarrow SRa(?) \rightarrow M$  şeklinde bir yaş sıralaması belirtmiştir [87].

Soubiran vd. [88] galaktik disk yıldızları ile yaptığı kinematik çalışmada, ince disk yıldızlarını hem yaşlarına hem de konumlarına göre incelemiş ve aşağıdaki sonuçları elde etmiştir:

- Daha genç olan disk yıldızları için hız dağılım değerleri  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (37, 24, 15)$  km/s'dir.

- Yaşlı disk yıldızları için hız dağılım değerleri  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (43, 28, 18)$  km/s'dir,
- Konumlarına göre  $200 \leq z \leq 400$  pc arasında ki ince disk yıldızları için  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (37 \pm 4, 24 \pm 3, 17 \pm 4)$  km/s,  $400 \leq z \leq 800$  pc içindeki ince disk yıldızları için  $(\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w) = (40 \pm 4, 26 \pm 3, 16 \pm 2)$  km/s bulmuştur.

Karataş vd. [89] aktif kromosferli yıldızlarla yaptıkları çalışmada hesapladıkları  $u, v, w$  hızlarından bu yıldızların homojen bir grup olmadığını, evrim açısından bakıldığında genç ve yaşlı olmak üzere iki anakol bileşeninin bulunduğunu, evrimleşmiş dev ve süper devler içerdiklerini belirlemiştir. Kinematik olarak genç olanlar  $0.95 \times 10^9$  yıl yaşında, yaşlı olanların ise  $3.96 \times 10^9$  yıl yaşında oldukları belirlenmiştir. Genç ve yaşlı sınıfları dönem aralığına göre incelediklerinde, bu yıldızlarda kütle kaybı olduğunu destekler deliller belirlemişlerdir. Dönem – yaş ilişkisini incelediklerinde kısa dönemli yıldızların daha yaşlı, uzun dönemli yıldızların daha genç olduklarını buldular.

Bilir vd. [90] yaptıkları çalışmada degen sistemlerin evrimi üzerine konulan sınırlamaları incelemişlerdir. Egen kriterleri yardımı ile hareketli guruplara üye, olası genç (MG) sistemler belirlenmiştir. Yaşlı ve genç yıldız gurupları karşılaştırılmıştır. Yıldızlar yörünge dönemleri ve toplam kütleleri dikkate alındığında kısa periyotlu ve küçük kütleli yıldızların uzun periyotlu ve büyük kütleli sistemlere göre daha büyük değerlere kaydıkları görülmüştür. Yaşlı W UMa sistemlerinin degen sistemlerin ataları olan aktif kromosferli ayırık çiftlere göre (CAB) tahminen  $1.61 \times 10^9$  yıl daha yaşlı oldukları bulunmuştur.

Yeşilyaprak ve Aslan [91] yaptıkları çalışmada oksijence zengin yarı düzenli değişen M tipi dev yıldızları incelediler. Bu yıldızların uzay hızlarını ve hız dağılımlarını belirleyerek düzensiz ve Mira tipi değişenlerde bazı sorunlarla karşılaştılar. M tipi SR dev yıldızları kinematik olarak homojen bir guruptur, ince disk yıldızları gibi bir dağılım göstermektedirler. M tipi SR devlerinin kinematik özellikleri Uzun dönemli ve Mira tipi yıldızlarla karşılaştırıldığında M tipi SR devleri yaşlı disk yıldızlarıdır ve kinematik yaşları  $(2 - 9) \times 10^9$  yıl arasında değişim göstermektedir. Çizelge 2. 6'da elde ettikleri değerler verilmiştir.

Coşkunoğlu vd. [92] RAVE (RA<sub>dial</sub> VE<sub>locity</sub> Experiment) katalogundaki 82850 yıldızla yaptıkları kinematik çalışmada 2MASS (Two Micron All Sky Survey)

katalogunun renklerine bağlı olarak yerel sükunet noktasını belirlediler. Çalışma yıldızlarından 18026 tanesi Güneş'ten 600 pc yarıçap içindeki ince disk yıldızlarıdır. Bu yıldızların uzay hareketini ve yerel sükunet noktasına göre Güneş'in uzay hızını belirlediler. Elde ettikleri hızlarda  $u_{\odot}$  ve  $w_{\odot}$  hızları daha önce belirlenen hızlarla uyum içinde iken,  $v_{\odot}$  değeri çeşitli nedenlerden dolayı farklılık göstermiştir. Bunun nedeni olarak karşılaştırma yapmak için seçilen yıldızlardan veya inceleme yönteminden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmada Güneş'in uzay hızı bileşenlerini  $(u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}) = (8.5 \pm 0.29, 13.38 \pm 0.43, 6.09 \pm 0.28)$  km/s olarak belirlediler. Güneş için buldukları hız bileşenlerinin daha önceki çalışmalarla karşılaştırılması izelge 2. 7'de verilmiştir. Çizelge 2. 8 çalışmada belirledikleri alt guruplara göre Güneş'in uzay hız bileşenlerini göstermektedir. Bu izelgede TD; kalın diski ve TD/D oranı ise kalın disk ince disk oranını göstermektedir.  $TD/D \leq 0.1$  ise bu yıldızlar yüksek olasılıklı ince disk yıldızlarıdır

Bilir vd. [93] yaptıkları çalışmada ayırık örten çift yıldızları incelemişlerdir. Çalıştıkları yıldızların hız dağılımlarının küçük olması bu yıldızların genç olduklarını göstermektedir. Ancak erken tayf türündeki sistemlerin hız dağılımları ise beklenen değerlerden büyüktür ve teorik anakol ömürleri ile hesaplanan yaşlarla kinematik yaşların tutarsızlığı incelenmesi gereken bir konu olarak karşılarına çıkmıştır. Ortalama kinetik yaşların küçük bulunması ile yörünge dinamik evrimleri incelenememiştir. İnceledikleri yıldızların %92'sinin uzaklığı 1 kpc'den küçüktür. İnceledikleri yıldızlar Güneş civarındaki ince disk yıldızlarına uygun bir kinematik davranış sergilemişlerdir.

Çizelge 2. 6. M tipi SR devlerin ortalama uzay hızları, hız dağılımları ve eksen kayma değerleri ve bunların daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerle karşılaştırılması [91].

Grup	Altgrup	$N$	$u \pm \epsilon_u$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$v \pm \epsilon_v$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$w \pm \epsilon_w$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\sigma_u$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\sigma_v$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\sigma_w$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\phi$ (derece)
SR	Hepsi	366	$-15.2 \pm 2.6$	$-30.4 \pm 2.2$	$-9.5 \pm 1.7$	50.3	41.2	32.6	24.7
$\epsilon_\pi/\pi \leq 0.150$	Hepsi	64	$-9.8 \pm 5.8$	$-28.7 \pm 2.9$	$-7.3 \pm 2.3$	46.3	23.1	18.7	1.7
$\epsilon_\pi/\pi \leq 0.150$	$P < 70$ d	30	$-9.5 \pm 6.9$	$-16.8 \pm 4.0$	$-7.0 \pm 3.6$	38.0	22.2	19.9	-3.2
	$P \geq 70$ d	11	$-22.9 \pm 14.4$	$-29.2 \pm 7.0$	$-14.4 \pm 4.3$	47.9	23.3	14.3	9.5

Çalışma	Grup	$u$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$v$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$w$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\sigma_u$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\sigma_v$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\sigma_w$ ( $\text{km s}^{-1}$ )
Yeşilyaprak, Aslan (2008)	SR (M III tipi )	-9.8	-28.7	-7.3	46.3	23.1	18.7
Yeşilyaprak et al. (2000)	L tipi değ.	-11.8	-16.7	-5.5	33.6	20.5	19.1
Dehnen & Binney (1998)	Ana kol yıl.	-10.0	-5.2	-7.2	38.0	24.2	17.3
Alvarez et al. (1997)	SR + Mira	-11.0	-23.0	-12.0	37.0	22.0	20.0
Kharchenko et al. (2002)	Mira	-10.1	-90.8	-36.9	81.5	139.1	70.2
Famaey et al. (2005)	M III type	-10.2	-23.4	-7.8	36.0	22.5	18.0
Mihalas & Binney (1981)	M III type	-	-	-	31.0	23.0	16.0
Chen (1998)	İnce disk	-	-	-	36.0	21.0	17.0
	Kalın disk	-	-	-	94.0	71.0	58.0
Soubiran et al. (2003)	İnce disk	-	-	-	37.0	24.0	15.0
	Kalın disk	-	-	-	43.0	28.0	18.0

Çizelge 2. 7. Coşkunoğlu'nun bulduğu Güneş'in uzay hız bileşenleri ve bunların karşılaştırılması [92].

Çalışma'	Kaynak	$U_{\odot}$ (km s <sup>-1</sup> )	$V_{\odot}$ (km s <sup>-1</sup> )	$W_{\odot}$ (km s <sup>-1</sup> )
Coşkunoğlu (2010)	RAVE DR3	8.50±0.29	13.38±0.43	6.49±0.26
Bobylev & Bajkova (2010)	Masers	5.5±2.2	11.0±1.7	8.5±1.2
Breddels et al. (2010)	RAVE DR2	12.0±0.6	20.4±0.5	7.8±0.3
Schönrich et al. (2010)	Hipparcos	11.10±0.72	12.24±0.47	7.25±0.36
Francis & Anderson (2009)	Hipparcos	7.5±1.0	13.5±0.3	6.8±0.1
Veltz et al. (2008)	RAVE DR1	8.5±0.3	–	11.1±1.0
Bobylev & Bajkova (2007)	F & G cüceleri	8.7±0.5	6.2±2.2	7.2±0.8
Piskunov et al. (2006)	Açık kümeler	9.44±1.14	11.90±0.72	7.20±0.42
Mignard (2000)	K0-K5	9.88	14.19	7.76
Dehnen & Binney (1998)	Hipparcos. $d_{max}=100$ pc	10.00±0.36	5.25±0.62	7.17±0.38
Binney et al. (1997)	Güney kutup civarı yıldızları	11±0.6	5.3±1.7	7.0±0.6
Mihalas & Binney (1981)	Galactic Astronomy 2 <sup>nd</sup> Ed.	9.2±0.3	12.0	6.9±0.2
Homann (1886)	Güneş komşuluğu yıldızları :	17.4±11.2	16.9±10.9	3.6±2.3

Çizelge 2. 8. Coşkunoğlu'nun çalışmasında alt gruplara göre Güneş'in uzay hızı bileşenleri [92].

Alt gruplar	Renk aralığı	U (km s <sup>-1</sup> )	V (km s <sup>-1</sup> )	W (km s <sup>-1</sup> )	N
Tüm yıldızlar	$0.05 \leq (J - H)_0 \leq 0.55$	$8.83 \pm 0.24$	$14.19 \pm 0.34$	$6.57 \pm 0.21$	20 453
$TD/D \leq 0.1$	$0.05 \leq (J - H)_0 \leq 0.55$	$8.50 \pm 0.29$	$13.38 \pm 0.43$	$6.49 \pm 0.26$	18 026
F tayf türü	$0.08 < (J - H)_0 \leq 0.30$	$8.35 \pm 0.36$	$13.14 \pm 0.43$	$6.24 \pm 0.27$	9 654
G tayf türü	$0.30 < (J - H)_0 \leq 0.42$	$9.25 \pm 0.50$	$14.42 \pm 0.57$	$6.67 \pm 0.38$	5 910
K tayf türü	$0.42 < (J - H)_0 \leq 0.55$	$7.01 \pm 0.67$	$11.96 \pm 0.66$	$7.03 \pm 0.38$	2 325

Ak vd. [94] Katalistik değişenlerle ilgili yaptıkları kinematik çalışmada bu yıldızların uzay hızı bileşenlerini, yıldızların dikine hızlarını kullanarak belirlemişlerdir. Bu grubun uzay hız dağılımını  $51 \pm 7$  km/s ve kinematik yaşlarını  $5 \pm 1 \times 10^6$  yıl olarak belirlemişlerdir.

Çalışma yıldızları için dönem boşluğunun altında  $52 \pm 8$  km/s hız dağılımı ile  $(5 \pm 1) \times 10^6$  yıl yaş, dönem boşluğunun üstünde  $45 \pm 7$  km/s hız dağılımı ve  $(4 \pm 1) \times 10^6$  yıl yaş değerini belirlemişlerdir. Dönem boşluğunun altında bulunan değerler standart evrim kuramı ile uyumludur. Dönem boşluğunun altında ve üstünde belirlenen yaşların farkı kuramdan beklenenden daha azdır.

Dönem boşluğunun altında ve üstünde manyetik olmayan sistemler için belirlenen hız dağılımları sırasıyla  $30 \pm 5$  km/s ve  $26 \pm 4$  km/s'dir. Hız dağılımları

arasındaki farkın küçük olması bu sistemlerin ortak zarf evresinden değmeye doğru evrimleştikleri, ayrık evrede manyetik frenlemenin etkili olmayabileceğini göstermektedir [94].

Carollo vd. [95] yaptıkları çalışmada Güneş'den uzaklığı 4 kpc'den küçük olan 16920 yıldızı kinematik olarak inceleyerek galaksinin i ve dış halo yapısını, kalın disk ve metalce zayıf kalın disk bileşenlerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma yıldızlarını iki ana guruba ayırdılar, bu gurupları da metal bolluğu oranlarına göre alt guruplara ayırarak tekli, ikili ve üçlü bileşenler için uzay hız bileşenlerini ve hız dispersiyonlarını belirlediler [95]. Son yapılan çalışmalar galaktik halonun en az iki bileşene sahip olduğunu göstermektedir. Bu bileşenler farklı uzay dağılımına, farklı yıldız yörüngelerine ve farklı metal bolluğu oranlarına sahip bölgelerdir. Baskın olan ise galaktik merkezden 10 – 15 kpc uzaklığa kadar uzanan i halo bölgesidir. 15 – 20 kpc uzaklıktan sonra ise halonun dış bileşeni etkin olmaktadır [95]. Çalışma sonunda buldukları değerler izelge 2. 9'da verilmiştir.

Çizelge 2. 9. Carollo vd.'nin çalışması sonucu elde ettikleri ortalama uzay hızı bileşenleri ve hız dağılımları değerleri [95]

Bileşen	u	v	w	$\sigma_u$	$\sigma_v$	$\sigma_w$
Kalın disk	$3 \pm 2$	$182 \pm 2$	$0 \pm 1$	$53 \pm 2$	$51 \pm 1$	$35 \pm 1$
Metalce zayıf kalın disk	$-13 \pm 5$	$125 \pm 4$	$-14 \pm 5$	$59 \pm 3$	$40 \pm 3$	$44 \pm 3$
İ halo	$3 \pm 2$	$7 \pm 4$	$3 \pm 1$	$150 \pm 2$	$95 \pm 2$	$85 \pm 1$
Dış halo	$-9 \pm 6$	$-80 \pm 13$	$2 \pm 4$	$159 \pm 4$	$165 \pm 9$	$116 \pm 3$

### 3. YILDIZLARA AİT BAZI GENEL BİLGİLER

#### 3. 1. Parlaklık, Filtre, Renk, Iraklık Açısı, Mutlak Parlaklık, Etkin Sıcaklık, Metal Bolluğu

Gökyüzüne baktığımızda gördüğümüz yıldızların parlaklıkları birbirinden farklıdır. İlk gözlem aletinin insan gözü olduğu dikkate alındığında insan gözünün görme sınırları önem kazanır. Yapılan ilk yıldız sınıflaması insan gözüne göre yapılmıştır. Daha sonra burada kullanılan tanım yöntemi kullanılarak yıldızların parlaklık değerleri bu tanımlamaya göre yapılmıştır.

İnsan gözünün gördüğü en sönük yıldız 6. kadir ( $6^m$ ), en parlak yıldız ise 1. kadirdir ( $1^m$ ). Bu tanımlama astronomik aletler geliştikçe ve teknoloji astronomi tarafından kullanılmaya başlayınca da değişmemiş ve 1856 yılında Pogson tarafından matematiksel bir temele dayandırılmıştır.

Pogson tarafından tanımlanan bu sisteme göre 6. kadirden bir yıldız 1. kadirden bir yıldızdan 100 kat daha sönüktür. Bu 100 katlık fark parlaklıklar arasında  $5^m$ 'e karşılık gelmektedir. Bu durumda  $1^m$ 'den bir yıldız ile  $2^m$ 'den bir yıldız karşılaştırıldığında bu oran 2.512'ye karşılık gelmektedir. Bu ölçüm sistemi farklı dalga boyu ( $\lambda$ ) aralıklarında filtreler kullanıldığında (U, B, V, R, I, J, H, K, v.b.)

$$m_i = C_i - 2.5 \log F_i \quad (3.1)$$

şeklinde tanımlanır. Bu denklemde;

$m_i$  = i filtresinde yıldızın kadir biriminde görülen parlaklığı

$C_i$  = İntegral sabiti

$F_i$  = i filtresinde yıldızdan alıcıya gelen toplam akı

şeklindedir [96, 97, 98].

Yıldızların küresel yapıda oldukları ve kara cisim gibi ışıma yaptıkları varsayılır. Bu durumda yıldızların yapısı ve sıcaklığı etkin olarak ışıma yaptıkları dalga boyu bölgesini belirler. Örneğin, sıcak yıldızlar kısa dalgaboyunda etkin ışıma yaparken



soğuk yıldızlar uzun dalgaboyunda etkin ışımaya yaparlar. Kara cisim ışımaya benzer ışımaya yapan yıldızların tüm dalga boylarında yaydıkları toplam enerji ölçüsü de “*bolometrik parlaklık*” olarak tanımlanır. Ancak bu enerjiyi toplamak hem gözlemsel hem de teknik olarak kolay değildir. Bunun için astronomik gözlemler yıldızların etkin olarak ışımaya yaptıkları farklı dalga boylarında amaca uygun olarak özel filtreler kullanılarak yapılmaktadır.

Bu filtrelerin seçimi incelenen gök cisminin durumuna ve yapılan çalışmanın amacına bağlıdır. Kullanılan filtreler ve bu filtrelerin birbirlerine dönüşümleri ve bu sistemlerin temel parametreleri ve özellikleri Moro ve Munari (2000) tarafından derlenmiştir.

Bir yıldızın farklı iki dalga boyunda ölçülen iki parlaklık değeri farkına o yıldızın “*renk ölçeği*” olarak tanımlanır. Örneğin U – B; B – V; U – G; G – R renk ölçekleri tanımlanmıştır. (3.1) denklemini B ve V filtreleri için yazıp farkını aldığımızda renk ölçeği

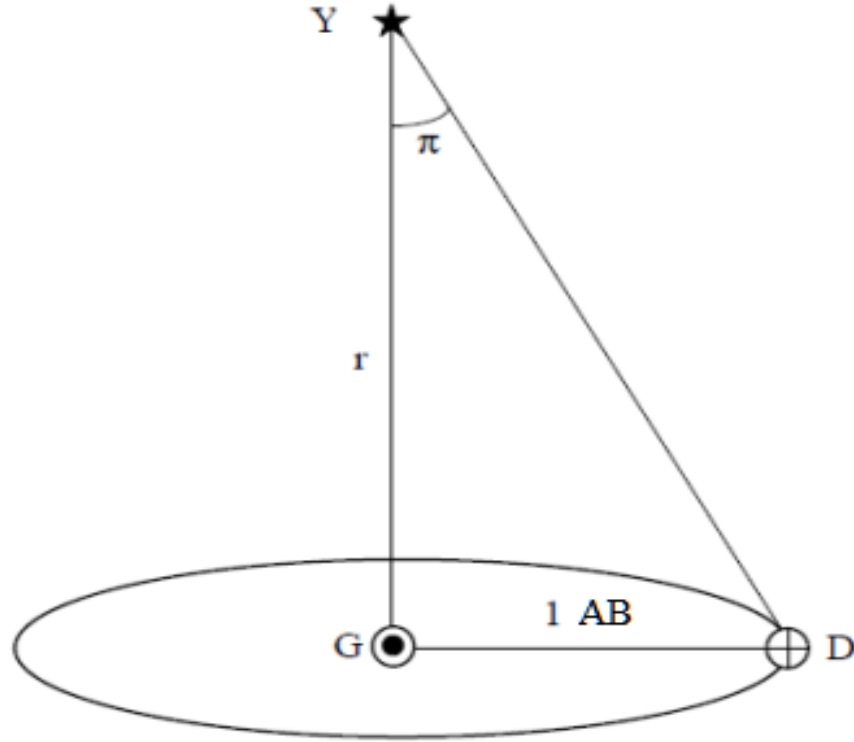
$$B - V = -2.5 \log \left( \frac{F_B}{F_V} \right) + C \quad (3.2)$$

denklemini elde edilir. Elde edilen renkler yıldızların farklı özelliklerini (sıcaklık, ışınım gücü, vb) yansıtırlar [99, 100].

Yıldızların insan gözüne farklı parlaklıklarda görünmesinin nedeni onların uzaklıkları ve ışınım güçleridir. Astronomide uzaklıklar çok büyük değerlerdir. Bu büyüklükler için “*ıraklık açısı*” ve “*parsek*” tanımları yapılmıştır. Şekil 3.1’de ıraklık açısı  $\pi$  ile gösterilmiştir ve yay saniyesi cinsinden ölçülür. Yıldızdan bakıldığında (Y) Güneş (G) – Dünya (D) arasındaki uzaklığı gören açıdır. Bir yıldızın ıraklık açısı ile uzaklığı arasındaki bağıntı yay saniyesi cinsinden

$$\pi(") = \frac{l(ab)}{r(pc)} \quad (3.3)$$

şeklinde tanımlanmıştır [97, 98]. 1 parsek ise dünya-güneş arasındaki uzaklığın 206265 katıdır. Bu durumda  $1 \text{ pc} = 3.08 \times 10^{16} \text{ m}$ ’dir.



Şekil 3. 1. Bir yıldızın ıraklık açısı ve uzaklığı [87].

Yıldızların ışıma özelliklerini birbirleri ile karşılaştırmak için parlaklıklarını uzaklık etkisinden arındırmak gerekmektedir. Bunun için ”**mutlak parlaklık**” tanımlanmıştır. Yıldızın standart bir uzaklıkta (10 pc) sahip olduğu görünen parlaklık o yıldızın mutlak parlaklığı olarak tanımlanmıştır. Bu durumda görünen parlaklık ile mutlak parlaklık arasındaki bağıntı

$$m - M = 5 \log r - 5 + A \quad (3.4)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Bu denklemde;

- M = Yıldızın mutlak parlaklığı
- r = Yıldızın parsek cinsinden uzaklığı
- m = Yıldızın görünen parlaklığı
- A = Yıldız doğrultusunda toplam yıldızlar arası soğurma

olarak tanımlanır. Bu eşitlik yardımı ile yıldızların parlaklıkları, ışınım güçleri ile doğrudan karşılaştırılır.

Yıldızlar için diğ er bir önemli parametre de yıldızların sıcaklıklarıdır. “*Bir yıldızın toplam ışınım gücüne eşit aynı yarıçaplı karacismin sıcaklığı o yıldız için etkin sıcaklıktır ve  $T_{eff}$  gösterilir*” [87].

Yıldızlar için tanımlanan bir diğ er özellik de “*z*” ile gösterilen “*metal bolluğu*” dur. Bunun bir ölçüsü de metal bolluğu oranı olarak tanımlanan ve Güneş’e göre bir yıldızda bulunan demir (Fe) bolluğunun hidrojen (H) bolluğuna oranını veren değ erdir. Bu değ er,

$$[Fe/H] = \log[Fe/H]_{yıldız} - \log[Fe/H]_{Güneş} \quad (3.5)$$

denklemleri ile tanımlanır [87, 97].

### 3. 2. Yıldızların Hareketleri ve Uzay Hızları

Gökyüzünde sabitmiş gibi duran yıldızların bir hareketi vardır ve bu hareket “*uzay hızı*” olarak tanımlanır. Yıldızların uzay hızının iki bileşeni vardır. Bir yıldızın uzay hızının bakış doğrultusundaki bileşenine dikine hız ( $V_r$ ), bakış doğrultusuna dik düzlemde bir yıl içindeki açısal yer değ iştirmesine de öz hareket ( $\mu$ ) denir. Öz hareket ekvatorial koordinat sisteminde iki bileşen ile tanımlanır. Bunlar; sağ açıklıktaki ( $\alpha$ ) bileşen  $\mu_\alpha$  ve dik uzaklıktaki ( $\delta$ ) bileşen  $\mu_\delta$  olarak gösterilir. Öz hareket ve dikine hız bileşenleri Şekil (3. 2)’de gösterilmiştir. Yıldızların gözlenen verileri

- konumlar ( $\alpha, \delta$ )
- parlaklıklar ( $m, M$ )
- dikine hızlar ( $V_r$ )
- sağ açıklık ve dik uzaklıkta öz hareketler ( $\mu_\alpha \cos \delta, \mu_\delta$ )
- ıraklık açısı ( $\pi$ )

şeklindedir ve bu gözlem verileri standart yöntemler ile Güneş Sistemi’nin kütle merkezine indirgenir [87, 98, 99].

Bir yıldızın ekvatorial koordinat sistemindeki konumu Şekil (3. 2)’den

$$\begin{aligned}
x &= r \cos \alpha \cos \delta \\
y &= r \sin \alpha \cos \delta \\
z &= r \sin \delta
\end{aligned}
\tag{3.6}$$

şeklindedir. Denklemlerdeki  $(x, y, z)$  yıldızın Güneş'e göre konumunu veren bileşenlerdir. Bu bileşenler;

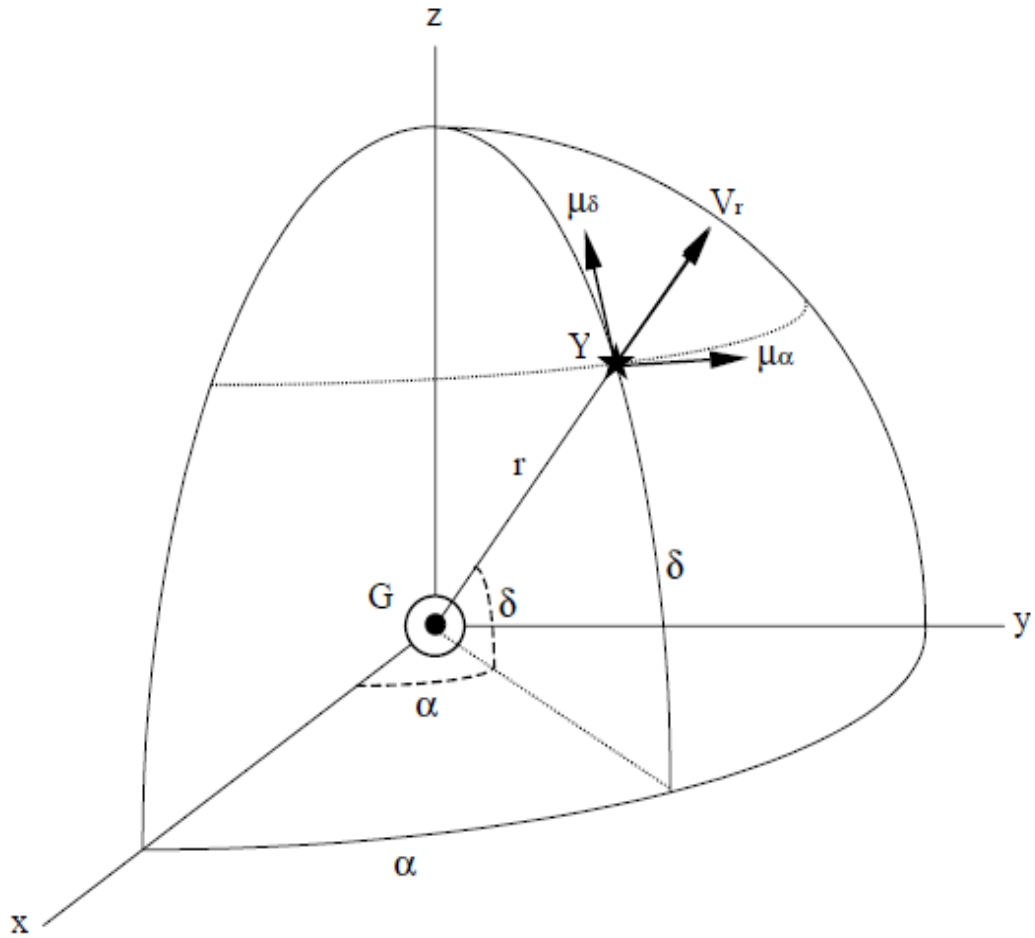
$r$  = yıldızın Güneş'e olan uzaklığı

$x$  = ilkbahar noktasının  $(\gamma)$  doğrultusu

$y$  =  $\gamma$  noktasına ve kuzey kutup doğrultusuna dik doğrultu

$z$  = ekvator kuzey kutup doğrultusu

şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 3. 2. Ekvatorial koordinat sisteminde dikine hız ve öz hareket bileşenleri [87].

(3.6) denkleminin zamana göre türevlerini alırsak

$$\begin{aligned}
 \dot{x} &= \dot{r} \cos \alpha \cos \delta - r \dot{\delta} \cos \alpha \sin \delta - r \dot{\alpha} \sin \alpha \cos \delta \\
 \dot{y} &= \dot{r} \sin \alpha \cos \delta - r \dot{\delta} \sin \alpha \sin \delta + r \dot{\alpha} \cos \alpha \cos \delta \\
 \dot{z} &= \dot{r} \sin \delta + r \dot{\delta} \cos \delta
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

denklemlerini elde ederiz. Yıldızın güneşe göre  $(\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$  çizgisel hız bileşenleri ile dikine hız ( $V_r$ ) ve öz hareket bileşenleri yönündeki teğetsel hızlar ( $r \dot{\delta}$ ,  $r \dot{\alpha} \cos \delta$ ) elde edilir [87]. Teğetsel hızlar ile öz hareket bileşenleri arasındaki bağıntı

$$\begin{aligned}
 V_{\mu_\delta} &= r \dot{\delta} = 4.74 \frac{\mu_\delta}{\pi} \\
 V_{\mu_\alpha} &= r \dot{\alpha} \cos \delta = 4.74 \frac{\mu_\alpha \cos \delta}{\pi}
 \end{aligned} \tag{3.8}$$

eşitlikleri ile elde edilir [87, 99]. Denklem (3.7) dikine hız ve öz hareket bileşenleri ve  $k = 4.74$  km/s sabiti (hıza çevirme sabiti) cinsinden tekrar yazılırsa ıraklık açısı ve öz hareketler açı saniyesi ve dikine hızda km/s cinsinden tanımlanır ve

$$\begin{aligned}
 V_r &= \dot{x} \cos \alpha \cos \delta + \dot{y} \sin \alpha \cos \delta - \dot{z} \sin \delta \\
 k \frac{\mu_\delta}{\pi} &= \dot{x} \cos \alpha \sin \delta - \dot{y} \sin \alpha \sin \delta + \dot{z} \cos \delta \\
 k \frac{\mu_\alpha \cos \delta}{\pi} &= -\dot{x} \sin \alpha + \dot{y} \cos \alpha
 \end{aligned} \tag{3.9}$$

denklemleri elde edilir [87]. Ekvatorial koordinat sisteminde elde edilen hız denklemlerinin Galaksi koordinat sistemine dönüşümü için

$$\begin{pmatrix} \cos l \cos b \\ \sin l \cos b \\ \sin b \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} \cos \alpha \cos \delta \\ \sin \alpha \cos \delta \\ \sin \delta \end{pmatrix} \tag{3.10}$$

denklemleri kullanılır. T dönüşüm matrisidir. Hipparcos ve Tycho Kataloğu'ndan alınan T dönüşüm matrisi

$$T = \begin{pmatrix} -0.054875 & -0.873437 & -0.483835 \\ 0.049410 & -0.444829 & 0.746482 \\ -0.867666 & -0.198076 & 0.455983 \end{pmatrix} \quad (3.11)$$

şeklinde tanımlanmıştır [101]. Denklem (3. 9)'u matris formunda ve Galaksi koordinat sistemi için tekrar yazarsak

$$\begin{pmatrix} V_r \\ k \frac{\mu_b}{\pi} \\ k \frac{\mu_l \cos b}{\pi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_r \\ V_{\mu_b} \\ V_{\mu_l} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos l \cos b & \sin l \sin b & \sin b \\ -\cos l \sin b & \sin l \sin b & \cos b \\ -\sin l & \cos l & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} \quad (3.12)$$

elde edilir [87, 99]. Bu denklemlerde;

$l$  = Galaktik boylam

$b$  = Galaktik enlem

$u$  = yıldızın Galaksi merkezi doğrultusundaki hız bileşenini

$v$  = yıldızın Galaksinin dönme doğrultusundaki hız bileşenini

$w$  = yıldızın Galaksi düzlemine dik doğrultudaki hız bileşenini

$\mu_b$  = Galaktik enlemdaki öz hareket bileşenini

$\mu_l$  = Galaktik boylamdaki öz hareket bileşenini

göstermektedir. Denklem (3. 12) yardımıyla yıldızların uzay hızlarını bulabiliriz. Yıldızların uzay hızlarını; sadece dikine hızlara bağlı, sadece öz hareketlere bağlı ve hem dikine hızları hem de öz hareketleri birlikte kullanarak da belirleyebiliriz [87].

### 3. 2. 1. Dikine hız ile çözüm

Eğer yıldızların öz hareketleri ve uzaklıkları belli değilse ortalama uzay hızı bileşenleri dikine hızlar kullanılarak denklem (3. 12) eşitliğinin birinci satırı

$$V_r = u \cos l \cos b + v \sin l \sin b + w \sin b \quad (3.13)$$

denklemleri kullanılarak bulunabilir. Bu eşitlik her yıldız için ayrı ayrı yazılır ve yıldız sayısı kadar eşitlikten oluşan denklem sistemi en küçük kareler yöntemi ile çözülür [87, 102, 103].

### 3. 2. 2. Öz hareket ile çözüm

Eğer yıldızların öz hareket bileşenleri ile uzaklıkları biliniyorsa dikine hızları olmadan da uzay hızları denklem (3. 12)'nin ikinci ve üçüncü satırlarını oluşturan

$$V_{\mu_b} = k \frac{\mu_b}{\pi} = -u \cos l \sin b - v \sin l \sin b + w \cos b$$

$$V_{\mu_l} = k \frac{\mu_l \cos b}{\pi} = -u \sin l + v \cos l \quad (3.14)$$

denklemleri birlikte ve birbirine oldukça yakın seçilen yıldızlardan oluşan birden fazla yıldız gurubu kullanılarak en küçük kareler yöntemiyle çözülür [87, 99, 102, 103].

### 3. 2. 3. Dikine hız ve öz hareket ile birlikte çözüm (Yıldız hareketinin standart modeli)

Yıldızların öz hareketleri ve dikine hızları biliniyorsa uzay hızları matris formunda yazılan denklem (3. 12) en küçük kareler yöntemiyle çözülür [87, 102, 103]. Ayrıca Hipparcos Katalogu'nda verilen ve denklem (3. 12)'nin yeniden düzenlenmiş matris formuna dayanan "*yıldız hareketinin standart modeli*" yöntemiyle yıldızların hem uzay konum ve hızları hem de hataları birlikte hesaplanabilmektedir. Bu yöntemde yıldızların gözlenebilen 6 parametresi (konumlar, ıraklık açıları, öz hareket bileşenleri ve dikine hızlar) ile bir sütun matrisi "A" oluşturulmaktadır. Bu oluşturulan matrisin elemanları sırasıyla  $(\alpha, \delta, \pi, \mu_\alpha, \mu_\delta, V_r)$  şeklindedir. Ekvatorial koordinat sisteminde bir yıldızın konumu

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{\pi} \end{pmatrix} \quad (3.15)$$

şeklindedir ve hızları

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{pmatrix} = R \cdot \begin{pmatrix} k \frac{\mu_\alpha \cos \delta}{\pi} \\ k \frac{\mu_\delta}{\pi} \\ V_r \end{pmatrix} \quad (3.16)$$

matris eşitliklerinden hesaplanır. Buradaki R matrisi yıldız konumları ile oluşturulan

$$R = \begin{pmatrix} p_x & q_x & t_x \\ p_y & q_y & t_y \\ p_z & q_z & t_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin \alpha & -\cos \alpha \sin \delta & \cos \alpha \cos \delta \\ \cos \delta & -\sin \alpha \sin \delta & \sin \alpha \cos \delta \\ 0 & \cos \delta & \sin \delta \end{pmatrix} \quad (3.17)$$

şeklinde bir dönüşüm matrisidir [87, 101].

Yıldızların konumlarının ve uzay hızlarının hataları için oluşturulan **A** sütun matrisinin ilk beş elemanının ( $\alpha, \delta, \pi, \mu_\alpha, \mu_\delta$ ) hatalarından ( $\varepsilon_\alpha, \varepsilon_\delta, \varepsilon_\pi, \varepsilon_{\mu_\alpha}, \varepsilon_{\mu_\delta}$ ) ve bu hataların korelasyon katsayılarından ( $\rho_{\delta\alpha}, \rho_{\pi\alpha}, \rho_{\pi\delta}, \rho_{\alpha\mu_\alpha}, \rho_{\delta\mu_\alpha}, \rho_{\pi\mu_\alpha}, \rho_{\alpha\mu_\delta}, \rho_{\delta\mu_\delta}, \rho_{\pi\mu_\delta}, \rho_{\mu_\alpha\mu_\delta}$ ) oluşan  $5 \times 5$  şeklinde bir “**C**” matrisi tanımlanır. Bu matris  $C_{ij} = \rho_{ij} \varepsilon_i \varepsilon_j$  ve  $C_{ii} = \varepsilon_{ii}^2$  ( $i, j = 1, 2, 3, 4, 5$ ) şeklindedir [87, 101].

Ekvatorial koordinat sisteminde konum ve uzay hızlarının hataları için bu hataları bir arada veren  $6 \times 6$ 'lık **H** matrisi

$$H = J \begin{pmatrix} C & 0 \\ 0 & \varepsilon_{V_r}^2 \end{pmatrix} J' \quad (3.18)$$



oluşturulur [87, 101]. Elde edilen  $\mathbf{H}$  matrisinin köşegen elemanlarının karekökleri ekvatorial koordinat sistemindeki konum ve uzay hızlarının hatalarını vermektedir. Burada tanımlanan 6x6'lık " $\mathbf{J}$ " matrisi ve bu matrisin devriği " $\mathbf{J}'$ " matrisi yıldızın gözlenen 6 parametresinden oluşturulan  $\mathbf{A}$  matrisinin elemanlarının hatalarını, konum ve uzay hızlarının hatalarına dönüştüren dönüşüm matrisidir ve bu matris

$$J = \begin{pmatrix} \frac{p_x}{\pi} & \frac{q_x}{\pi} & \frac{-t_x}{\pi^2} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{p_y}{\pi} & \frac{q_y}{\pi} & \frac{-t_y}{\pi^2} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{p_z}{\pi} & \frac{q_z}{\pi} & \frac{-t_z}{\pi^2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-(p_x\mu_\alpha + q_x\mu_\delta)k}{\pi^2} & \frac{p_x k}{\pi} & \frac{q_x k}{\pi} & t_x \\ 0 & 0 & \frac{-(p_y\mu_\alpha + q_y\mu_\delta)k}{\pi^2} & \frac{p_y k}{\pi} & \frac{q_y k}{\pi} & t_y \\ 0 & 0 & \frac{-(p_z\mu_\alpha + q_z\mu_\delta)k}{\pi^2} & \frac{p_z k}{\pi} & \frac{q_z k}{\pi} & z \end{pmatrix} \quad (3.19)$$

şeklinde [87, 101].

Galaktik koordinat sisteminde konum ve uzay hızlarını bulmak için 6x6'lık bir " $\mathbf{S}$ " dönüşüm matrisi tanımlanmaktadır. Bu matris denklem (3. 11) ile verilen ve ekvatorial koordinatları Galaktik koordinatlara dönüştüren T matrisi ile

$$S = \begin{pmatrix} T & O_{33} \\ O_{33} & T \end{pmatrix} \quad (3. 20)$$

şeklinde bir S matrisi oluşturulmaktadır. Bu S matrisi ile Galaktik koordinat sistemindeki konum ve hız bileşenlerini bulmak için ekvatorial koordinat sistemindeki konum ve hız bileşenlerinden oluşturulan bir sütun matrisi  $E = (x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$  tanımlanır [87, 101]. Galaktik koordinat sistemindeki konum ve uzay hızlarını veren 6x1'lik G sütun matrisi denklem (3. 21) ile verilen bağıntı ile bulunur. Bu G matrisinin ilk üç elemanı Galaktik konumları son üç elemanı ise Galaktik uzay hızlarını vermektedir [87, 101].

$$G = \begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \\ u \\ v \\ w \end{pmatrix} = S * E \quad (3.21)$$

Galaktik konum ve uzay hızlarının hatalarını 6x6 şeklinde tanımlanan  $H_G$  matrisi vermektedir. Bu matris

$$H_G = (G)(J) \begin{pmatrix} C & O_{33} \\ O_{33} & C \end{pmatrix} (J')(G') \quad (3.22)$$

şeklindedir. Elde edilen  $H_G$  matrisinin köşegen elemanlarının karekökleri ise galaktik koordinat sistemindeki konum ve uzay hızlarının hatalarını  $(\mathcal{E}_{\rho_x}, \mathcal{E}_{\rho_y}, \mathcal{E}_{\rho_z}, \mathcal{E}_u, \mathcal{E}_v, \mathcal{E}_w)$  vermektedir [87, 101].

### 3. 2. 4. Uzay ve hız dağılımları

Yıldızların uzay dağılımları (x, y, z) için denklem (3. 6)'nın Galaksi koordinat sistemindeki formu kullanılırsa

$$\begin{aligned} x &= r \cos l \cos b \\ y &= r \sin l \cos b \\ z &= r \sin b \end{aligned} \quad (3.23)$$

denklemleri yazılır. Hız dağılımları için yıldız hareketinin standart modeli kullanılarak bulunan Galaktik uzay hızları ve hataları ( $u, v, w, \mathcal{E}_u, \mathcal{E}_v, \mathcal{E}_w$ ) belirlenmiştir. Yıldız sayısı N üzerinden uzay hızlarının ortalamaları bulunur  $(\bar{u}, \bar{v}, \bar{w})$ ; daha sonra bu ortalamalar ile uzay hızları arasındaki farklar  $(u - \bar{u}, v - \bar{v}, w - \bar{w})$  belirlenir. Elde edilen bu farklar (3. 24) denklemlerinde kullanılarak hız dağılımları hesaplanır.

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{\sum (u - \bar{u})^2}{N-1}}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{N-1}} \quad (3.24)$$

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{\sum (w - \bar{w})^2}{N-1}}$$

ortalama uzay hız bileşenlerin hataları

$$\varepsilon_u = \frac{\sigma_u}{\sqrt{N}}; \varepsilon_v = \frac{\sigma_v}{\sqrt{N}}; \varepsilon_w = \frac{\sigma_w}{\sqrt{N}} \quad (3.25)$$

ve hız dağılımlarının hataları

$$\varepsilon_{\sigma_u} = \sqrt{\frac{2\sigma_u^2}{N-1}}$$

$$\varepsilon_{\sigma_v} = \sqrt{\frac{2\sigma_v^2}{N-1}} \quad (3.26)$$

$$\varepsilon_{\sigma_w} = \sqrt{\frac{2\sigma_w^2}{N-1}}$$

denklemleri ile elde edilir [111, 112].

Ayrıca eksen kayması olarak tanımlanan hız dağılımının ana eksenini ile Galaksi merkezi doğrultusu arasındaki açı

$$\Phi = \frac{1}{2} \operatorname{tg}^{-1} \left[ \frac{2 \left[ \frac{\sum (u - \bar{u})(v - \bar{v})}{N} \right]}{(\sigma_U^2 - \sigma_V^2)} \right] \quad (3.27)$$

denklemleri ile hesaplanır [87].

## 4. KULLANILAN MATERYAL VE YÖNTEM

### 4. 1. Materyal

#### 4. 1. 1. Yıldızların seçimi

Bu çalışmada kullanılan yıldızlar; liderliğini M. A. C. Perryman'ın yaptığı ve Perryman vd. tarafından 1997 yılında yayınlanan ESA'nın [http://www.rssd.esa.int/SA/HIPPARCOS/docs/vol11\\_all.pdf](http://www.rssd.esa.int/SA/HIPPARCOS/docs/vol11_all.pdf) web adresindeki Hipparcos Katalogu'ndan seçilmiştir ve bu katalog değerleri kullanılarak iki farklı algoritma ile çözüm yapılmıştır. Bu katalogda, çözümü yapılmış ve çözümü yapılmamış (Unsolved Variables) olmak üzere 484 adet Algol türü ışık eğrisine sahip “EA” olarak tanımlanmış yıldız vardır [101].

Hipparcos Katalogu'nda çözümü yapılmamış ancak çok büyük olasılıkla Algol türü ışık eğrisi değişimine sahip yıldızlar olarak belirlenen yıldızlar; HIP610, HIP3158, HIP3367, HIP3454, HIP8781, HIP10579, HIP11035, HIP12657, HIP14703, HIP16083, HIP17024, HIP20779, HIP20806, HIP21213, HIP22498, HIP23699, HIP24390, HIP24552, HIP24710, HIP25092, HIP25902, HIP27012, HIP29757, HIP30806, HIP30878, HIP31519, HIP32374, HIP32758, HIP32856, HIP33487, HIP34659, HIP35447, HIP37615, HIP38070, HIP38945, HIP41250, HIP41564, HIP42061, HIP42841, HIP42951, HIP44612, HIP46002, HIP48913, HIP51683, HIP52308, HIP53487, HIP54766, HIP56379, HIP58579, HIP64607, HIP66683, HIP69211, HIP69980, HIP74127, HIP76267, HIP85849, HIP87576, HIP89341, HIP89816, HIP92330, HIP92537, HIP98588, HIP99377, HIP100981, HIP102037, HIP102545, HIP102827, HIP105515, HIP111454, HIP111809, HIP112058, HIP113065, HIP114305 ve HIP115200 olmak üzere toplam 74 tanedir.

Hipparcos Katalogu'nda negatif ıraklık açısına sahip yıldızlar da bu listeye dahil edilmiştir. Bu yıldızlardan bazılarının negatif olan ıraklık açıları F. Van Leeuwen tarafından 2007 yılında Astron. Astrophys. dergisinde yayınlanan, SIMBAT katalog numarası I/311 olan, Hipparcos Katalogu'nun yeni düzenlemesi “**Validation of the new Hipparcos reduction**” [104] katalogundan elde edilmiştir. Bunun sonucunda HIP numaraları; 6174, 28472, 29757, 33163, 34299, 38398, 41784, 89341, 99309, 99599,

112436, 116339 olan yıldızlar ıraklık açıları negatif oldukları için, HIP24080 yıldızı LMC galaksisine ait olduğu için, HIP 41784 yıldızı ise ıraklık açısı “0” olduğu için çözümden çıkarılmıştır.

Katalogdaki bazı yıldızların ıraklık açıları ise sifira çok yakın oldukları için van Leeuwen katalogundaki değerleri kullanılmıştır. Bu yıldızların HIP numaraları şunlardır: 3367, 28045, 47279, 74778, 82691, 85569, 92414, 97595, 101780, 102524, 108317, 112928, 113385, 113461, 11714. Bu düzenlemeler yapıldıktan sonra tüm yıldızların listesi EK 1’de verilmiştir.

#### 4. 1. 2. Yıldız verilerinin araştırılması

Yıldız seçimi yapıldıktan sonra bu yıldızlara ait konumları ( $\alpha$ ,  $\delta$ ), özhareketleri, ( $\mu_\alpha \pm \epsilon_{\mu\alpha}$ ;  $\mu_\delta \pm \epsilon_{\mu\delta}$ ) ve ıraklık açıları ( $\pi \pm \epsilon_\pi$ ) Hipparcos kataloğu’ndan alınmıştır. Bu yıldızların çözümde kullanılan dikine hız ( $V_r$ ) değerleri literatürden toplanmıştır. Bulunan dikine hız değerleri EK 1’de kaynakları ile birlikte son iki sütunda verilmiş, bu kaynakların yazarları ve Bibliographic Code’ları ise EK 2’de sunulmuştur.

Yıldızların uzay hız bileşenleri ve uzay hız dağılımları “**Yıldız hareketinin standart modeli ve Johnson-Soderblom [101, 107]**” algoritmaları kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada yıldızlar birkaç alt guruba ayrılarak incelenmiştir, kullanılan yıldızların belirlenen alt gurupları ve yıldız sayıları Çizelge 4. 1’de verilmiştir.

Hipparcos katalogundan seçilen 484 yıldızın dikine hızları, bu yıldızlar ikili veya daha fazla sayıda yıldızdan oluşan sistemler oldukları için literatürden “**kütle merkezi**” hızı olarak taranmış ve 345 yıldızın kütle merkezinin dikine hızları bulunmuştur. Bu hızlar periyodik yayınlardan veya hız kataloglarından alınmıştır.

Liste yıldızlarından 77’sinin [Fe/H] bollukları literatürden bulunmuş ve bu yıldızlar görelî ıraklık açısı hatasına ( $\epsilon_\pi/\pi$ ) bakılmaksızın ayrı bir gurup olarak çözüme sokulmuştur. Görelî ıraklık açısı hatası 0.5’den küçük olan yıldız sayısı 256’dır. Daha sonra bu yıldızların yörünge dönemleri Hipparcos kataloğu, GCVS (General Catalog of Variable Stars; <http://www.sai.msu.su/gcvs/cgi-bin/search.htm>; N. N. Samus, O. V. Durlevich, E. V. Kazarovets, N. N. Kireeva, E. N. Pastukhova, A. V. Zharova, et al.; GCVS database, Version 2012Mar) [105] katalogu ve makalelerden taranmış, çözüme dahil edilen 332 yıldızdan 35’inin yörünge dönemi elde edilememiştir. Bu yıldızlar dönem aralıklarına göre kısa dönemli (dönem < 5 gün) ve uzun dönemli (dönem > 5

gün) olmak üzere iki guruba ayrılmışlardır. Bu seçilen guruplar tayf türlerine göre ayrıca incelenmemiştir. Seçilen yıldızların dikine hızları ve [Fe/H] bollukları bulunan yıldızlar ayrı bir gurup olarak kinematik bakımdan incelenmiş ancak bu yıldızlar, sayıları az olduğu için tayf türlerine göre incelenmemiştir.

Çizelge 4.1. Yıldız hareketinin standart modeli kullanılarak yapılan çözümde kullanılan yıldızların alt gurupları ve yıldız sayıları.

Sınırlama	Sayı	Tayf Türü
Sınırlama yok	332	–
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$	256	–
$\varepsilon_{\pi}/\pi > 0.500$	76	–
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$	200	B, A, F
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$	52	G, K, M
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ Çözümüne girmeyen	4	O (V1007 Sco, $\delta$ Cir, $\delta$ Ori) WN (V444 Cyg)
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.250$	170	–
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.250$	130	B, A, F
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.250$	39	G, K, M
$\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.250$ Çözümüne girmeyen	1	WN (V444 Cyg)
Periyot > 5 gün (Sınırlama Yok)	93	–
Periyot < 5 gün (Sınırlama yok)	204	–
Periyodu olmayanlar	35	–
$V_r$ ve [Fe/H]	77	–

Hipparcos katalogunda ışık eğrisi çözümünü tam olarak yapılmamış çok büyük olasılıkla EA türü ışık eğrisine sahip yıldızlar olarak tanımlanan HIP3367, HIP3454, HIP11035, HIP16083, HIP20806, HIP22498, HIP23699, HIP24390, HIP24710, HIP25092, HIP27012, HIP30806, HIP30878, HIP32856, HIP38070, HIP38945, HIP41250, HIP41564, HIP42951, HIP46002, HIP52308, HIP53487, HIP54766,

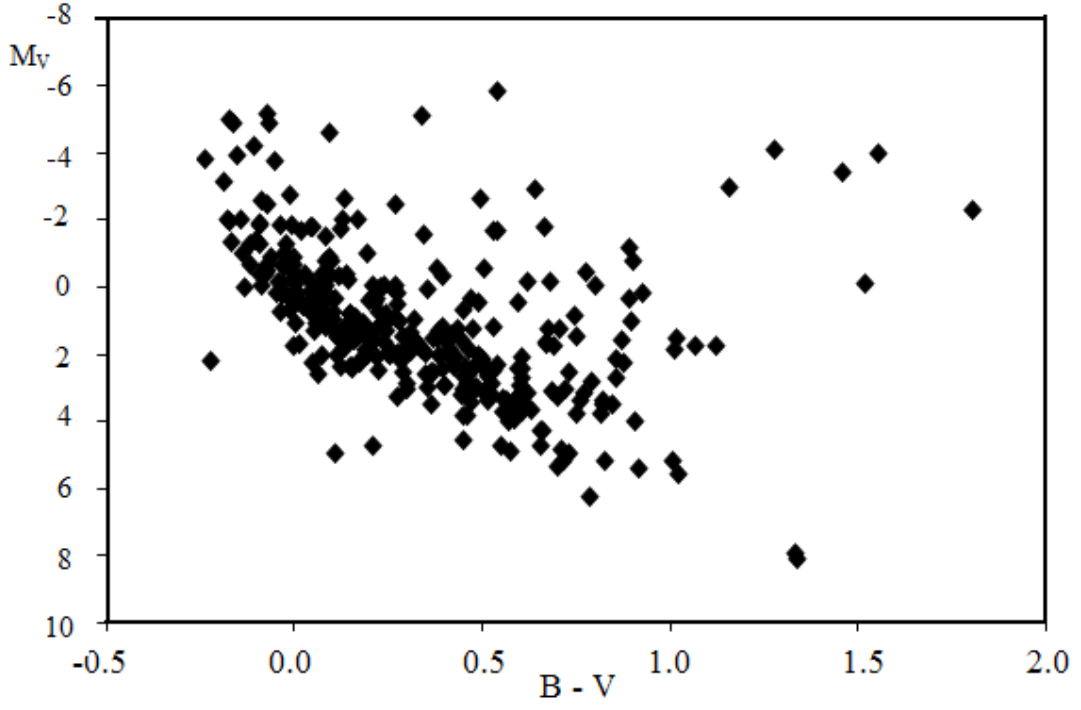
HIP56379, HIP58579, HIP64607, HIP69211, HIP74127, HIP76267, HIP89341, HIP89816, HIP92537, HIP100981, HIP102037, HIP102827, HIP111454, HIP111809, HIP112058, HIP113065, HIP114305 ve HIP115200 yıldızları olmak üzere toplam 41 yıldız çözüme dahil edilmiştir.

Hipparcos katalogundan seçilen bu yıldızlara ait galaktik koordinatlar, bazı yıldızların dikine hızları (<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>) web adresindeki SIMBAD [106] veri tabanından alınmıştır. Çalışmada kullanılan diğer kaynaklar internet üzerinde bulunan NASA Astrofizik Veri Sistemi (**The SAO/NASA Astrophysics Data System; <http://adswww.harvard.edu/>**), ve periyodik olarak yayınlanan astronomi ve astrofizik dergileridir.

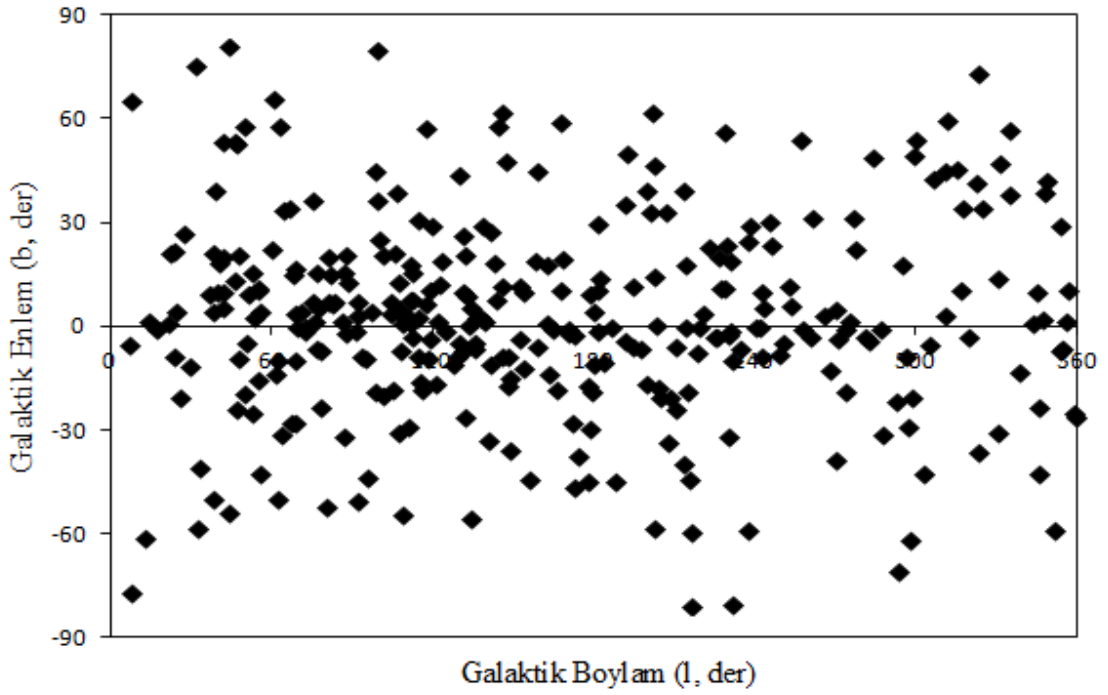
Bu çalışmada kullanılan periyodik dergilerden bazıları şunlardır: Astronomy and Astrophysics (A&A), Astronomical Journal (AJ), Astrophysical Journal (ApJ), Astrophysics and Space Science (ApSS), Astrophysical Journal Supplement Series (ApJS), Monthly Notes of the Royal Astronomical Society (MNRAS), New Astronomy (NewA), Observatory (Obs), Acta Astronomica (AcA), Publications of the Astronomical Society of the Pacific (PASP), Annual Reviews of the Astronomy and Astrophysics (ARAA), Astronomy and Astrophysics Supplement Series (A&AS), Publications of the Astronomical Society of Australia (PASA), Publications of the Astronomical Society of Japan (PASJ), Publications of Dominion Astrophysical Observatory (PDAO), Journal of Astrophysics of Astronomy (JAA) ve Journal of Royal Astronomical Society of Canada (JRASC)

Bu çalışmada kullanılan 332 yıldızın Hipparcos kataloğu'ndan alınan  $M_V$ ,  $(B - V)$  değerlerine göre renk-parlaklık diyagramı Şekil 4. 1'de, Galaktik koordinatlara göre dağılımı Şekil 4. 2'de, tayf türüne göre dağılımı Şekil 4. 3'de gösterilmiştir. Bu yıldızların göreceli iraklık açısı hatalarına göre dağılımı Şekil 4. 4'de gösterilmiştir.

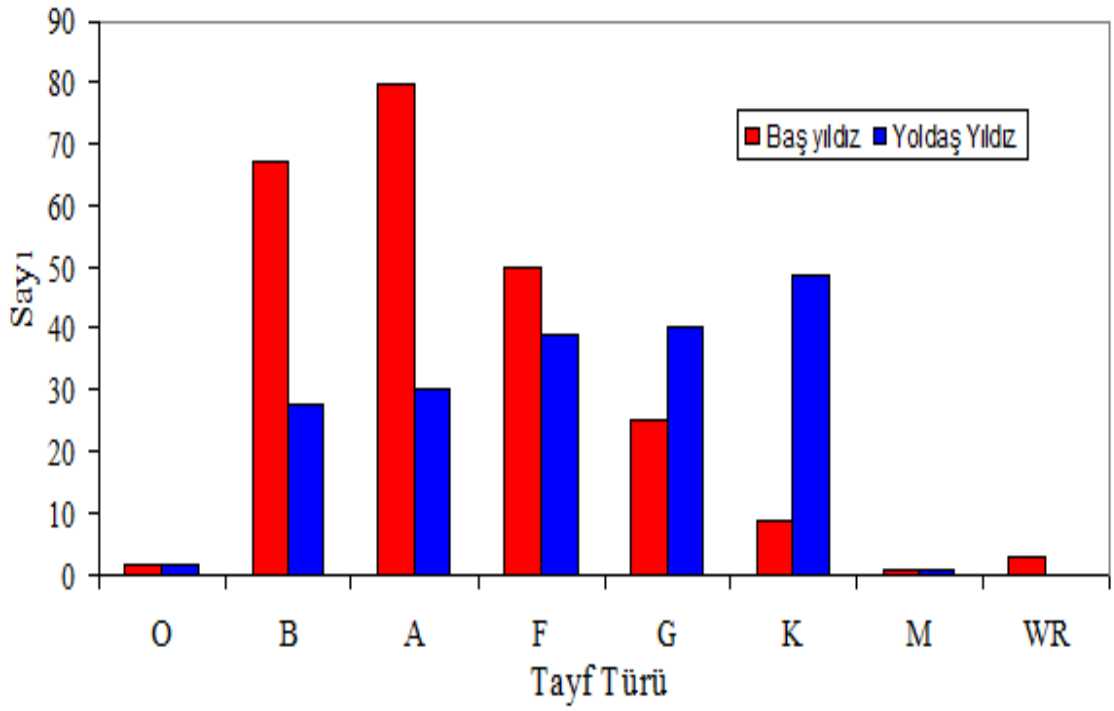




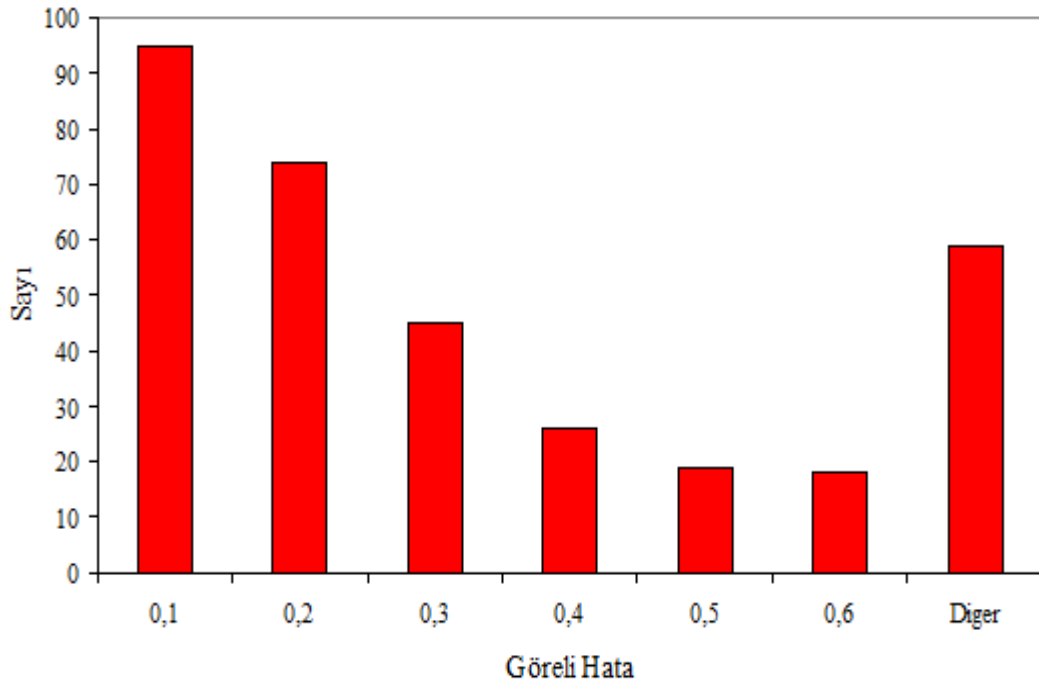
Şekil 4. 1. Çalışmada kullanılan 332 yıldızın renk – parlaklık diyagramı.



Şekil 4. 2. Çalışmada kullanılan 332 yıldızın galaktik koordinatlara göre dağılımı.



Şekil 4. 3 Çalışmada kullanılan 332 yıldızın tayf türlerine göre dağılımı.



Şekil 4. 4. Çalışmada kullanılan 332 yıldızın görelî iraklık açısı hatalarına göre ( $\varepsilon_{\pi} / \pi$ ) dağılımı.

## 4. 2. İndirgeme İşleminde Kullanılan Yöntem

İndirgeme işleminde kullanılan Johnson-Soderblom algoritması için Johnson – Soderblom’um önerdiği [107] yöntem kullanılmıştır. İndirgeme işlemi için bilgisayar programı Tuncay Özdemir tarafından Delphi programlama dilinde yazılmıştır. Kullanılan yöntemde;

$u$  = Galaktik merkez doğrultusundaki hızı

$v$  = Galaktik dönme doğrultusundaki hızı

$w$  = Galaktik kuzey kutup doğrultusundaki hızı

göstermektedir [107]. Yöntemde galaktik kuzey kutbunun sağ açıklığı  $12^h 49^m$  , dik uzaklığı  $27^\circ.4$  ve üçüncü açı olan sıfır galaktik boylam Kuzey Galaktik Kutbundan (NGP) geçen büyük yarı daireye göre Kuzey gök kutbunun pozisyon açısı olan  $\theta_0$  ise  $123^\circ$  olarak alınmıştır.

Galaktik koordinatlarla ekvatorial koordinatlar arasındaki dönüşüm, matris formunda

$$\begin{pmatrix} \cos b \cos l \\ \cos b \sin l \\ \sin b \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} \cos \delta \cos \alpha \\ \cos \delta \sin \alpha \\ \sin \delta \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

şeklinde yazılır. Burada T dönüşüm matrisidir ve

$$T = \begin{pmatrix} \cos \theta_0 & \sin \theta_0 & 0 \\ \sin \theta_0 & -\cos \theta_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\sin \delta_{NGP} & 0 & \cos \delta_{NGP} \\ 0 & -1 & 0 \\ \cos \delta_{NGP} & 0 & \sin \delta_{NGP} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \alpha_{NGP} & \sin \alpha_{NGP} & 0 \\ \sin \alpha_{NGP} & -\cos \alpha_{NGP} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4.2)$$

şeklinde dir. T dönüşüm matrisi (J2000) Hipparcos katalogunda

$$T = \begin{pmatrix} -0.05488 & -0.87344 & -0.48384 \\ 0.49411 & -0.44483 & 0.74698 \\ -0.86767 & -0.19808 & 0.45598 \end{pmatrix} \quad (4.3)$$

şeklinde tanımlanmıştır [108]. Koordinat dönüşüm matrisi A ise

$$A \equiv \begin{pmatrix} \cos \alpha \cos \delta & -\sin \alpha & -\cos \alpha \sin \delta \\ \sin \alpha \cos \delta & \cos \alpha & -\sin \alpha \sin \delta \\ \sin \delta & 0 & \cos \delta \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & -\cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \delta & 0 & -\sin \delta \\ 0 & -1 & 0 \\ -\sin \delta & 0 & -\cos \delta \end{pmatrix} \quad (4.4)$$

olarak tanımlanmıştır. Galaktik uzay hız bileşenleri  $B = T A$  ve  $k = 4.74$  km/s olmak üzere

$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = B \cdot \begin{pmatrix} V_r \\ k \frac{\mu_\alpha}{\pi} \\ k \frac{\mu_\delta}{\pi} \end{pmatrix} \quad (4.5)$$

şeklinde tanımlanır.

Birden fazla değişkene sahip bir denklemin varyansı

$$\sigma_{F(x,y,z)}^2 = \left( \frac{\partial F}{\partial x} \right)^2 \sigma_x^2 + \left( \frac{\partial F}{\partial y} \right)^2 \sigma_y^2 + \left( \frac{\partial F}{\partial z} \right)^2 \sigma_z^2 \quad (4.6)$$

şeklinde tanımlanır [108]. Bu denklem, değişkenlerin hata oranları birbirinden bağımsız ise geçerlidir. Öz hareketin iki bileşeni genelde birbirinden bağımsız ölçüldüğünden bu denklem kullanılabilir. T ve A matrislerinin u, v ve w'ya hiçbir hata getirmediğini varsaydığımızda bu denklemi

$$\begin{pmatrix} \sigma_U^2 \\ \sigma_V^2 \\ \sigma_W^2 \end{pmatrix} = C \cdot \begin{pmatrix} \sigma_{V_r}^2 \\ \left(\frac{k}{\pi}\right)^2 [\sigma_{\mu_\alpha}^2 + (\mu_\alpha \sigma_\pi)^2] \\ \left(\frac{k}{\pi}\right)^2 [\sigma_{\mu_\delta}^2 + (\mu_\delta \sigma_\pi)^2] \end{pmatrix} + \frac{2\mu_\alpha \mu_\delta k^2 \sigma_\pi^2}{\pi^4} \begin{pmatrix} b_{12} b_{13} \\ b_{22} b_{23} \\ b_{32} b_{33} \end{pmatrix} \quad (4.7)$$

şeklinde yazabiliriz. Burada tanımlanan C matrisi B matrisinin her elemanının karesinin alınması ile elde edilir [108].

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI , TARTIŞMA, SONUÇLAR ve ÖNERİLER

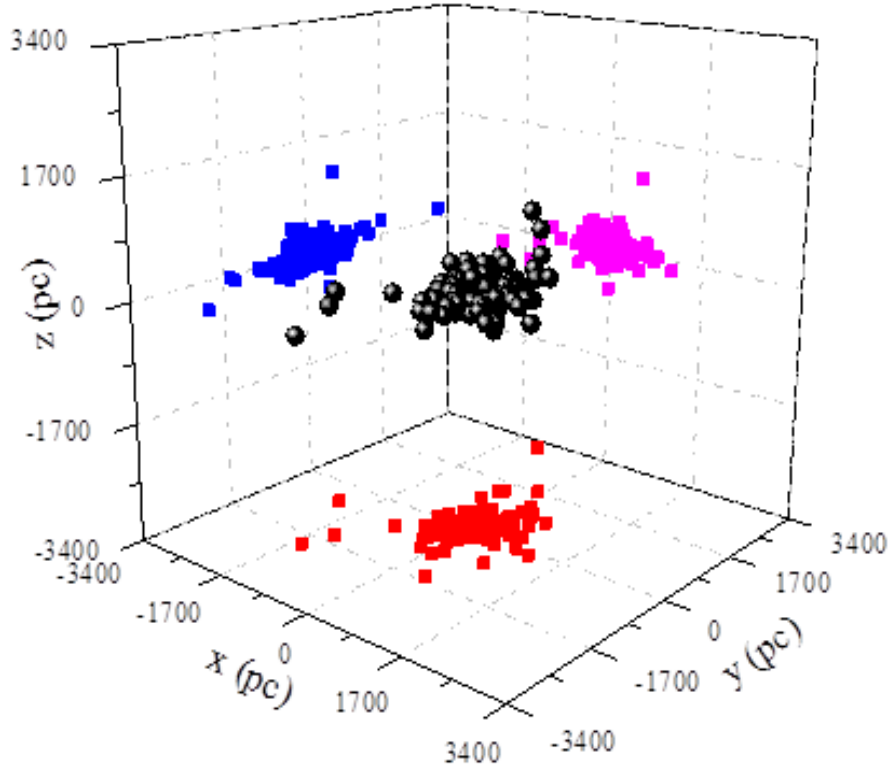
Algol türü yıldızların kinematik olarak incelenmesinde öncelikle bu yıldızların uzay hızları ( $u, v, w$ ) ve galaksi içindeki dağılımları ( $x, y, z$ ) incelenecek ve daha önce çeşitli yıldız gurupları için yapılan kinematik çalışmalarda elde edilen yaşlarla Algol türü yıldızların kinematik yaşları karşılaştırılacaktır.

### 5. 1. Uzay Hareketi ve Dağılımları

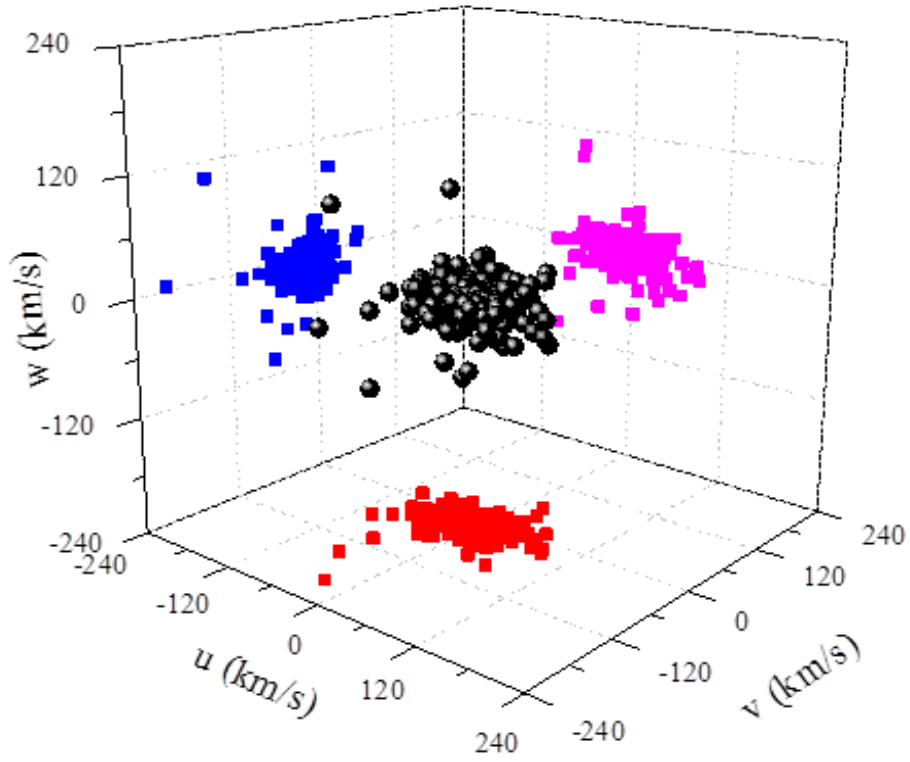
Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızların kinematik özellikleri, daha önce söz edilen yıldız hareketinin standart modeli [101] ve Johnson – Soderblom [107] algoritmaları kullanılarak iki şekilde elde edilmiştir. Kinematik veriler için gerekli olan yıldız verileri; konumlar ( $\alpha, \delta$ ), ıraklık açıları ( $\pi$ ) ve öz hareketler ( $\mu_\alpha, \mu_\delta$ ) Hipparcos kataloğundan alınmıştır. Bu yıldızlara ait dikine hız ( $V_r$ ) verileri literatürde farklı kaynaklardan alınmıştır. Hipparcos kataloğunda ıraklık açıları negatif olarak verilen ve ıraklık açı değerleri Hipparcos kataloğunun hata değerinin ( $\sigma = 0.97$ ) çok küçük olan bazı yıldızların verileri Hipparcos kataloğunun yeni düzenlenmesi olan ve 2007 yılında F. van Leeuwen tarafından yayınlanan [104] katalogdan alınmıştır. Kinematik hesaplamalarda Hipparcos kataloğunun kullanılmasının nedeni, en duyarlı ıraklık açılarını içeren en iyi veri tabanı olarak kabul edilmesidir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda Algol türü yıldızların uzay hızları ve hataları ( $u \pm \epsilon_u, v \pm \epsilon_v, w \pm \epsilon_w$ ) bulunmuştur. Ayrıca bu yıldızların uzay dağılımları ( $x, y, z$ ), hız dağılımları (elipsoidi) ( $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ ) ile eksen kayması  $\phi$  hesaplanmıştır.

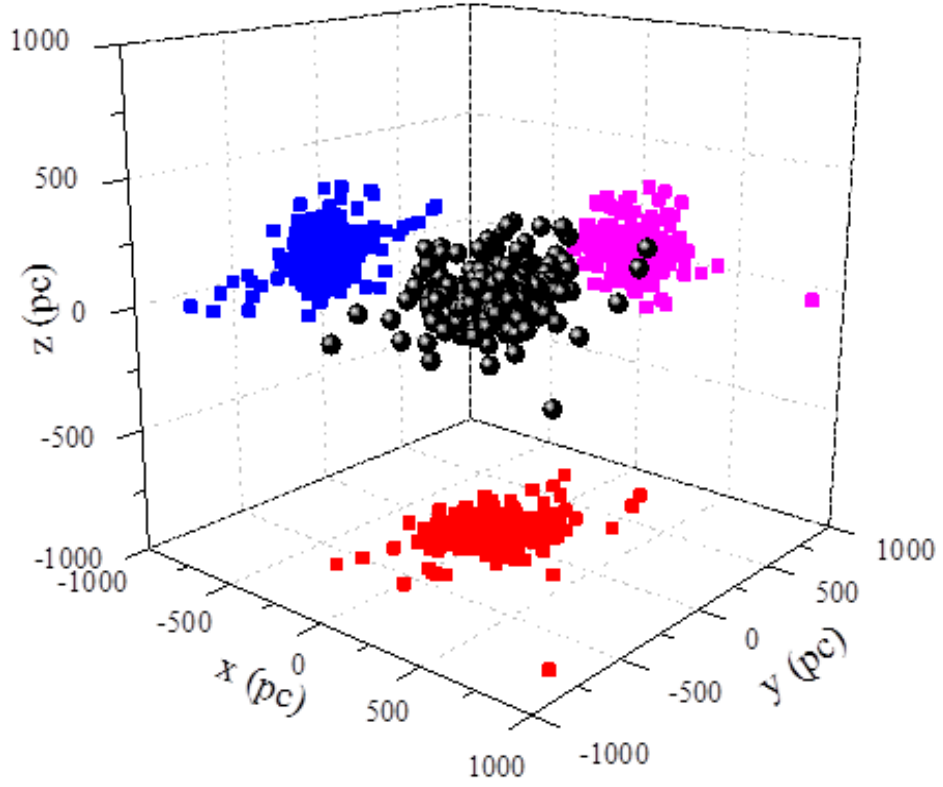
Algol türü yıldızların uzay dağılımları ve hız dağılımları, genel eğilimi görebilmek için görelî ıraklık açısı hatasına göre herhangi bir sınırlama yapılmadan üç boyutlu grafikler halinde Şekil 5. 1 ve Şekil 5. 2’de verilmiştir. Daha sonra görelî ıraklık açısı hatası  $\epsilon_\pi/\pi < 0.500$ ’den küçük olan yıldızların uzay dağılımları ve hız dağılımları üç boyutlu olarak Şekil 5. 3 ve Şekil 5. 4’te verilmiştir. Uzay dağılımında ( $x, y, z$ ) konumları galaktik koordinat sisteminin eksenleridir. Buna göre  $x$  galaksi merkezi doğrultusunu,  $y$  galaksinin dönme doğrultusunu ve  $z$  galaksi düzlemine dik doğrultuyu göstermektedir. Bu sistemin merkezi ise Güneş’tir.



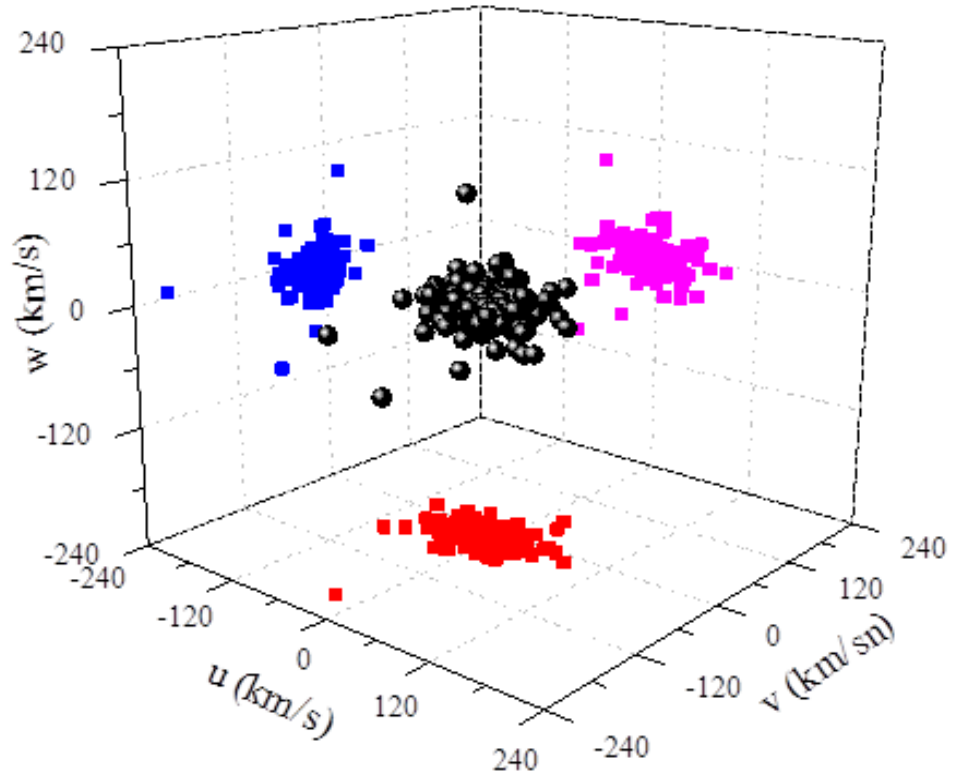
Şekil 5. 1. Çözümüne katılan 332 yıldızın  $(x, y, z)$  uzay dağılımları ile bu eksenlerin oluşturdukları düzlemlere izdüşümleri.



Şekil 5. 2. Çözümüne katılan 332 yıldızın  $(u, v, w)$  uzay hızları ile bu eksenlerin oluşturdukları düzlemlere izdüşümleri.



Şekil 5. 3.  $\varepsilon_\pi/\pi < 0.500$  olan 256 yıldızın (x, y, z) uzay dağılımları ile bu eksenlerin oluşturdukları düzlemlere izdüşümleri.



Şekil 5. 4.  $\varepsilon_\pi/\pi < 0.500$  olan 256 yıldızın (u, v, w) uzay hızları ile bu eksenlerin oluşturdukları düzlemlere izdüşümleri.



Benzer şekilde uzay hızları ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ) galaksi koordinat sisteminin hız eksenleridir. Bu sistemde;  $u$  galaksi merkezi doğrultusundaki uzay hız bileşenini,  $v$  galaksinin dönme doğrultusundaki uzay hız bileşenini ve  $w$  ise galaksi düzlemine dik doğrultudaki uzay hız bileşeni olarak tanımlanmaktadır [87]. Şekillerde verilen uzay hızları yıldız hareketinin standart modeli kullanılarak hesaplanan değerlerdir.

Görelî ıraklık açısı hatası  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızların  $x - z$  uzay dağılımı ve  $v - u$  uzay hız dağılımı Şekil 5. 5 ve Şekil 5.6'da verilmiştir. Şekil 5. 5'de HIP74778 ve Şekil 5.6'da HIP46881 yıldızları farklılık göstermektedir.  $x - z$  düzleminde HIP74778 dikkate alınmadığında yıldızlar her iki ekseninde de  $\pm 500$  pc içinde bir dağılım göstermektedir. Bu durum belirlediğimiz ıraklık açısı sınırlamasından kaynaklanmış gibi görünmektedir.. Bu durumda  $x - z$  dağılımı hemen hemen simetrik bir dağılım göstermektedir.

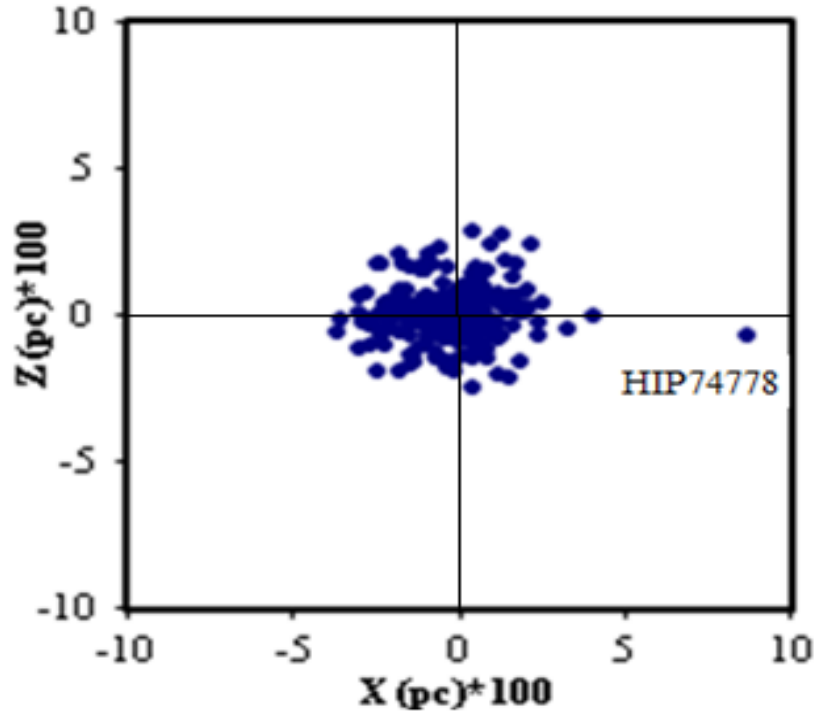
Yıldızların  $y - z$  eksenindeki uzay dağılımları ve  $v - w$  hız dağılımları Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de verilmiştir. Konum grafiklerine baktığımızda yıldızlarımız galaksimizin kollarında bulunan yıldızlardır ve hiçbir halo yıldızları olarak görünmemektedir. Hız ve konum dağılımları simetrik görünmektedir, herhangi bir yanlılık ve seçim etkisi gözlenmemektedir. HIP46881 (S Vel)  $v = -200.7$  km/s'lik hızı ile ince disk üzerinde Öbek II yıldızıdır [111].

Kinematik farklılığı belirleyen esas parametre galaksi dönme yönündeki hız bileşeni  $v$ 'dir. Alkol sistemlerini kinematik olarak incelerken belirlediğimiz alt guruplarda  $v$  bileşeninin kinematik bakımdan etkili olmadığı Çizelge 5. 1'de görülmektedir. Bu alt guruplarda  $v$  hızı hata sınırları içinde hemen hemen aynıdır.

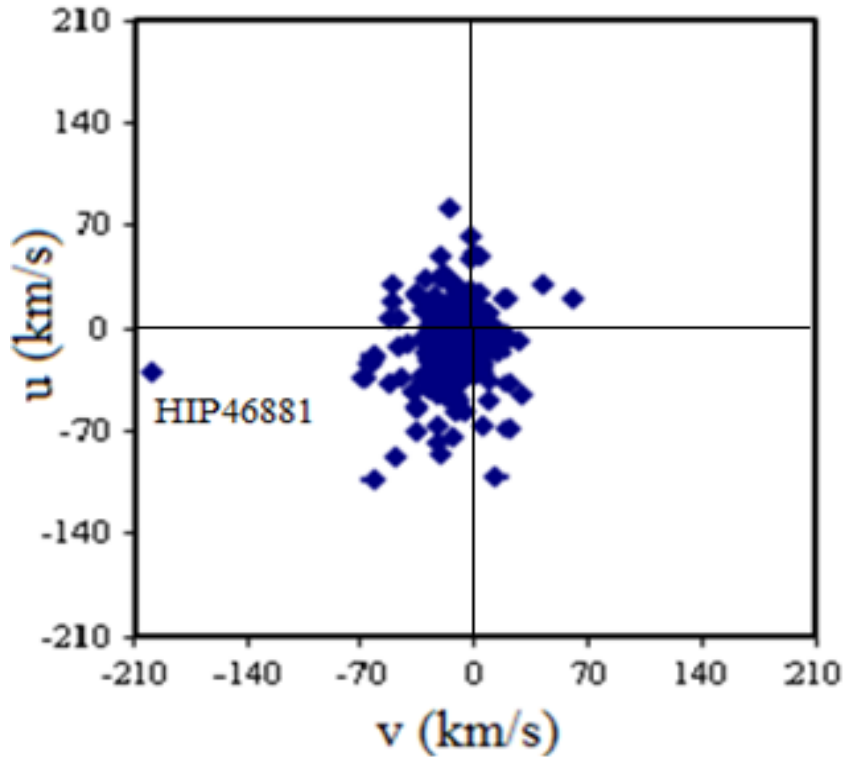
Galaksi dönme yönündeki hız dağılımı, yani  $v$  hız ekseninde boyunca negatif hızların fazla olmasının nedeni galaksi dönme yönünde pozitif hızlara sahip yıldızların sayısının fazla olmamasıdır. Alkol yıldızlarının çoğu  $v$  ekseninde negatif hızlara sahiptir. Bu durumda Alkol yıldızlarının Güneş'e göre daha geride kaldıklarının bir göstergesidir, bu aynı zamanda Güneş'in öz hızının yansımasıdır.

Alkol yıldızlarının kinematik özellikleri ıraklık açısı daha iyi olan ( $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.250$ ) yıldızlar için de incelenmiştir. Daha iyi ıraklık açısına sahip Alkol yıldızları için bulduğumuz uzay ve hız dağılımları ile Şekil 5. 5 ve Şekil 5. 6'da verilen görelî ıraklık açısı hatası  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan Alkol yıldızlarının uzay ve hız dağılımları arasında

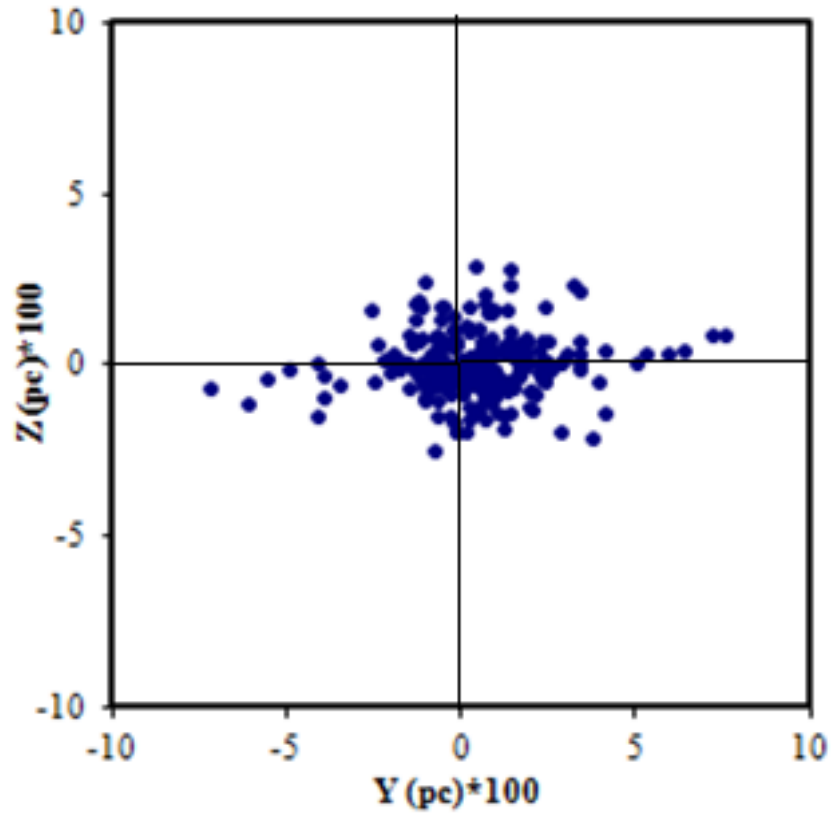
belirgin bir fark görülmemiştir. Sadece yıldız sayısı ve saçılma miktarı azalmıştır. Bu yıldızların konum ve hız grafikleri Şekil 5. 9'da verilmiştir.



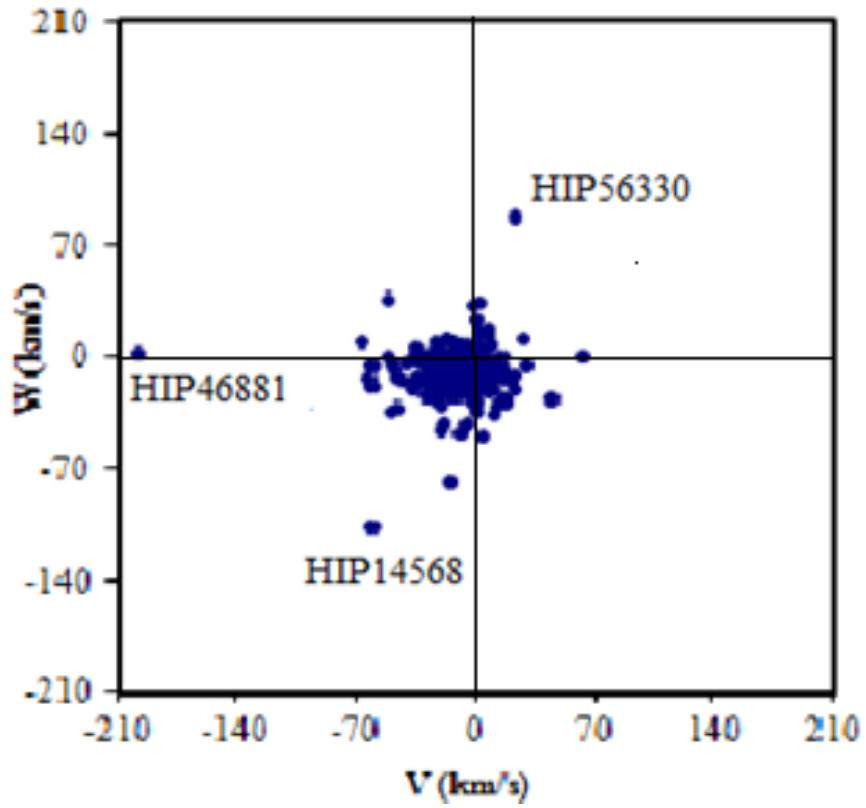
Şekil 5. 5.  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızların x – z uzay dağılımı.



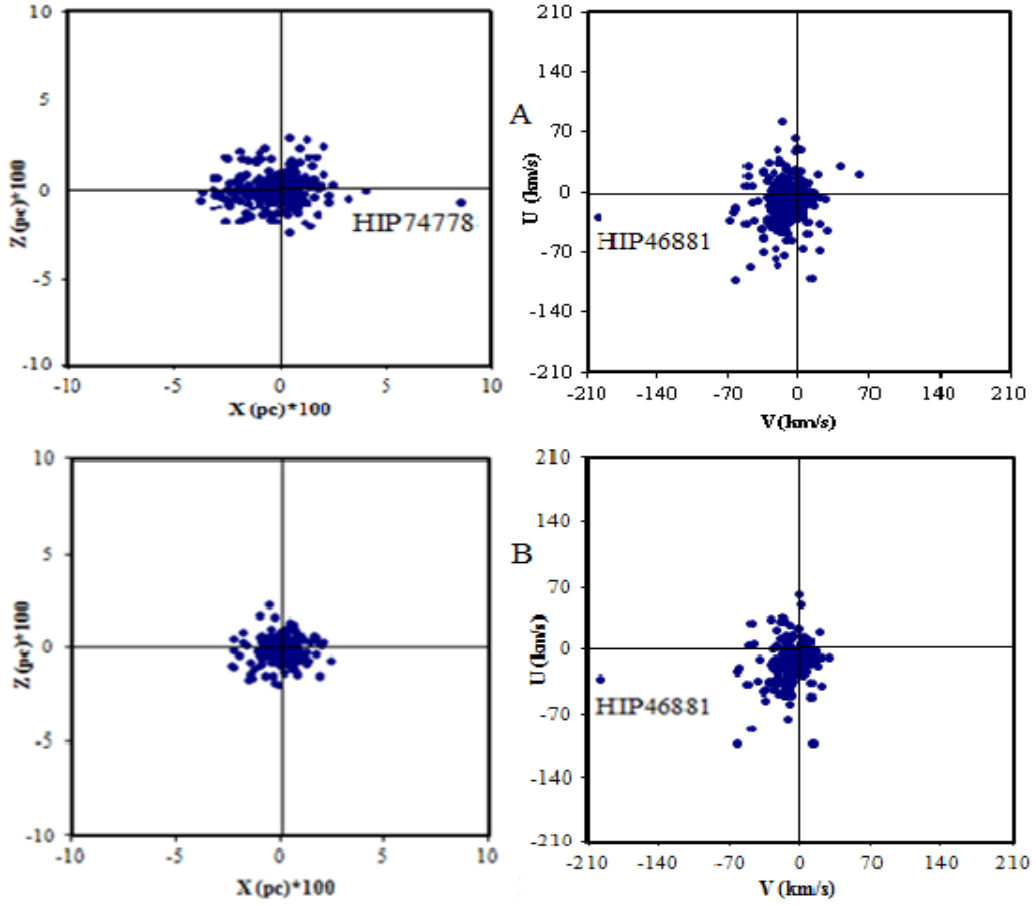
Şekil 5. 6.  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızların v – u uzay hız dağılımı.



Şekil 5. 7.  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızların y – z uzay dağılımı.



Şekil 5. 8.  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızların v – w uzay hız dağılımı.



Şekil 5. 9. A.  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızların x – z ve v – u grafikleri; B.  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.250$  olan yıldızların x – z ve v – u grafikleri.

Algol yıldızlarının, Yıldız Hareketinin Standart Modeli [101], ve Johnson – Soderblom [107] algoritması ile yapılan çözümlerin sonuçları Çizelge 5. 1’de verilmiştir. Çizelge 5. 1’de aynı yıldız gurupları için verilenlerden birinci satır Yıldız Hareketinin Standart Modeli kullanılarak elde edilen kinematik sonuçları; ikinci satır ise Johnson – Soderblom algoritması ile yapılan çözümlerin sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlar hemen hemen birbirinin aynı olduğu için diğer gurupların kinematik sonuçları ilk iki gurup dışında Çizelge 5. 1’de gösterilmemiştir.

Yapılan hesaplamalara galaktik dönme etkisi katılmamıştır. Bunun nedeni incelenen Algol yıldızlarının uzay dağılımlarının çok farklı ve geniş bir aralığa sahip olmamasıdır. Örneğin  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan Algol yıldızları için bütün yıldızların uzay dağılımı incelendiğinde (Şekil 5. 3) yıldızlar her ekseninde (x, y, z) yaklaşık  $\pm 500$  pc içinde bir dağılım göstermektedir. Bir gurup olarak düşünüldüğünde yakın sayılabilecek bu yıldızlar için diferansiyel galaktik dönmenin uzay hızlarına etkisinin fazla

olmayacağı, eğer varsa da bütün yıldızları aynı oranda etkileyeceği düşünülmektedir [87]. Ayrıca galaktik dönmenin kinematik olarak yaşlı yıldızlar üzerinde çok etkili olmadığı da bilinmektedir [89]. Döneme göre yapılan sınıflamada dönemi 5 günden küçük ve 5 günden büyük olan yıldızlar için yapılan kinematik hesaplamalarda bunların uzay hızı bileşenlerinde her hangi bir kinematik farklılık gözlenmemektedir. Ancak  $\sigma_u$ ,  $\sigma_v$ ,  $\sigma_w$  değerlerindeki farklılık yıldız sayısından kaynaklanabileceği gibi kinematik bir farklılıktan da kaynaklanabilir.

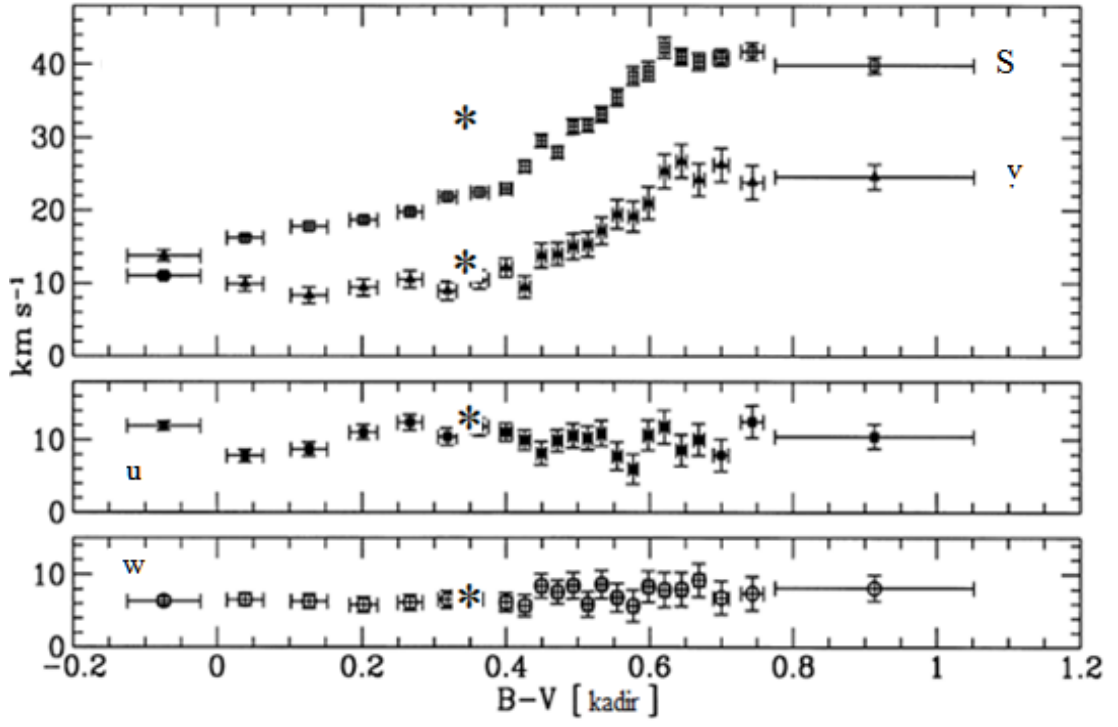
Algol yıldızları için elde ettiğimiz ortalama uzay hızları ile Güneş'in hareketini temsil eden ve Güneş'in ters işaretli öz hızları ( $u_\odot$ ,  $v_\odot$ ,  $w_\odot$ ) karşılaştırıldığında aralarında büyük farklar olmadığı görülmüştür. Algol yıldızları için bulduğumuz ortalama uzay hızları Dehnen ve Binney'in (1998) tanımladığı S hız dağılım parametresi ile karşılaştırılmıştır. S her hangi bir yıldız gurubu için hız dağılımının bir ölçüsü olarak kabul edilen hız dağılım parametresidir ve hız dağılımının bileşenlerinden  $S^2 = (0.77 \sigma_u^2 + 0.45 \sigma_v^2 + 0.79 \sigma_w^2)^{1/2}$  eşitliği ile hesaplanmaktadır [84, 87]. Şekil 5. 10 ve Şekil 5. 11 sırasıyla S ve B – V değişiminin grafiklerini göstermektedir [84].

Hipparcos katalogundaki Algol yıldızlarının B – V renkleri  $-0.25 < B - V < 1.9$  aralığında değişim göstermektedir. Şekil 5.10'de B – V rengi 1.2 değerine kadar verilmektedir, ancak Dehnen ve Binney'e [84] göre renk değeri büyüdükçe belli bir değerden sonra ( $B - V > 0.8$ ) uzay hızlarının değeri hemen hemen sabit kalmaktadır. Bu nedenle bulduğumuz u, v, w hız değerlerini (Çizelge 5.1) Şekil 5. 10 üzerinde yorumlamamızda herhangi bir kısıtlama yoktur ve Algol sistemlerinin değeri “\*” ile gösterilmiştir. Yıldızların uzay hızları (u, v, w) ile Güneş'in hareketini temsil eden öz hızları ( $u_\odot$ ,  $v_\odot$ ,  $w_\odot$ ) ters işaretlidir. Buna göre  $\epsilon_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldızlarımızın ortalama hız değerleri, renkleri ortalama  $B - V = 0.34$  olduğu için Mihalas ve Binney [99] tarafından anakol yıldızları için hazırladıkları Şekil 5. 10 üzerinde gösterilmiştir.

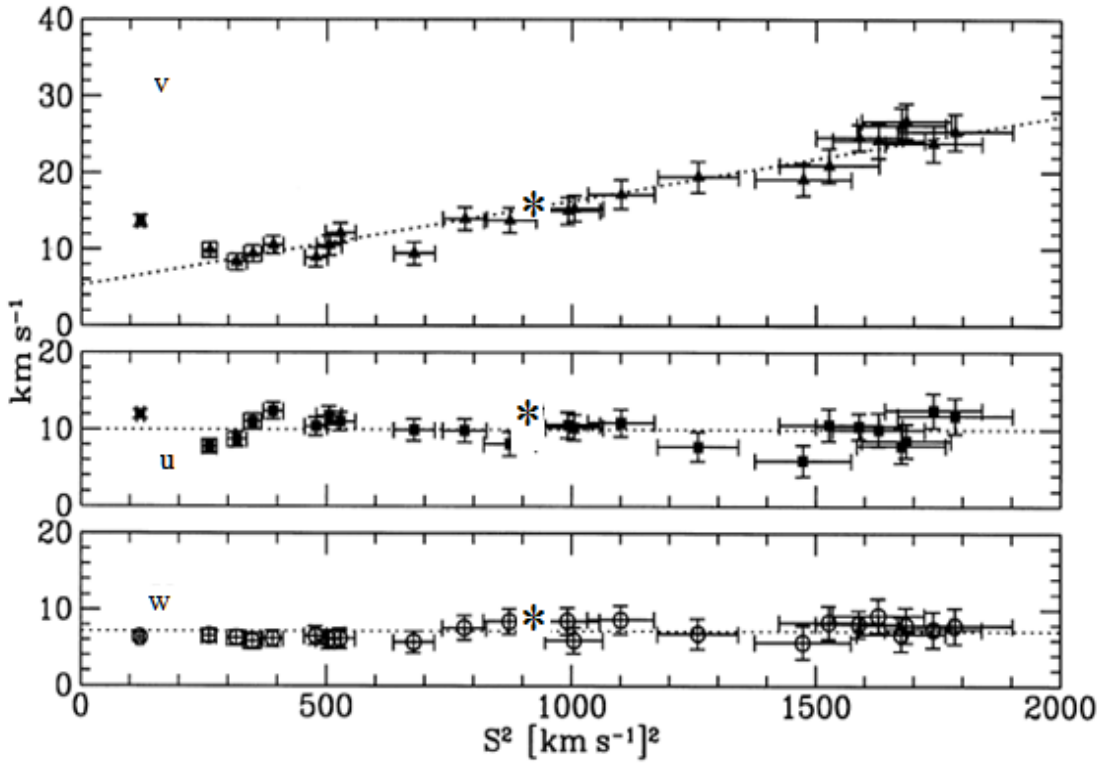
Aynı yıldız gurubu için bulduğumuz S parametresi ile ortalama uzay hızları Şekil 5. 11'de “\*” ile gösterilmiştir. Grafikte u ve w hız bileşenlerinin sabit olduğu ancak v hız bileşeninin  $S^2$  büyüdükçe çizgisel olarak arttığı görülmektedir.  $\epsilon_\pi/\pi < 0.500$  için  $S^2 = 924.2$  olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5. 1. Algoller için yapılan çözümler sonucunda elde edilen ortalama uzay hızları, hız dağılımları, hız dağılım oranları, yaş ve eksen kayması değerleri. Yaş için verilen değerler Wielen ve Tüysüz'den [79, 110] hesaplanan değerlerdir.

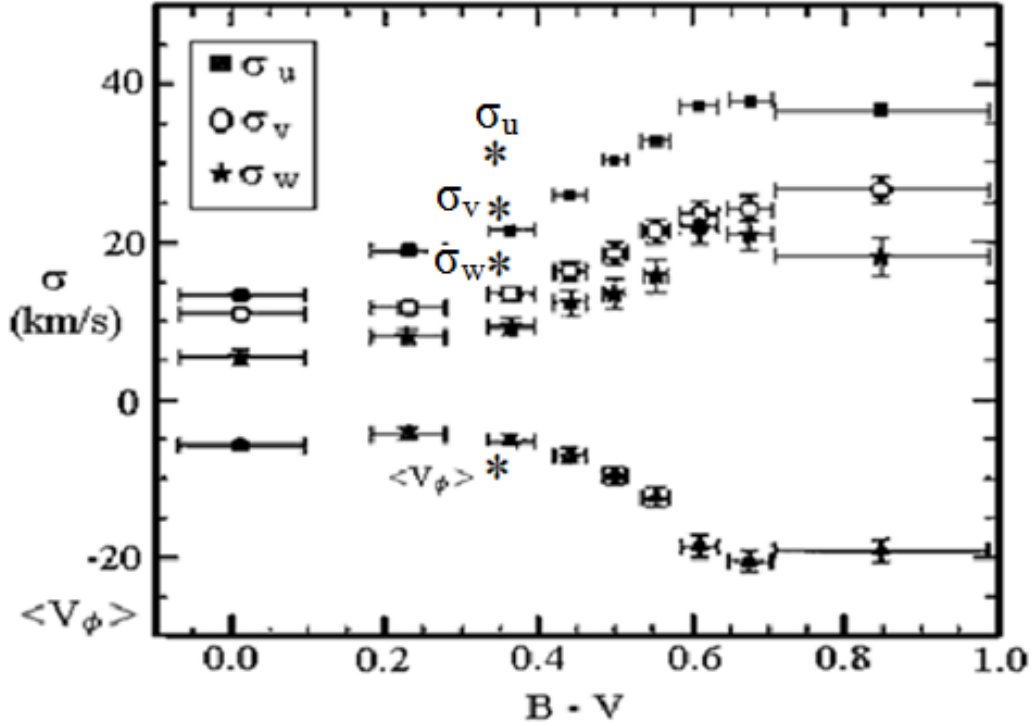
GURUPLAR	N	Ortalama Hızlar (km/s)			Hız Dağılımları (km/s)			$\sigma$	$\sigma_u : \sigma_v : \sigma_w$	$\frac{\sigma_w}{\sigma_u}$	$\frac{\sigma_v}{\sigma_u}$	$\phi$ ( $^\circ$ )	$t$ * $10^9$ (yıl)
		$u \pm \epsilon_u$	$v \pm \epsilon_v$	$w \pm \epsilon_w$	$\sigma_u \pm \epsilon_{\sigma u}$	$\sigma_v \pm \epsilon_{\sigma v}$	$\sigma_w \pm \epsilon_{\sigma w}$						
Tüm Yıldızlar TY	332	-9.0 $\pm$ 1.6	-13.8 $\pm$ 1.3	-7.7 $\pm$ 1.0	28.3 $\pm$ 2.5	23.0 $\pm$ 2.0	16.3 $\pm$ 1.4	40.0	1.7 : 1.4 : 1.0	0.6	0.8		1.95
		-9.0 $\pm$ 1.6	-13.7 $\pm$ 1.3	-7.7 $\pm$ 1.0	28.4 $\pm$ 2.5	22.8 $\pm$ 2.0	16.4 $\pm$ 1.5	39.9	1.7 : 1.4 : 1.0	0.6	0.8		1.94
$\pi_g < 0.5$ olan TY	256	-11.6 $\pm$ 1.7	-13.2 $\pm$ 1.3	-7.2 $\pm$ 0.9	26.6 $\pm$ 2.4	21.0 $\pm$ 1.9	15.2 $\pm$ 1.3	37.1	1.7 : 1.4 : 1.0	0.6	0.8	16.9	1.83
		-11.7 $\pm$ 1.7	-13.2 $\pm$ 1.3	-7.3 $\pm$ 1.0	26.6 $\pm$ 2.4	20.8 $\pm$ 1.8	15.3 $\pm$ 1.4	37.1	1.7 : 1.4 : 1.0	0.6	0.8	16.8	1.83
$\pi_g < 0.5$ olan B,A,F TT	200	-9.3 $\pm$ 1.7	-13.1 $\pm$ 1.5	-6.5 $\pm$ 1.0	24.7 $\pm$ 2.2	20.6 $\pm$ 1.8	14.4 $\pm$ 1.3	35.3	1.7 : 1.4 : 1.0	0.6	0.8	15.8	1.75
$\pi_g < 0.5$ olan G,K,M TT	52	-20.3 $\pm$ 4.4	-15.6 $\pm$ 2.9	-10.3 $\pm$ 2.5	31.8 $\pm$ 2.9	20.6 $\pm$ 1.8	18.2 $\pm$ 1.6	42.0	1.7 : 1.1 : 1.0	0.6	0.7	13.9	2.03
$\pi_g < 0.25$ olan TY	170	-12.5 $\pm$ 1.9	-13.1 $\pm$ 1.7	-7.9 $\pm$ 1.2	24.9 $\pm$ 2.2	22.0 $\pm$ 2.0	15.0 $\pm$ 1.3	36.5	1.7 : 1.5 : 1.0	0.6	0.9	28.9	1.80
$\pi_g < 0.25$ olan B,A,F TT	130	-10.4 $\pm$ 1.9	-12.7 $\pm$ 2.0	-7.0 $\pm$ 1.2	21.9 $\pm$ 1.9	22.5 $\pm$ 2.0	13.6 $\pm$ 1.2	34.2	1.6 : 1.7 : 1.0	0.6	1.0	-39.9	1.70
$\pi_g < 0.25$ olan G,K,M TT	39	-19.5 $\pm$ 5.2	-14.5 $\pm$ 3.3	-11.0 $\pm$ 3.0	32.7 $\pm$ 2.9	20.9 $\pm$ 1.9	19.0 $\pm$ 1.7	43.2	1.7 : 1.1 : 1.0	0.6	0.6	16.1	2.08
Periyot > 5 Gün	93	-10.2 $\pm$ 2.9	-13.3 $\pm$ 2.6	-8.2 $\pm$ 1.1	27.9 $\pm$ 2.5	25.1 $\pm$ 2.2	10.8 $\pm$ 1.0	39.0	2.6 : 2.3 : 1.0	0.4	0.9	28.7	1.91
Periyot < 5 Gün	204	-7.9 $\pm$ 2.0	-13.9 $\pm$ 1.4	-8.2 $\pm$ 1.2	28.1 $\pm$ 2.5	20.5 $\pm$ 1.8	17.1 $\pm$ 1.5	38.8	1.6 : 1.2 : 1.0	0.6	0.7	6.4	1.90
Vr + FeH	77	-8.8 $\pm$ 3.6	-13.0 $\pm$ 2.9	-6.5 $\pm$ 2.7	31.9 $\pm$ 2.8	25.5 $\pm$ 2.3	23.9 $\pm$ 2.1	47.4	1.3 : 1.1 : 1.0	0.7	0.8	18.3	2.24



Şekil 5. 10. Anadol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile B – V rengi arasındaki grafiği [84, 87].



Şekil 5. 11. Anadol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile hız dağılım ölçüsü S arasındaki grafiği [84, 87].



Şekil 5. 12. Anakol yıldızlarının B – V rengi ile hız dağılımları ve Strömberg asimetrik kayması arasındaki grafiği [84, 87].

Şekil 5. 12’de B – V rengine karşılık hesaplanan  $\sigma$  değerleri ve Strömberg asimetrik kaymasına göre Algei yıldızlarının buldukları yerler “\*” ile belirlenmiştir.

Strömberg asimetrik kayması  $\langle V_\phi \rangle = -\frac{\sigma_u^2}{80}$  bağıntısı ile belirlenmektedir [84, 87].

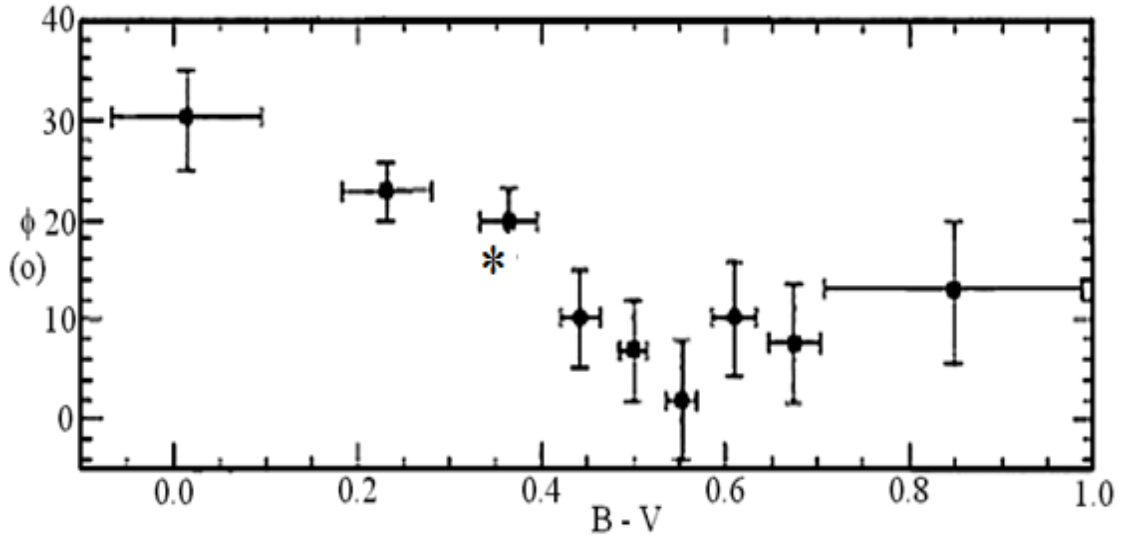
$\varepsilon_\pi/\pi < 0.500$  yıldız gurubu için hesaplanan değeri ise  $-8.8$ ’dir.

Algei yıldızları için belirlediğimiz bir diğer kinematik parametre ise “eksen dönmesi” ( $\phi$ ) olarak bilinen ve hız dağılımının ana ekseninin galaksi merkezi doğrultusundan ne kadar saptığını gösteren parametredir. Bu değer  $\varepsilon_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldız gurubu için  $16.9$  derece olarak belirlenmiş ve bu değerler Şekil 5. 13 üzerinde “\*” ile gösterilmiştir.

Şekil 5. 10 ve Şekil 5. 12’deki sapmalar hızlardan kaynaklanmaktadır. Bu grafikler tek anakol yıldızları için hazırlanmış grafiklerdir, Algei sistemleri ise birden fazla yıldızdan oluşmaktadır. Ayrıca dikine hızın ( $V_r$ ) sistemin kütle merkezini ne kadar temsil ettiği önemlidir. Aynı şey öz hareket için de geçerlidir çünkü öz hareketin de



kütle merkezini ne kadar temsil ettiği önemlidir. Bu nedenlerden dolayı bu sapmalar meydana gelebilir.



Şekil 5. 13. Anadol yıldızlarının B - V rengi ile eksen kayması ( $\phi$ ) arasındaki grafiği [84, 87].

Genelde bütün yıldız türleri için kabul edilen ve hız dağılım bileşenleri arasındaki ilişkinin  $\sigma_u > \sigma_v > \sigma_w$ ;  $\sigma_w / \sigma_u = 0.5$  ve  $\sigma_v / \sigma_u = 0.55 - 0.75$  şeklinde olması beklenmektedir [99]. İncelediğimiz tüm yıldız gruplarında bu ilişkiler sağlanmaktadır.

## 5. 2. Kinematik Özellikler

Algol yıldızları için yaptığımız kinematik çözümlerin sonucunda bulduğumuz uzay dağılımlarının, uzay hızlarının, hız dağılımlarının ve eksen kayması değerlerinin kabul edilebilir ve gerçeği yansıtan değerler olduğu görülmektedir. Kinematik çalışmalarda Algol yıldızlarının sayısı arttıkça elde edilecek sonuçların daha hassas ve hatalarının ise daha az olacağı açıkça görülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar dikkate alındığında Algol yıldızlarının uzay dağılımlarını veren Şekil 5. 3 ve Şekil 5. 5'den; hız dağılımlarını veren Şekil 5. 4 ve Şekil 5. 6'dan bu yıldızların disk yıldızları oldukları görülmektedir.

Algol yıldızlarının uzay dağılımlarında  $z$  – eksenini (galaksi düzlemine dik olan doğrultu) boyunca  $\pm 500$  pc içinde dağılmış olmaları iraklık açısı kriterine bağılı olarak seçim etkisinden kaynaklanmış gibi görünse de elde ettiğimiz uzay hızları ve hız dağılım değerleri Algol yıldızlarının disk yıldızları olduklarını desteklemektedir. Samanyolu galaksisi için bilinen disk bölgesinin boyutları  $z$  – ekseninde  $\pm 500$  pc’dir. Hatta bu sınırın  $\pm 800$  pc uzaklığa ulaştığı kabul edilmektedir [87, 88].

Chen [85] disk yıldızları üzerine yaptığı kinematik çalışmada ince disk yıldızları için bulduğu hız değerleri (-7, -18, -3) km/s, hız dağılım değerleri de (36, 21, 17) km/s şeklindedir. Chen, Kalın disk yıldızları için ise bu değerleri (-3, -36, -3) km/s ve hız dağılım değerlerini (94, 71, 58) km/s olarak belirlemiştir. Bu sonuçlara göre bir değerlendirme yaparsak Algol yıldızları için bulduğumuz kinematik çözümler incelendiğinde, Algol yıldızları disk yıldızları içinde özellikle ince disk yıldızlarına benzer bir dağılım göstermektedirler.

Karataş ve ark. [109] yaptıkları çalışmada metalce fakir CABs yıldızlarının dağılımı için “ $f$ ” parametresini kullanmışlardır. Bu parametre

$$f = \frac{1}{300} (u^2 + v^2 + w^2)^{1/2} \quad (5.1)$$

şeklinde tanımlanmıştır [109]. Bu denklemdeki  $u$ ,  $v$ , ve  $w$  hızları, Güneşe göre belirlenen ortalama  $u$ ,  $v$ ,  $w$  hızlarına Yerel Sükûnet noktasına göre Güneş’in  $(u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}) = (9, 12, 7)$  km/s’lik hızları ilave edilerek belirlenmiştir. Bu parametreye göre  $f < 0.35$  olan yıldızlar ince diske;  $0.35 < f < 1$  olan yıldızlar kalın diske ve  $f > 1$  yıldızlar ise halo’ya aittir. Buna göre kinematik çözümlemesini yaptığımız  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızlarımızdan sadece HIP14568, HIP46881 ve HIP56330 yıldızları kalın disk yıldızları olarak ortaya çıkmaktadır.

Soubiran vd. [88] yaptıkları çalışmada ince disk yıldızlarını hem yaşlarına hem de konumlarına göre incelemiştir ve daha genç olan disk yıldızları için hız dağılım değerleri (37, 24, 15) km/s, yaşlı disk yıldızları için hız dağılımı değerlerini (43, 28, 18) km/s olarak belirlemiştir. Konumlarına göre de  $z$  – eksenini boyunca 200 – 400 pc

arasında dağılan ince disk yıldızları için hız dağılım değerlerini (37, 24, 17) km/s; 400 – 800 pc içindeki ince disk yıldızları için hız dağılım değerlerini (40, 26, 16) km/s olarak bulmuştur. Bu değerlerle  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  için bulduğumuz değerleri karşılaştırdığımızda yıldızlarımız genç ince disk yıldızları olarak karşımıza çıkmaktadır. Chen [85], Soubiran [88] ve bulduğumuz uzay hız değerleri ve hız dağılım değerleri Çizelge 5. 2’de verilmiştir.

Çizelge 5. 2. Chen ve Soubiran’ın [85, 88] çalışmaları ile Algol yıldızlarının uzay hızlarının ve hız dağılım değerlerinin karşılaştırılması.

Bölge	Uzay hız bileşenleri (km/s)			Hız dağılımları (km/s)			Kaynak
	u	v	w	$\sigma_u$	$\sigma_v$	$\sigma_w$	
İnce disk	-7	-18	-3	36	21	17	Chen
Kalın disk	-3	-36	-3	94	71	58	
İnce disk (genç)				37	24	15	Soubiran
İnce disk (yaşlı)				43	28	18	
Konum (z) (200–400 pc)				37	24	17	
Konum (z) (400–800 pc)				40	26	16	
Algoller	-11.6	-13.2	-7.2	26.6	21.0	15.2	Bu Çalışma

### 5. 3. Kinematik Yaş

Algol yıldızları için elde ettiğimiz kinematik çözümler ile bu yıldızların kinematik yaşlarını da inceleyebiliriz. Yıldızların kinematik yaşları incelenirken uzay dağılımları ve hızları, hız dağılımları, eksen kayması ve metal bolluğu oranları gibi kinematik özellikler bir arada incelenmelidir [87].

Mayor’a [78 ] göre yıldızların yaşını belirleyen kinematik parametreler galaksi düzlemine dik hız dağılım bileşeni ( $\sigma_w$ ) ve eksen kayması olarak tanımlanan hız elipsoidinin ana ekseninin x – ekseni ile yaptığı açı olan ( $\phi$ ) değerleridir. Hız dağılım bileşeninin ( $\sigma_w$ ) değeri büyüdükçe ve eksen kaymasının değeri azaldıkça yıldızların yaşları artmaktadır. Bu aynı zamanda galaksi düzleminden uzaklaştıkça yaşların da

arttığını göstermektedir. Soubiran vd.'ne [88] göre de metal bolluğu oranları azaldıkça (metalce zayıf oldukça) yıldızların yaşları artmaktadır. Algol sistemleri için bulduğumuz metal bolluğu oranları (77 yıldız için)  $-1.74 < [Fe/H] < 1.25$  arasındadır. Bu veriler ışığında, Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızlar ince disk yıldızları olarak karşımıza çıkmaktadır [111].

Algol yıldızlarının yaşlarını kinematik özelliklerine dayanarak bulmak için Mihalas ve Binney'den [99] alınan ve Şekil 5. 14'de verilen grafik kullanılmıştır. Bu grafikte farklı yıldız guruplarından elde edilmiş hız dağılımları ile yaş arasındaki bağıntılar gösterilmiştir. Bu grafik üzerinde sadece  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  için elde edilen değerler kullanılarak Algol sistemleri “\*” ile gösterilmiş ve kinematik yaşlar 1.5 – 3.5 Gyl arasında bulunmuştur. Diğer alt guruplar için bulduğumuz yaşlarla birlikte ortalama alınırsa yaş değerimiz yaklaşık 2.4 Gyl'dır

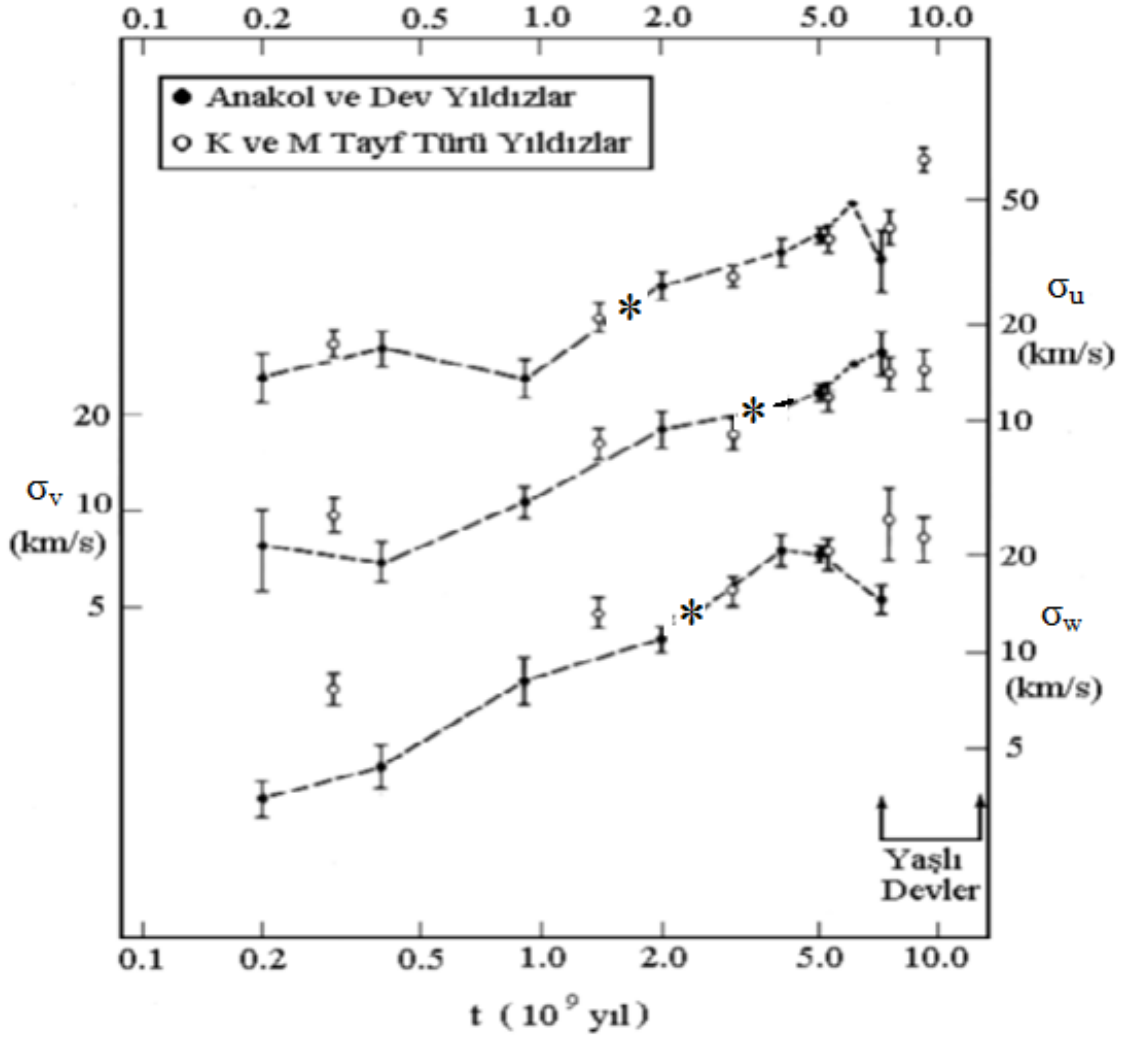
Diğer bir kinematik yaş hesabı Wielen ve Tüysüz [79, 110] önerdiği yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre bir gurup yıldızın yaşı uzay hız dağılımı ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkiyi veren denklem

$$\sigma_v^3(T) = \sigma_{u,\gamma=0}^3 + \frac{3}{2} \alpha_v \delta_2 T_{\delta} \left[ \exp\left(\frac{\tau}{T_{\delta}}\right) - 1 \right] \quad (5.2)$$

şeklinindedir. Bu denklemde  $\sigma_{u,\gamma=0}^3$  bir yıldızın sıfır yaşındaki hızını (10 km/s),  $\alpha_v$  rotasyon eğrisini açıklayan sabit (2.95),  $T_{\delta}$  zaman ölçeği ( $5 \cdot 10^9$ ),  $\delta_2$  yayılma katsayısı ( $3.7 \cdot 10^{-6}$  (km/s)<sup>3</sup> yıl),  $\sigma_v(T)$  bir gurup yıldızın hız dağılımı ve  $\tau$ ; kinematik yaştır. Denklem, sabitler yerine konduktan sonra

$$\sigma_v^3(T) = 1000 + 81862.5 \left[ \exp\left(\frac{\tau}{5 \cdot 10^9}\right) - 1 \right] \quad (5.3)$$

şeklini alır.  $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  alt gurubu için bulduğumuz  $\sigma$  değeri 37.1km/s'dir. Bu değeri denkleme yerine koyduğumuzda elde ettiğimiz yaş değeri 1.83 Gyl'dır. Algol yıldızları için alt gurupları da dikkate aldığımızda bu denklemden bulduğumuz yaş değeri 1.83 – 2.24 Gyl arasında bir değişim göstermektedir.



Şekil 5. 14. Anakol yıldızlarının hız dağılımı ile yaş arasındaki ilişkileri [87].

Çizelge 5. 3'de elde ettiğimiz kinematik verilerin diğer guruplarla karşılaştırılması verilmiştir. Algol sistemleri çift yıldız sistemleri olduğu için diğer çift yıldız sistemleri ile karşılaştırdığımızda genç sistemlerden yaşlı sistemlere doğru; **CABs (genç) → Ayrık Örtün Çift Yıldızlar → RS CVn sistemleri → Algol Sistemleri → W UMa Sistemleri → CABs (yaşlı) → Katalistik Değişenler (CV)** şeklinde bir kinematik yaş sıralaması çıkmaktadır.

Çizelge 5. 3. Algol yıldızlarının kinematik sonuçlarının çalışılan diğer gurupların kinematik sonuçları ile karşılaştırılması.

Çalışılan Gurup	Uzay hız bileşenleri (km/s)			Hız Dağılımı (km/s)			Yaş (Gy)	Kaynak
	u	v	w	$\sigma_u$	$\sigma_v$	$\sigma_w$		
CABs (genç)							<b>0.95</b>	109
Ayrık Örten ÇY	0.94	0.52	0.68	21.96	15.88	10.66	<b>1.27</b>	93
RS CVn	-12.80	-11.80	-9.00	33.40	22.70	18.50	<b>1.48</b>	86
Algoller	<b>-11.60</b>	<b>-13.20</b>	<b>-7.20</b>	<b>26.60</b>	<b>21.00</b>	<b>15.20</b>	<b>1.83</b>	<b>Bu Çalışma</b>
W UMa	-9.00	-20.70	-9.30	35.10	21.10	14.60	<b>2.04</b>	86
CABs (yaşlı)							<b>3.86</b>	109
Katalismik değişenler (Periyot boşluğunun üstü)				36.35*	25.40*	20.28*	<b>4.00</b>	94
Katalismik değişenler (Periyot boşluğunun altı)				37.64*	30.45*	26.02*	<b>5.00</b>	94

\* Yerel Sükunet Noktasına göre hız dağılımı değerleri

#### 5. 4. Sonuçlar ve neriler

Yapılan kinematik çalışmanın sonuçları izelge 5. 1’de verilmiştir. Çizelgede verilen yaş değerleri Wielen ve Tüysüz’de [79, 110] verilen ve denklem (5.3)’den elde edilen yaş değerleridir. Algol sistemlerinin kinematik olarak homojen bir gurup oluşturduğu görülmektedir. Algol sistemleri tayf türlerine ve dönemlerine göre kinematik olarak incelendiğinde bu alt guruplarda bir farklılık görülmemektedir. Kinematik inceleme sonucunda Algol sistemlerinin (izelge 5. 2) ince disk yıldızları oldukları belirlenmiştir. Ancak denklem (5. 1)’e göre incelendiğinde HIP14568, HIP46881 ve HIP56330 sistemleri kalın disk yıldızları olarak ortaya çıkmaktadır.

Algol sistemlerinin kinematik yaşları incelenen alt guruplarla birlikte dikkate alındığında (şekil 5. 14’den) 1.5 – 3.5 Gyıl arasında bulunmuştur. Aynı sistemlerin denklem 5. 3’den elde edilen kinematik yaşları ise 1.83 – 2.24 Gyıl arasındadır. Bulunan kinematik yaşlarla daha önce çalışılan çift yıldız sistemlerinin yaşlarının karşılaştırılması izelge 5. 3’de verilmiştir.

Çalışmada herhangi bir sınırlama olmadan kinematik olarak incelenen yıldız sayısı 332’dir. Görelilik açısı hatası sınırlaması koyulduğunda bu sayı 256’ya düşmektedir. Görelilik açısı hatası olarak belirlediğimiz  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  sınırlaması büyük hata demektir. Bu sınırlamayı daha da klttğmzde yıldız sayımız azalmaktadır. Bu sayıdaki Algol sisteminin tüm Algol sistemlerini tam olarak temsil edemeyeceği açıktır.

Bu durumda, Algol sistemleri için yapılacak olan kinematik çalışmalarda diğer kataloglardaki Algol sistemlerinin de dikkate alınmasıyla elde edilecek sonuçların Algol sistemlerini kinematik olarak daha iyi temsil edeceği ve bulunacak sonuçların bu yıldız gurubu için daha gerçekçi olacağı açıktır.

Yapılan kinematik çalışma sonucu elde ettiğimiz verilerin, bu yıldız sistemlerinin incelenmesinde ve çift yıldızların evrimi çalışmalarında faydalı olacakları düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] C. İbanoğlu, *Çift Yıldızlar*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova - İzmir, 2004, p. 1 – 30
- [2] A. Devlen, *Algol Türü Örtlen Çiftlerde Yığılma Disklerinin Oluşumu ve Yapısı*, PhD Thesis, Ege University, Turkey, 2001
- [3] S. O. Selam, *Yakın Çift Yıldızların Dönem Değişimleri*, PhD Thesis, Ankara University, Turkey, 1998
- [4] C. İbanoğlu, *Yakın Çift Yıldızların Yapısı ve Evrimi Çalıştayı (Edi. C. İbanoğlu, A. Dervişoğlu, E. Sipahi)*, İzmir, 21 – 23 Haziran, (2010), p. vii
- [5] <http://derman.science.ankara.edu.tr/kitap/49.html>, 20. 03. 2012
- [6] [http://80.251.40.59/science.ankara.edu.tr/selam/TR/ast404/Bolum\\_03\\_Cift\\_Yildizlar.pdf](http://80.251.40.59/science.ankara.edu.tr/selam/TR/ast404/Bolum_03_Cift_Yildizlar.pdf), 20. 03. 2012
- [7] <http://abyss.uoregon.edu/~js/ast222/lectures/lec05.html>, 20. 03. 2012
- [8] Thomas L. Swihart, *Astrophysics and Stellar Astronomy*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1968, p. 63 – 93
- [9] Elske v. P. Smith, Kenneth C. Jacobs, *Introductory Astronomy and Astrophysics*, Saunders College Publishing, Philadelphia, 1973, p. 273 – 291
- [10] Ludwig Oster, *Modern Astronomy*, Holden – Day, Inc., San Francisco, 1973, p. 157 – 179
- [11] Gerry A. Good, *Observing Variable Stars*, Springer – Verlag, London, 2003, p. 139 – 156
- [12] Z. Kopal, *The Classification of Close Binary Systems*, *Annoles D’Astrophysique*, 18: 6 (1955), p. 379 – 430
- [13] John R. Percy, *Understanding Variable Stars*, Cambridge University Pres, Cambridge, 2007, p. 103 – 135
- [14] C. İbanoğlu, *Örtlen Çift Yıldızlar*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2000, p. 1 – 10
- [15] Josef Kallrath, Eugene F. Milone, *Eclipsing Binary Stars: Modeling and Analysis*, Springer + Science Business Media, New York, 2009, p. 3 – 31
- [16] C. Hoffmeister, G. Richter, W. Wenzel, *Variable Star*, Translated by S. Dunlop, Springer – Verlag, Berlin, 1985, p. 198 – 220



- [17] C. Sterken, C. Jaschek, (Edi.), *Light Curves of Variable Stars (A Pictorial Atlas)*, Cambridge University Pres., UK, 1996, p:1 – 30
- [18] T. Özdemir, *Çift Yıldızlar*, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim Yayınlanmamış Doktora Ders Notları, Malatya – 2009
- [19] H. V. Şenavcı, *Bazı Örtün Çift Yıldızların Fotometrik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara University, Turkey, 2004
- [20] G. Giuricin, F. Mardirosian, M. Mezzetti, *General Properties Algol Binaries*, ApSS, 52 (1983), p. 35 – 60
- [21] G. E. McCluskey, Jr., *The Realm Of Interacting Binary Star*, J. Sahada, G. E. McCluskey, Jr., Y. Kondo, (Edi.), *The Algol-type Interacting Binaries*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993,p. 39 – 49
- [22] F. Soyduğan, *Yakın Çift Yıldızların Yapısı ve Evrimi Çalıştayı*, C. İbanoğlu, A. Dervişoğlu, E. Sipahi, (Edi.), *Algollerde Fotometrik ve Tayfsal Uygulamalar*, İzmir, 21 – 23 Haziran, 2010, p. 157 – 173
- [23] J. A. Crawford, *On The Subgiant Components of Eclipsing Binary Systems*, ApJ, 121 (1955), p. 71 – 76
- [24] M. J. Sarna, J. P. De Greve, *Evolutionary Status of U Sagittae*, A&A, 281 (1994), p. 433 – 443
- [25] R. H. Kaitchuck, R. K. Honeycutt, E. M. Schlegel, *A Survey for Transient Accretion Disk in Short – period Algol System. II.*, PASP, 97 (1985), p. 1178 – 1185
- [26] M. T. Richards, R. D. Jones, M. A. Swain, *Doppler Tomography and S – Wave Analysis of Circumstellar Gas in  $\beta$  Persei*, ApJ, 459 (1996), p. 249 – 258
- [27] N. E. White, J. L. Culhane, A. N. Parmar, B. J. Kellet, S. Khan, G. H. J. Van den Oort, J. Kuijpers, *An Exosatobservation of Quescent and Flare Coronal X – ray Emission From Algol*, ApJ, 301 (1986), p. 262 – 274
- [28] R. A. Stern, Y. Uchida, T. Tsuneta, F. Nagase, *GINGA Observations of X – ray Flares on Algol*, ApJ, 400 (1992), p. 321 – 329
- [29] M. T. Richards, *The RS Canum Venaticorum Characteristics of The Infrared Light Curves of Algol*, ApJ, 350 (1990), p. 372 – 385
- [30] E. F. Guinan, A. Gimenez, *The Realm Of Interacting Binary Star*, J. Sahada, G. E. , Jr., Y. Kondo, (Edi.), *Magnetic Activity in Close Binaries*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, p. 51 – 110
- [31] M. T. Richards, G. E. Albright, *Evidence of Magnetic Activity in Short – period Algol Binaries*, ApSS, 88 (1993), p. 199 – 204

- [32] M. J. Plavec, *Far – ultraviolet Emission Lines in U Cephei Evidence for A Hot Turbulent Circumstellar Envelop*, ApJ, 275 (1983), p. 251 – 270
- [33] A. Young, J. A. Synder, *Evidence for Accretion Activity and Obscured Hot Component Stars in W – Serpentis Type Binaries*, ApJ, 262 (1982), p. 269 – 281
- [34] J. Anderson, B. Nordstrom, M. Mayor, R. S. Polidan, *Fundamental Parameters for the W – Serpentis Star I. SX Cassiopeiae Revisited*, A&A, 207 (1988), p. 37 – 45
- [35] J. Andersen, K. Pawlovski, V. Piirola, *Fundamental Parameters for the W – Serpentis Star II. RX Cassiopeiae*, A&A, 215 (1989), p. 272 – 282
- [36] Y. F. Li, K. C. Lung, *Analysis of the Evolved Contact System V367 Cyg*, ApJ, 313 (1987), p. 801 – 807
- [37] R. E. Wilson, M. J. Plavec, *RW Persei and the Disk Hypothesis*, AJ, 95 (1988), p. 1828 – 1836
- [38] E. C. Olson, *U Cephei: Effect of Disk. Hot Spot, and Stream on Primary Eclipse Light Curves*, ApJ, 241 (1980), p. 257 – 268
- [39] E. C. Olson, *Continuing Mass Transfer in U Cephei: Observations and Analysis Outside Primary Eclipse*, ApJ, 220 (1978), p. 251 – 260
- [40] S. O. Selam, *U Cep Sisteminde Dönem Değişimleri*, Türk Astronomi Derneği, IX. Ulusal Astronomi Kongresi Toplantısı, ODTU – Ankara, 5 – 7 Eylül (1994), p. 45
- [41] E. C. Olson, *Interacting Binaries*, P. P. Eggleton, J. E. Pringle, (Edi.), *Photometry of Active Algols*, NATO ASI, Serie C, Reidel Publishing Co., Dordrecht, Vol: 150, (1983), p. 127 – 154
- [42] M. A. Khan, E. Budding, *Photometry and Discussion of the Clasical Algol Systems U Sge and U Cep*, Ap&SS, 125 (1986), p. 219 – 242
- [43] E. C. Olson, *U Cephei: A Mass Transfer Event. I.*, ApJ, 204 (1976), p. 141 – 150
- [44] E. C. Olson, C. A. Stoehr, *Photometry of Long – period Algol Binaries. I. Five – color Light Curves of the Interacting Eclipsing Binary RS Cephei*, AJ, 91 (1986), p. 1418 – 1420
- [45] E. C. Olson, *Photometry of Long – period Algol Binaries. II. Anomalies in Five – color Photometric Solutions of RS Cephei*, AJ, 91 (1986), p. 1421 – 1427
- [46] E. C. Olson, D. J. Bell, *Non – LTE Effect in Streams, and Mass Transfer Rates in Three Eclipsing Binaries*, PASP, 101 (1989), p. 907 – 916

- [47] R. H. Kaitchuct, E. A. Park, *The Transient Accretion Disk in the Short – period Algol System TZ Eridani*, ApJ, 325 (1988), p. 225 – 230
- [48] Chi-Chao Wu, *The Orijin of the Emission Lines Shown RW Tauri and Other Binary System*, Ap&SS, 36 (1975), P. 407 - 426
- [49] D. P. Kjurkchieva, D. V. Marchev, S. Zola, *Spectroscopic Observations of The Short – period RS CVn – type Star SV Cam*, A&A, 386 (2002), p. 548 – 557
- [50] D. P. Kjurkchieva, D. V. Marchev, W. Ogloza, *Spectroscopic and Photometric Observations of The Short - period RS CVn-type Star WY Cyg*, A&A, 415 (2004), P. 231 – 239
- [51] F. Soyduğan, A. Frasca, E. Soyduğan, S. Catalona, O. Demircan, *A Spectroscopic Study of The Algol – type Binaries S Equulei and KO Aquilae: Absolute Parameters and Mass Transfer*, MNRAS, 379 (2007), P. 1533 – 1545
- [52] D. Chochol, A. Vittone, L. Milano, L. Rusconi, *The Symbiotic Exlipping Binary CI Cyg: An Algol Symbiotic System*, A&A, 140 (1984), p. 91 – 104
- [53] D. P. Kjurkchieva, D. V. Marchev, W. Ogloza, *Spectroscopic and Photometric Observations of The Short – period RS CVn – type Star CG Cyg*, A&A, 400 (2003), p. 623 – 631
- [54] J. Tomkin, *Secondaries of Eclipsing Binaries. I. Detection of the Secondary of  $\delta$  Librae*, ApJ, 221 (1978), p. 608 – 615
- [55] J. Tomkin, *Secondaries of Eclipsing Binaries. II. U Sagittae*, ApJ, 231 (1979), p. 495 – 501
- [56] J. Tomkin, *Secondaries of Eclipsing Binaries. III. U Cephei*, ApJ, 244 (1981), p. 546 – 551
- [57] D. M. Popper, J. Tomkin, *S Cancri: A Semi – detached System with A Very Low – Mass Secondary*, ApJ, 285 (1984), p. 208 – 213
- [58] O. B. Slee, G. J. Nelson, R. T. Stewart, A. E. Wright, J. L. Innes, S. G. Ryan, A. E. Vaughan, *A Microwave Survey of Southern Active Stars*, MNRAS, 229 (1987), p. 659 – 677
- [59] J. F. Lestrade, R. Mutel, R. A. Preston, R. B. Phillips, *Dual – frequency and Dual – polarization VLBI Observations of thr Stellar System Algol*, ApJ, 328 (1988)p. 232 – 242
- [60] N. M. Elias II, *Centimeter Observations of Six Eclipsing “Serpentid” Binary Stars*, ApJ, 352 (1990), p.300 – 302

- [61] R. L. Mutel, L. A. Molnar, E. B. Waltman, F. H. Ghigo, *Radio Emission from Algol. I. Coronal Geometry and Emission Mechanisms Determined from BLBA and Green Bank Interferometer Observations*, ApJ, 507 (1998), p. 371 – 383
- [62] G. Umana, C. Trigilio, R. M. Hjellming, S. Catalona, M. Rodono, *Radio Spectra of Selected Algol – type Binaries*, A&A, 267 (1993), p. 126 – 136
- [63] N. E. White, F. E. Marshall, *An X – ray Survey of Nine Algol Systems*, ApJ, 268 (1983), p. L117 – L120
- [64] S. M. Chung, J. J. Drake, V. L. Kashyap, L. W. Lin, P. W. Ratzlaff, *Doppler Shifts and Broadening and the Structure of the X – ray Emission from Algol*, ApJ, 606 (2004), p. 1184 – 1195
- [65] G. E. McCluskey, Jr., *Observation of the Eight Close Binaries with the Einstein Observatory*, PASP, 96 (1984), p. 817 – 820
- [66] G. Peters, R. S. Polidan, *Evidence for A High – temperature Accretion Region in Algol Type Binary System*, ApJ, 283 (1984), p. 745 – 759
- [67] J. J. Dobias, M. Plavec, *Flux Distribution in the Algol Binary System RW Persei*, PASP, 989 (1987), p. 159 – 172
- [68] M. Plavec, J. L. Weiland, *Energy Distribution in The Strongly Interacting Binary System SX Cassiopeiae*, ApJ, 256 (1982), p. 206 – 221
- [69] G. E. McCluskey, *IUE Spectroscopic Investigation of Interacting Binary System*, In NASA, Goddard Space Flight Center Advan. in Ultraviolet Astron., (1982), p. 102 – 113
- [70] R. S. Polidan, *A New Study of the Intreacting Binary Star V356 Sgr*, In ESA, ESASP, 281a (1988), p. 205 – 208
- [71] R. D. Chapman, *The 1979 – 1980 Eclipse of  $\zeta$  Aurigae I. The Circumstellar Envelop*, ApJ, 248 (1981), p. 1043 – 1052
- [72] P. Szkody, S. Vennes, E. M. Sion, K. L. Long, S. B. Howel, *Extreme Ultraviolet Photometry and Spectroscopy of BL Hydri*, ApJ, 487 (1997), p. 916 – 920
- [73] M. Parthasarathy, D. L. Lambert, J. Tomkin, *The Chemical Composition of Algol Systems – II. The Carbon and Nitrogen Abundances of the Secondaries of U Cep and U Sge*, MNRAS, 203 (1983), p. 1063 – 1078
- [74] J. Tomkin, D. L. Lambert, *The Chemical Composition of Algol Systems – IV. The Primary of R CMA*, MNRAS, 241 (1989), p. 777 – 785
- [75] H. Cugier, *Carbon Abundance In The Primaries Of Six Algol – type Stars*, A&A, 214 (1989), P. 168 -178

- [76] H. Cugier, J. Hardorp, *Carbon Abundance in  $\beta$  Per And  $\lambda$  Tau*, A&A, 202 (1988), P. 101 - 108
- [77] Z. Aslan, *Absolute magnitudes of semi – regular variables in the solar vicinity from statistical parallaxes*, MNRAS, 165 (1973), p.337 – 354
- [78] M. Mayor, *Kinematics and age of stars*, A&A, 32 (1974), p. 321 – 327
- [79] R. Wielen, *The diffusion of stellar orbits derived from the observed age – dependence of the velocity dispersion*, A&A, 60 (1977), p. 263 – 275
- [80] S. P. Wyatt, J. H. Cahn, *Kinematics and age of Mira variables in the greater solar neighborhood*, ApJ, 275 (1983), p. 225 – 239
- [81] G. Gilmore,, R. F. G. Wyse, K. Kuijken, *Kinematic, chemistry and structure of the galaxy*, ARA&A, 27 (1989), p.555 – 627
- [82] A. D. Layden, R. B. Hanson, S. L. Hawley, A. R. Klemola, C. J. Hanley, *The absolute magnitude and kinematics of RR Lyrae stars via statistical parallax*, AJ, 112 (1996), p. 2110 – 2131
- [83] C. Yeşilyaprak, *Karbon yıldızlarının kinematığı*, MSc thesis, Akdeniz University, Turkey, 1997
- [84] W. Dehnen, J. J. Binney, *Local stellar kinematics from Hipparcos data*, MNRAS, 298 (1998), p. 387 – 394
- [85] B. Chen, *Kinematic substructure of halo stars from Hipparcos observations*, ApJ, 495 (1998), p. L1 – L4
- [86] Z. Aslan, T. Özdemir, C. Yeşilyaprak, A. İskender, *Kinematics of RS CVn and W UMa binaries in the Hipparcos catalogue*, Tr. J. Of Physics, 23 (1999), p. 445 – 452
- [87] C. Yeşilyaprak, *Yarı Düzenli Değişen Yıldızların Mutlak Parlaklığı ve Kinematığı*, PhD Thesis, Akdeniz University, Turkey, 2003
- [88] C. Soubiran, O. Bienayme, A. Siebert, *Vertical distribution of galactic disk stars I. Kinematics and metallicity*, A&A, 398 (2003), p. 141 – 151
- [89] Y. Karataş, S. Bilir, Z. Eker, O. Demircan, *Kinematics of chromospherically active binaries and evidence of an orbital period decreases in binary evolution*, MNRAS, 349 (2004), p. 1069 – 1092
- [90] S. Bilir, Y. Karataş, O. Demircan, Z. Eker, *W UMa yıldızlarının kinematığı ve ikili oluşum senaryosu*, Türk Astronomi Derneği, XIV Ulusal Astronomi Kongresi Toplantısı, Kayseri, 31 Ağustos – 4 Eylül, (2004), p. 151 – 156
- [91] C. Yeşilyaprak, Z. Aslan, *Kinematics of M – type giant semi – regular variables from the Hipparcos catalogue*, PASA, 25 (2008), p. 63 – 68

- [92] B. Coşkunoğlu, S. Ak, S. Bilir, S. Karaali, E. Yaz, G. Gilmore, G. M. Seabroke, O. Bienayme, J. Bland-Hawthorn, R. Campbell, K. C. Freeman, B. Gibson, E. K. Grebel, U. Munari, J. F. Navarro, Q. A. Parker, A. Siebert, A. Siviero, M. Steinmetz, F. G. Watson, R. F. G. Wyse, T. Zwitter, *Local stellar kinematics from RAVE data I. Local standart of rest*, MNRAS, 412 (2011), arXiv: 1011. 1188
- [93] S. Bilir, F. Soyduğan, E. Soyduğan, E. Yaz, Z. Eker, *Yakın Çift Yıldızların Yapısı ve Evrimi Çalıştayı (Edi. C. İbanoğlu, A. Dervişoğlu, E. Sipahi), Ayrık örten yıldızların kinematığı ve yörünge evrimi*, İzmir, 21 – 23 Haziran 2010, 1, p. 13 – 37
- [94] T. Ak, S. Bilir, S. Ak, B. Coşkunoğlu, Z. Eker, *Yakın Çift Yıldızların Yapısı ve Evrimi Çalıştayı (Edi. C. İbanoğlu, A. Dervişoğlu, E. Sipahi), Katalismik değişen yıldızların kinematığı, Evrim üzerine ipuçları*, İzmir, 21 – 23 Haziran 2010, 1, p. 231 – 254
- [95] D. Carollo, T. C. Beers, M. Chiba, J. E. Norris, K. C. Freeman, Y. S. Lee, Z. Ivezić, C. M. Rockosi, M. Y. Constance, B. Yanny, *Structure and Kinematics of the Stellar Halos and Thick Disks of the Milky Way Based on Calibration Stars from Sloan Digital Sky Survey (SDSS) DR7*, ApJ, 712 (2010), p. 692 – 727
- [96] N. R. Pogson, *Magnitudes of 36 Minor Planets*, MNRAS, 17 (1856), p. 12 – 15
- [97] E. B. Vitense, *Introduction to Stellar Astrophysics*, Cambridge University Pres, Vol. I, Cambridge, 1989, p. 1 - 30
- [98] M. Zeilik, S. A. Gregory and E. V. P. Smith, *Introductory Astronomy and Astrophysics*, Saunders Collage publishing, USA, 1992,
- [99] D. Mihalas, J. Binney, *Galactic Astronomy: Structure and Kinematics*, W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1981, p. 380 – 464
- [100] S. Evren, *Genel Astronomi II*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Basımevi, Bornova, 1998, p. 107
- [101] M. A. C. Perryman, E. Hog, C. Turon et al., *The Hipparcos and Tycho Catalogues*, Vol. I, ESA (European Space Agency), ESA – SP 1200, ESA Publications Division, Noordwijk, 1997, p. 89 – 97
- [102] W. M. Smart, *Stellar Kinematics*, Longmans Gren & Co., London, 1968, p. 320
- [103] P. Van De Kamp, *Principles of Astronomy*, W. H. Freeman &Co., USA, 1967, p. 227
- [104] F. Van Leeuwen, *Validation of the New Hipparcos Reduction*, A&A, *Astron. Astrophy.*, 474 (2007), p. 653 – 664

- [105] N. N. Samus, O. V. Durlevich, E. V. Kazarovets, N. N. Kireeva, E. N. Pastukhova, A. V. Zharova et al., *General Catalog of Variable Stars* (GCVS database, Version 2012Mar), <http://www.sai.msu.su/gcvs/cgi-bin/search.htm>
- [106] SIMBAD, *Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data*, <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>
- [107] Dean R. H. Johnson and David R. Soderblom, *Calculating Galactic Space Velocities and Their Uncertainties, With An Application to the Ursa Major Group*, AJ, 93: 4 (1987), p. 864 – 867
- [108] H. G. Bakır, *SR ve RV Tauri yıldızlarının Kinematik Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Inonu University, Turkey, 2006
- [109] Y. Karataş, S. Bilir, Z. Eker, O. Demircan, *Aktif kromosferli ayırık çift yıldızların kinematığı ve çift yıldız evriminde periyot azalmasının delilleri*, Türk Astronomi Derneği, XIV. Ulusal Astronomi Kongresi Toplantısı, Kayseri, 31 Ağustos – 4 Eylül (2004), p. 141 – 150
- [110] M. Tüysüz, S. Bilir, F. Soyduğan, Z. Eker, *Aktif kromosferli çift yıldızların kinematığı*, XVII. Ulusal Astronomi Kongresi, Adana, 31 Ağustos - 4 Eylül (2010), p. 530 – 537
- [111] Z. Aslan, *Özel Görüşme*, Ankara, 20. 12. 2012
- [112] A. M. Mood, F. A. Graybill, *Introduction to the theory of Statistics*, McGraw – Hill Book Company Inc., New York, USA, 1963

EK 1. Çalışmada kullanılan ve HIPPARCOS katalogundan seçilen 332 yıldızın ait veriler.

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
262	0	3	18.19	32	50	45.10	4.31	52.20	-2.29	-51.27	19
270	0	3	24.01	73	10	28.20	4.70	-22.46	2.59	-14.00	5
817	0	10	3.18	46	23	25.30	7.21	10.98	-16.28	-16.00	24
1233	0	15	17.83	44	12	12.20	4.05	6.82	-0.66	-6.00	24
1435	0	17	52.85	7	51	57.80	4.63	18.49	-7.94	-18.70	26
1550	0	19	18.70	59	8	20.60	3.93	33.66	-1.59	1.50	5
1735	0	21	56.69	53	28	51.20	1.65	-3.60	-3.10	-32.00	25
3367	0	42	50.07	64	17	28.60	0.87	-2.61	-0.69	-58.20	32
3454	0	44	11.21	46	14	8.20	8.22	68.32	-25.59	9.00	5
3572	0	45	39.11	74	59	17.30	11.24	-14.93	-21.86	8.90	2
4157	0	53	7.23	-74	39	5.80	11.60	243.00	20.19	0.50	9
4843	1	2	18.34	81	52	32.10	4.84	24.04	-5.36	5.00	5
5348	1	8	23.06	-55	14	45.00	11.66	21.17	29.70	15.40	59
5391	1	9	0.10	61	28	14.90	1.64	-2.23	-3.03	-102.00	8
5438	1	9	34.15	-46	15	56.10	3.90	54.50	-0.17	-1.84	9
5980	1	16	55.07	6	48	41.90	15.87	84.84	19.23	6.45	9
6287	1	20	40.56	51	35	41.20	1.63	5.90	-4.42	-20.70	3
7122	1	31	46.57	36	5	38.00	2.38	2.68	-5.30	-12.00	94
7145	1	32	5.48	54	1	8.30	1.68	1.61	-2.15	-18.60	66
7323	1	34	18.35	-27	21	47.40	5.33	18.93	20.25	-12.00	7
7372	1	35	0.96	-29	54	38.00	42.29	85.56	96.58	34.20	9
8115	1	44	17.91	57	32	12.00	12.63	46.70	-18.39	12.60	3
8704	1	51	59.31	55	8	50.70	3.17	12.53	-8.25	-9.80	35
9383	2	0	33.72	27	53	19.30	6.03	28.24	-14.95	-5.00	5
10961	2	21	12.92	54	30	36.30	15.00	41.61	-3.74	-0.41	77
11035	2	22	6.63	22	52	24.90	4.39	-13.34	-0.06	22.70	5
11318	2	25	40.09	61	32	58.80	4.43	14.74	-7.02	-7.00	4



## Ek 1. (devam)

HIP NO		$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")		$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
11346	2	25	58.01	56	6	10.00	1.73	0.88	-2.81	-11.31	27
11369	2	26	26.95	12	53	55.90	4.51	12.57	-6.96	11.30	7
12235	2	37	31.57	71	18	16.10	3.33	-31.73	17.52	-67.10	96
12891	2	45	42.12	48	8	37.90	1.59	4.35	-1.91	-11.60	2
12906	2	45	54.81	65	43	35.10	3.99	13.02	-8.88	-23.00	5
13133	2	48	55.51	69	38	3.10	15.99	2.89	37.47	-46.60	2
13276	2	50	53.50	62	22	3.80	2.34	3.18	-5.02	50.00	4
13937	2	59	33.53	3	31	3.30	4.72	3.96	-3.07	-8.00	2
13983	3	0	5.71	39	11	25.10	2.86	-1.18	-28.33	-50.00	5
14273	3	3	59.92	-17	44	16.10	5.95	46.14	4.56	36.80	2
14377	3	5	27.55	61	39	17.70	3.10	-7.47	0.67	-5.00	26
14568	3	8	6.47	-24	45	35.80	32.10	303.36	122.15	151.30	2
14576	3	8	10.13	40	57	20.30	35.14	2.39	-1.44	3.70	60
14936	3	12	35.54	59	55	10.90	2.03	0.86	0.14	-50.00	8
15003	3	13	22.33	48	6	31.90	10.00	49.37	-68.81	27.42	9
15090	3	14	36.49	2	45	16.30	3.77	33.79	9.50	21.50	15
15092	3	14	40.07	-35	33	27.70	5.86	34.98	17.19	18.00	2
15811	3	23	40.39	46	34	35.60	5.56	13.86	23.06	-12.00	5
16083	3	27	10.12	9	43	58.00	14.68	53.61	-38.12	-2.00	5
16496	3	32	25.14	-3	18	47.70	4.39	-30.08	-41.05	11.70	21
16920	3	37	45.20	40	45	49.30	4.60	1.95	5.59	-5.00	5
17962	3	50	24.89	17	14	47.60	21.37	130.19	-23.30	37.40	9
18662	3	59	44.66	48	9	4.60	2.99	16.77	-14.95	6.00	39
18724	4	0	40.82	12	29	25.40	8.81	-8.15	-11.98	17.80	8
18972	4	3	54.32	28	7	33.70	3.32	0.14	-17.55	20.20	22
19201	4	6	55.82	33	26	47.00	3.89	4.41	-6.55	31.10	2
19270	4	7	49.29	62	19	58.60	3.03	-1.06	-5.54	-22.80	56

## EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
19571	4	11	36.18	-20	21	22.60	13.06	45.73	49.83	32.80	2
20245	4	20	16.77	42	18	51.90	3.43	-4.53	-3.31	6.50	5
20806	4	27	31.86	-17	6	31.20	20.90	76.03	68.79	31.70	11
20896	4	28	42.27	79	42	7.20	10.14	-52.90	-30.57	4.70	11
21604	4	38	15.84	20	41	5.10	9.03	-13.89	-8.23	-2.30	2
21621	4	38	31.06	18	44	1.50	1.98	-1.46	-2.73	-1.00	96
22000	4	43	45.83	-10	40	56.10	5.40	6.35	9.70	43.30	9
22229	4	46	52.20	-60	36	13.80	15.34	50.40	132.16	11.50	7
22498	4	50	24.81	63	20	0.30	42.59	219.30	-194.50	59.22	1
23416	5	1	58.13	43	49	23.90	1.60	0.18	-2.31	-2.26	86
23453	5	2	28.68	41	4	33.20	4.14	8.88	-21.43	10.81	28
23699	5	5	37.72	23	3	39.80	4.02	-1.12	-7.98	1.00	5
24350	5	13	31.79	35	39	11.00	4.54	-7.70	-4.26	2.80	3
24390	5	13	57.69	56	30	29.00	4.71	-2.49	-37.89	34.00	12
24663	5	17	31.16	20	7	55.50	13.66	-14.34	-94.09	-29.30	89
24710	5	18	0.42	-27	29	25.60	19.09	-47.57	-109.53	-3.20	2
24740	5	18	18.89	33	46	2.70	8.20	15.09	-29.06	25.40	5
24744	5	18	21.07	36	37	55.40	2.70	-2.15	-5.01	-1.10	5
24836	5	19	27.85	58	7	2.70	3.71	6.26	-18.30	6.70	8
25092	5	22	18.62	-8	39	58.00	1.32	48.18	-5.50	80.40	2
25281	5	24	28.62	-2	23	49.70	3.62	-0.54	-3.21	29.70	57
25591	5	28	9.65	3	37	23.40	3.46	1.34	-0.96	17.00	15
25740	5	29	46.90	69	29	45.40	4.19	4.93	-8.12	-7.10	43
25760	5	30	3.10	-76	14	55.40	9.93	34.95	8.37	48.50	33
25776	5	30	13.93	-84	47	6.80	9.35	-6.84	44.27	-1.00	68
25863	5	31	18.41	-5	42	13.50	2.37	1.50	-0.94	28.00	5
25930	5	32	0.40	0	17	56.70	3.56	1.67	0.56	20.30	2
27012	5	43	46.71	26	49	9.30	1.55	-2.35	-4.75	16.10	2

EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
27341	5	47	26.90	-10	31	58.50	4.99	-11.46	-16.97	13.40	2
28045	5	55	50.93	13	41	42.00	0.44	1.49	-4.40	2.00	5
28142	5	56	50.59	16	21	18.30	3.52	-0.53	-3.33	35.00	35
28360	5	59	31.77	44	56	50.80	39.72	-56.41	-0.88	-18.20	5
28456	6	0	28.35	10	13	5.00	2.54	-1.56	-7.32	2.50	84
28537	6	1	28.06	23	8	27.50	10.53	5.59	-1.85	5.00	5
28715	6	3	53.65	31	19	41.20	4.13	-3.45	-3.75	28.62	9
30270	6	22	3.06	34	35	51.00	14.39	-2.05	-65.59	-41.70	11
30651	6	26	25.86	56	17	6.20	12.01	-25.21	21.57	-11.90	6
30806	6	28	20.36	0	43	45.80	7.67	-12.43	8.04	50.10	11
30878	6	28	54.95	52	7	33.30	13.73	-59.39	-19.01	4.00	12
31173	6	32	27.20	32	27	17.80	11.86	-26.51	-17.52	-9.40	5
31371	6	34	40.66	-8	36	29.20	2.15	-3.57	2.07	8.80	31
31383	6	34	45.89	8	49	32.20	4.35	-8.57	-5.61	-2.60	34
32015	6	41	18.89	82	16	3.80	11.77	41.58	-152.91	-13.80	9
32791	6	50	11.55	33	14	20.80	3.18	-5.84	-11.57	33.50	5
32856	6	50	52.67	-20	54	37.40	0.39	-2.56	3.33	18.30	31
32900	6	51	18.47	47	40	24.20	10.05	0.78	-9.55	27.00	44
33237	6	54	54.71	-1	22	32.90	0.87	-2.02	2.03	17.00	2
33890	7	2	5.53	21	47	53.10	2.03	-2.59	-0.03	-0.60	3
34003	7	3	18.29	-5	44	15.60	5.59	6.48	8.20	19.50	9
34080	7	4	2.63	-12	17	17.40	1.69	-6.25	3.65	23.60	87
34221	7	5	42.09	-12	48	42.60	0.49	-3.86	1.59	19.00	5
34431	7	8	15.24	-22	26	25.30	2.33	-7.89	6.28	40.00	5
35168	7	16	6.90	-30	26	7.30	1.44	-2.57	3.41	26.00	16
35187	7	16	19.21	-16	43	0.00	3.71	-3.27	-11.33	28.00	45
35197	7	16	24.74	73	19	57.10	3.09	-1.40	-16.40	-19.70	9
35487	7	19	28.08	-16	23	41.70	22.71	165.37	-136.41	-32.70	2

EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
35600	7	20	48.45	-5	15	35.70	3.62	6.06	-7.07	11.92	9
36209	7	27	24.17	15	39	34.80	3.09	7.07	-15.46	15.12	34
36608	7	31	42.71	-35	53	16.20	3.69	-4.98	4.15	-2.00	16
37012	7	36	25.26	-61	52	26.00	2.26	-7.29	11.26	8.70	95
37440	7	41	11.00	76	4	26.10	1.50	4.73	-2.53	0.00	7
37751	7	44	34.17	-24	40	26.70	1.75	-4.27	5.23	15.00	14
38070	7	48	5.17	-25	56	13.80	1.32	-10.22	4.92	16.00	5
38167	7	49	14.65	-35	14	35.90	6.82	-6.14	8.88	34.30	2
38945	7	58	5.90	7	12	48.80	3.87	-11.96	-10.26	35.00	15
39042	7	59	16.38	-7	30	17.90	2.06	-2.25	-0.26	-20.00	5
39225	8	1	23.05	-54	30	56.00	2.47	-5.90	5.24	34.00	8
39250	8	1	37.20	38	44	58.10	2.76	4.43	37.80	-15.60	85
39264	8	1	44.53	-8	35	35.40	3.06	-48.15	8.13	61.00	2
40277	8	13	31.06	-23	57	11.40	3.96	-9.48	3.71	22.00	5
41250	8	24	57.22	-42	46	11.50	1.05	-12.12	6.83	23.00	5
41361	8	26	17.74	-39	3	32.30	5.32	-7.92	7.76	18.80	6
41475	8	27	33.27	-20	50	38.10	4.51	12.20	-15.12	1.50	2
41564	8	28	29.16	-2	31	1.60	11.73	-10.34	-10.59	-14.00	5
41751	8	30	49.33	2	16	26.50	4.11	-45.32	8.46	32.00	9
41834	8	31	41.41	-6	19	7.70	5.03	-1.32	12.17	-4.57	91
42303	8	37	30.14	23	33	41.60	3.02	-22.25	-2.41	1.72	9
42432	8	39	8.54	31	47	44.60	3.25	-4.56	-14.19	12.20	9
42619	8	41	8.26	-32	12	3.00	3.55	-3.63	-3.82	-14.56	65
42794	8	43	12.31	-79	4	12.50	10.23	-30.83	28.12	26.00	42
42853	8	43	56.15	19	2	3.00	2.91	-21.84	-0.06	11.73	17
42951	8	45	20.77	-2	36	3.70	11.50	3.77	-13.23	-14.40	2
44164	8	59	42.75	-27	48	58.30	17.91	-43.99	-44.80	63.20	9
44245	9	0	38.00	-51	33	20.10	1.77	-10.87	4.79	24.30	2

## EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
44349	9	1	55.46	26	41	23.20	11.76	-13.11	-47.38	29.70	2
44632	9	5	41.17	-8	15	39.50	0.52	-22.10	-29.51	0.00	5
45079	9	10	57.71	-43	16	2.70	6.20	13.72	-31.71	24.40	76
45597	9	17	38.13	16	42	18.20	3.56	-5.48	-2.40	-4.00	12
45887	9	21	22.85	-6	40	19.90	10.15	-54.76	43.99	38.80	7
46002	9	22	56.62	-15	29	44.40	12.47	90.27	-62.49	8.80	2
46340	9	26	49.60	-51	46	11.30	1.03	-7.73	6.47	-22.00	96
46881	9	33	13.24	-45	12	31.00	6.61	-44.59	17.78	200.00	13
47178	9	36	51.80	26	13	57.70	4.19	2.66	-6.98	10.00	5
47279	9	38	6.74	56	1	7.20	2.56	-16.67	3.37	-13.00	5
47427	9	39	47.42	-10	34	13.00	2.97	-20.54	6.08	14.00	8
47694	9	43	27.60	-51	13	41.40	2.39	-16.02	8.37	-23.00	8
48106	9	48	28.46	33	17	19.60	1.87	-0.71	-8.12	5.00	5
48589	9	54	33.89	-58	25	16.60	2.46	-2.85	-0.03	17.00	69
48832	9	57	40.26	-59	42	51.70	1.16	-7.90	3.40	0.00	7
50966	10	24	36.78	-19	5	32.90	11.04	-14.21	-10.81	-7.13	61
51411	10	30	3.17	61	48	41.40	4.71	16.72	-2.64	-65.22	19
52066	10	38	20.77	14	16	3.50	10.85	-2.06	20.12	-13.30	9
52308	10	41	17.52	-59	40	36.90	0.61	-7.81	2.58	33.00	5
52381	10	42	24.17	-82	2	13.80	5.43	-15.30	-47.05	20.00	2
52465	10	43	30.21	28	41	9.90	7.73	-3.86	-98.58	-32.20	2
52599	10	45	20.50	45	33	58.70	4.74	8.96	1.82	-16.50	75
53487	10	56	31.22	-34	33	50.50	10.58	-97.15	39.41	16.40	11
54766	11	12	45.15	0	20	53.10	8.35	-100.70	-29.90	11.87	78
54807	11	13	12.51	-26	27	54.30	6.50	-20.11	10.76	9.28	17
56330	11	32	52.99	55	25	6.70	4.67	-25.00	-5.12	111.20	2
56379	11	33	25.51	-70	11	41.20	9.67	-38.78	-0.05	9.10	7
56974	11	40	46.38	51	59	53.50	4.13	-25.93	-5.02	-25.00	9

## EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
57348	11	45	29.21	72	14	58.50	4.23	0.76	-17.41	-31.00	5
58579	12	0	47.55	-12	9	26.90	10.83	-98.99	-31.44	1.70	2
59229	12	8	53.84	-44	19	33.20	9.99	-47.03	-42.33	-11.00	16
61910	12	41	16.02	-13	0	50.10	11.72	-117.92	7.86	-14.10	5
62157	12	44	20.23	-8	40	16.70	1.83	6.36	-14.78	2.90	70
63592	13	1	53.43	-19	46	28.40	7.58	3.13	-44.41	4.00	5
64120	13	8	29.93	-2	40	44.60	6.13	-15.17	22.20	29.00	67
64293	13	10	36.94	35	56	5.40	9.25	-49.14	21.49	-13.60	9
64607	13	14	31.24	11	19	54.40	6.43	68.52	-52.81	9.80	2
64636	13	14	54.52	59	17	44.20	3.55	-50.42	22.63	9.60	3
64661	13	15	15.00	-67	53	40.40	8.04	-36.92	-10.63	-8.00	8
64672	13	15	20.77	-17	28	16.70	2.18	-50.04	-21.90	22.00	5
65575	13	26	40.57	-16	6	16.40	3.76	10.25	-6.24	8.60	82
66017	13	32	3.39	28	35	4.90	3.34	6.70	-6.21	-22.99	53
67064	13	44	37.40	-26	46	48.30	4.08	-58.74	-12.18	-47.00	5
67556	13	50	35.10	-58	29	57.00	3.81	-10.19	-13.48	-20.00	2
67744	13	52	38.84	-18	42	32.50	3.56	-49.39	6.46	-24.90	54
68064	13	56	9.58	25	55	7.40	8.88	-96.68	-5.38	-26.90	5
68258	13	58	24.86	-1	39	38.90	7.94	4.63	-5.89	-22.80	9
69029	14	7	52.45	-11	9	7.50	2.91	-44.65	-0.18	-29.80	2
69211	14	10	12.39	-25	24	2.30	8.29	-72.64	-6.00	52.50	11
69781	14	16	57.93	-49	56	42.20	15.36	-20.77	-24.38	-14.60	11
70287	14	22	49.71	14	56	20.20	7.38	-21.31	-6.12	-87.90	2
71380	14	35	48.43	-18	2	11.40	2.70	-20.54	-18.86	-29.96	19
71487	14	37	8.84	35	55	47.10	7.80	-28.56	-0.74	32.00	5
73473	15	0	58.39	-8	31	8.20	10.72	-66.20	-3.40	-40.00	2
74127	15	8	56.71	-11	47	25.70	9.32	60.88	-7.85	4.80	2
74509	15	13	32.57	38	34	5.70	4.95	-46.01	-21.79	-48.67	9

EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
74778	15	16	56.90	-60	57	26.10	0.89	-2.02	-4.08	-17.80	88
74881	15	18	11.36	31	38	49.50	2.96	-7.97	-12.22	-8.20	5
74950	15	18	56.39	-40	47	17.40	6.34	-19.36	-21.78	16.00	5
76196	15	33	51.04	63	54	25.50	8.21	11.40	22.39	2.70	5
76267	15	34	41.19	26	42	53.70	43.65	120.38	-89.44	1.70	5
76551	15	38	3.03	29	29	14.00	0.70	6.81	-1.46	-4.00	9
76658	15	39	15.24	29	37	19.70	5.11	-8.15	-6.04	-11.00	5
77471	15	49	5.06	-15	32	8.60	3.02	-6.06	-8.91	-45.00	5
77623	15	50	49.43	72	12	40.70	1.83	3.93	-10.45	11.00	9
79069	16	8	27.37	86	11	59.40	2.24	-11.71	16.71	-12.80	5
80405	16	24	43.72	-34	53	37.40	1.69	-1.69	-18.46	0.50	73
81519	16	39	3.95	60	41	59.30	8.67	24.76	-58.37	-28.50	38
82056	16	45	41.19	68	15	30.70	3.37	-4.37	12.27	2.23	83
82080	16	45	58.16	82	2	14.10	9.41	19.54	4.67	-10.57	9
82691	16	54	10.06	-41	49	30.10	2.40	0.42	-2.86	-29.27	90
82977	16	57	22.64	-25	47	58.50	7.18	-1.28	-0.40	50.00	5
83491	17	3	50.87	-38	9	9.00	15.61	90.49	-34.72	-14.80	8
83719	17	6	39.03	7	46	57.80	7.99	28.35	-1.01	-28.36	91
84014	17	10	25.60	48	57	56.50	2.42	3.50	-24.43	12.86	9
84479	17	16	14.25	2	11	10.50	5.54	11.32	-17.03	-7.00	5
84500	17	16	31.72	1	12	38.10	5.38	-4.39	-15.73	-10.50	5
84670	17	18	36.45	41	53	17.10	5.55	-8.20	-1.20	-8.30	47
84949	17	21	43.61	39	58	29.30	15.53	5.67	-65.62	-3.37	9
85569	17	29	12.92	-31	32	3.40	1.11	1.36	-1.26	-9.00	74
86809	17	44	17.25	14	24	36.10	6.93	-3.69	14.62	-38.60	48
87314	17	50	28.39	-53	36	44.60	3.96	2.43	-10.42	-8.00	5
87643	17	54	7.87	16	56	37.70	4.78	-20.88	17.69	-58.60	5
87965	17	58	6.99	15	8	21.20	10.17	-23.63	74.25	-45.00	9

EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
88008	17	58	38.52	22	8	47.10	5.42	3.84	-31.88	-51.19	9
88069	17	59	13.46	-36	56	19.70	8.70	10.74	-10.41	-16.80	71
88081	17	59	20.30	-37	52	52.60	0.85	-2.52	-1.84	0.00	7
88994	18	9	50.65	-15	33	0.30	2.70	6.36	0.22	-13.40	5
89039	18	10	24.10	33	24	11.10	4.31	15.82	9.77	-24.40	9
89816	18	19	48.11	-4	57	42.10	16.40	108.29	19.92	-9.40	2
90019	18	22	6.78	-25	14	23.70	4.27	-15.15	-16.50	8.20	5
90225	18	24	33.50	-13	39	12.80	1.63	0.29	-2.30	-16.00	5
90312	18	25	38.71	18	17	40.10	4.71	16.31	18.37	-45.60	19
90313	18	25	38.80	8	1	55.30	4.04	-4.24	-7.39	-8.00	5
90382	18	26	33.52	-9	12	6.00	1.25	1.23	-2.06	-28.30	5
90483	18	27	45.89	24	41	50.60	4.14	6.03	13.28	-26.00	5
90599	18	29	14.04	10	53	31.40	4.67	9.89	1.76	-14.70	29
90727	18	30	39.26	12	36	40.30	4.35	6.77	6.43	-26.00	49
92055	18	45	46.38	7	13	12.30	2.19	-1.62	-1.21	0.70	5
92177	18	47	10.74	10	45	49.40	3.77	5.44	-13.51	1.90	58
92414	18	50	0.30	20	43	16.60	0.87	-1.65	-7.62	-3.37	36
92478	18	50	49.77	24	43	12.00	2.01	2.31	-5.06	-16.00	2
92489	18	50	59.34	69	52	57.30	1.78	8.16	27.49	-30.00	2
92537	18	51	26.83	39	19	14.00	3.91	5.07	8.76	-32.10	2
92708	18	53	26.24	24	16	40.80	1.47	-1.29	-3.70	-2.10	5
92835	18	54	53.46	51	18	29.10	12.45	23.35	83.40	-16.70	30
93104	18	58	1.90	38	15	58.30	6.32	-5.25	2.13	-31.10	50
93595	19	3	39.54	57	27	25.80	5.63	4.79	3.74	-36.40	16
93809	19	6	18.19	-11	38	57.00	5.80	22.39	-34.70	-37.60	29
93844	19	6	38.11	-51	25	3.20	1.61	-5.29	0.71	91.80	15
94335	19	12	4.86	46	19	26.50	7.69	-0.82	45.43	-39.20	2
94822	19	17	39.99	22	26	28.40	3.49	1.06	-9.87	-21.40	5



## EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
94910	19	18	48.41	19	36	37.70	3.22	-0.29	0.44	-17.10	5
95588	19	26	33.18	-8	9	42.20	9.17	-5.62	-11.00	-7.80	11
95611	19	26	47.90	50	8	43.10	12.60	56.48	74.61	2.20	2
96234	19	34	8.48	-40	2	4.70	7.49	4.44	-2.12	11.90	8
96620	19	38	41.15	54	58	24.20	25.12	35.41	163.89	-16.03	21
96739	19	39	55.49	-39	25	58.00	11.84	43.28	-47.98	-29.00	16
96840	19	41	5.53	13	48	56.50	1.98	0.00	-10.95	-16.90	2
97263	19	46	2.51	69	55	8.80	5.96	14.94	17.18	6.00	12
97485	19	48	50.60	33	26	14.30	1.47	-3.64	-5.74	10.80	2
97594	19	50	11.84	35	41	3.00	0.91	-2.88	-2.92	14.00	5
97605	19	50	17.00	-65	46	58.90	3.22	-4.19	-7.63	63.40	11
97634	19	50	37.33	40	35	59.20	1.27	-2.19	-7.67	-6.10	2
97649	19	50	46.68	8	52	2.60	194.44	536.82	385.54	-26.60	2
97849	19	53	6.39	-14	36	11.10	8.58	-0.77	-50.40	-2.00	5
98118	19	56	28.79	73	36	57.60	4.80	-7.95	-5.06	-0.50	30
98165	19	56	58.31	54	47	58.20	2.89	2.03	8.82	-22.40	29
98814	20	4	2.71	41	35	16.50	1.36	1.00	-4.89	8.00	5
98955	20	5	27.69	31	58	18.10	5.22	5.62	-1.30	-18.80	72
99089	20	6	57.93	46	17	58.20	0.81	-4.92	-6.06	-1.00	5
99675	20	13	37.90	46	44	28.80	2.41	4.20	1.87	-7.41	28
99820	20	15	12.28	34	30	48.30	1.63	7.26	-1.84	-30.00	5
99848	20	15	28.32	47	42	51.10	2.94	3.88	1.20	-7.45	28
100214	20	19	32.42	38	43	54.00	2.92	-3.67	-3.49	63.65	37
100258	20	20	3.38	33	56	35.00	3.79	17.64	4.03	-53.00	2
100745	20	25	33.25	21	2	17.90	1.03	3.62	9.24	-19.41	40
100981	20	28	26.56	11	43	14.40	6.09	12.05	16.43	-2.42	20
101236	20	31	13.29	5	13	6.10	22.53	307.95	280.06	-49.76	52
101780	20	37	40.09	18	17	3.80	1.48	-3.46	3.29	19.00	5

EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
102037	20	40	42.26	26	4	45.20	5.82	20.91	-18.72	-66.00	41
102041	20	40	45.47	0	56	21.20	5.42	-2.63	-21.89	-2.20	46
102524	20	46	35.97	54	52	35.40	0.58	-3.68	-8.07	-26.00	15
102827	20	49	54.64	46	39	40.80	3.55	4.53	3.85	-15.00	5
102999	20	52	3.58	34	39	27.60	1.04	3.22	-17.08	-56.80	5
103419	20	57	12.83	5	4	49.40	2.52	14.31	-2.42	-54.50	58
103505	20	58	13.45	35	10	29.80	9.25	5.73	-15.85	1.70	9
103542	20	58	40.11	-70	25	19.90	10.12	2.47	10.67	-1.85	92
104263	21	7	20.50	52	2	58.10	6.25	19.91	39.55	-5.67	93
104483	21	9	58.62	45	30	9.20	2.98	7.60	0.10	9.00	5
104604	21	11	22.80	-52	20	21.50	20.47	-16.30	18.40	-10.50	11
105515	21	22	14.78	-16	50	4.40	15.13	30.83	5.26	12.60	2
105584	21	23	8.20	48	31	8.30	11.40	107.75	-25.80	-6.00	11
105690	21	24	23.26	56	21	41.70	1.88	-4.42	-2.93	-54.00	16
106024	21	28	28.22	76	24	12.70	5.03	-3.46	-12.97	-2.03	62
106740	21	37	20.91	13	28	28.50	2.05	0.60	-4.63	-8.00	5
106981	21	40	1.86	9	11	5.00	7.61	44.03	13.49	-20.00	51
107083	21	41	21.47	69	41	34.10	6.53	23.30	4.12	-10.90	55
107099	21	41	37.70	14	39	30.90	2.24	-3.11	-14.37	8.47	77
107960	21	52	20.69	24	0	44.50	6.25	4.32	-21.42	-5.00	25
108317	21	56	39.14	63	37	32.00	1.33	-0.33	-3.82	-18.70	5
108606	22	0	4.44	44	33	7.70	4.40	16.61	3.55	-17.50	5
108644	22	0	36.40	-2	44	26.80	7.91	32.23	-12.40	29.00	9
108646	22	0	36.65	75	4	22.50	3.57	-5.02	1.78	-3.10	3
108797	22	2	26.25	-16	57	53.40	6.92	5.94	-1.09	15.00	2
109311	22	8	45.60	61	1	20.70	1.65	-1.93	-5.05	-42.00	5
109354	22	9	15.19	44	50	47.30	4.18	13.46	0.59	-4.80	5
110514	22	23	15.94	-15	19	56.10	3.90	-15.16	-16.24	9.90	2

## EK 1. (devam)

HIP NO	$\alpha$ (h m s)			$\delta$ (° ' ")			$\pi$ (mas)	$\mu_\alpha$ (mas/y)	$\mu_\delta$ (mas/y)	$V_r$ (km/s)	Kaynak Kodları
111162	22	31	13.42	-22	59	47.50	6.25	-7.87	-21.42	-34.90	2
111166	22	31	15.78	63	31	21.50	1.28	2.68	1.32	-6.70	2
111454	22	34	42.11	-3	35	58.00	7.16	73.12	-21.51	-9.59	20
111809	22	38	51.46	-33	4	53.00	7.50	4.25	14.57	10.30	23
112009	22	41	18.67	-43	50	28.30	4.46	-1.80	-32.88	16.20	33
112058	22	41	49.59	22	23	21.60	4.19	41.94	14.85	-23.00	3
112317	22	45	2.60	68	7	58.40	5.95	18.94	5.78	-17.40	5
112928	22	52	14.80	38	44	44.70	2.34	14.31	-1.56	-11.28	63
112972	22	52	45.81	60	54	58.70	3.89	-5.33	-11.10	-44.20	2
113065	22	53	54.04	62	35	48.40	0.67	-3.85	-2.33	-23.70	15
113385	22	57	47.32	68	24	26.00	0.70	-0.78	-0.80	-4.90	2
113461	22	58	39.80	63	4	37.80	0.30	-2.59	-4.14	-12.40	32
113907	23	4	2.23	63	23	48.80	1.38	-2.02	-0.77	-9.90	5
114305	23	8	57.07	38	54	54.70	4.79	5.65	-5.49	5.60	3
114484	23	11	10.11	53	1	33.20	13.26	-6.88	-20.64	0.60	9
114639	23	13	23.78	2	40	31.40	11.34	18.11	26.06	12.00	9
114904	23	16	27.05	61	57	46.60	1.87	0.58	-1.41	-27.70	79
115200	23	20	1.19	41	45	17.40	4.63	32.30	4.92	-13.40	2
115990	23	30	1.92	58	32	56.10	5.67	18.67	4.22	-10.10	80
116167	23	32	14.69	14	58	8.80	5.17	-38.42	-6.99	43.80	18
116339	23	34	25.38	7	55	28.60	1.25	1.53	-5.67	6.00	5
116648	23	38	20.28	64	20	2.80	3.18	4.36	-9.83	-29.00	5
117143	23	44	53.54	45	41	11.50	1.56	1.77	-4.78	-17.00	5
117724	23	52	32.92	68	56	1.70	2.96	3.27	-8.70	-14.00	5
117931	23	55	16.57	-31	55	17.30	3.16	17.66	0.84	28.00	64
118223	23	58	49.18	53	40	19.90	5.38	-3.35	-5.53	-27.00	81

EK 2. Çalışmada kullanılan yıldızların dikine hızlarının alındığı kaynakların yazarları ve Kaynak kodları. Burada tanımlanan KK; Ek 1’de verilen Kaynak Kodlarını tanımlamaktadır.

<b>KK</b>	<b>YAZAR(LAR)</b>	<b>BİBCODE</b>
1	J. Maldonado, R. M. Martinez-Arnaiz, C. Eiroa, D. Montes, B. Montesinos	2010A&A...521A..12M
2	G. A. Gontcharov	2006AstL...32..759G
3	S. Grenier, M. O. Baylac, L. Rolland, R. Burnage, F. Arenou, D. Briot, F. Delmas, M. Duflot, V. Genty, A. E. Gomez, J. L. Halbwachs, M. Marouard, E. Oblak, A. Sellier	1999A&AS..137..451G
4	Ch. Fehrenbach, M. Duflot, V. Genty, G. Amieux.	1996BICDS..48...11F
5	R. E. Wilson	1953GCRV..C.....0W
6	N. V. Kharchenko, A. E. Piskunov, R. D. Scholz	2004AN....325..439K
7	N. V. Kharchenko, R. D. Scholz, A. E.Piskunov, S. Roeser, E. Schilbach	2007AN....328..889K
8	D. S. Evans	1967IAUS...30...57E
9	Y. Karataş, S. Bilir, Z. Eker , O. Demircan	2004MNRAS.349.1069K
10	C. Turon, D. Egret, A. Gomez, M. Grenon, H. Jahreiss, Y. Requieme, A. N. Argue, A. Bec-Borsenberger, J. Dommange, M. O. Mennessier, F. Arenou, M. Chareton, F. Crifo, J. C. Mermilliod, D. Morin, B. Nicolet, O. Nys, L. Prevot, M. Rousseau, M. A. C. Perryman	1993BICDS..43....5T
11	J. Holmberg, B. Nordstroem, J. Andersen	2007A&A...475..519H
12	SIMBAD Astronomical Database	<a href="http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/">http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/</a>
13	M. Barbier-Brossat, M. Petit, P. P. Figon	1994A&AS..108..603B

EK 2 (devam)

<b>KK</b>	<b>YAZAR(LAR)</b>	<b>BİBCODE</b>
14	W. Buscombe, P. M. Morris	1960MNRAS.121..263B
15	M. Duflot, P. Figon, N. Meyssonier	1995A&AS..114..269D
16	M. Barbier-Brossat, P. Figon	2000A&AS..142..217B
17	W. Van Hamme, R. E. Wilson	1993MNRAS.262..220V
18	W. Lu	1992AcA....42...73L
19	M. Imbert	2002A&A...387..850I
20	C. İbanoğlu, S. Evren, G. Taş, Ö. Çakırlı, Z. Bozkurt, M. Afşar, E. Sipahi, H. A. Dal, O. Özdarcın, D. Zengin Çamurdan, M. Çamurdan, A. Frasca	2008MNRAS.390..958I
21	W. Van Hamme, R. E. Wilson	1984A&A...141....1V
22	W. A. Hiltner, R. H. Hardie	1949ApJ...110..438H
23	W. Buscombe, P. M. Morris	1961MNRAS.123..233B
24	M. Duflot, Ch. Fehrenbach, C. Mannone, R. Burnage, V. Genty	1990A&AS...83..251D
25	M. Duflot, Ch. Fehrenbach, C. Mannone, R. Burnage, V. Genty	1992A&AS...94..479D
26	C. İbanoğlu, S. Evren, G. Taş, Ö. Çakırlı, Z. Bozkurt, M. Afşar, E. Sipahi, H. A. Dal, O. Özdarcın, D. Zengin Çamurdan, M. Çamurdan, A. Frasca	2009MNRAS.392..757I
27	W. Van Hamme, R. E. Wilson	2007ApJ...661.1129V

EK 2 (devam)

<b>KK</b>	<b>YAZAR(LAR)</b>	<b>BİBCODE</b>
28	J. A. Eaton, G. W. Henry, A. P. Odell	2008ApJ...679.1490E
29	J. F. Heard, D. C. Morton	1956AJ....61R.179H
30	E. F. Milone, U. Munari, P. M. Marrese, M. D. William, T. Zwitter, J. Kallrath, T. Tomov	2005A&A...441..605M
31	F. J. Neubauer	1943ApJ....97..300N
32	H. A. Abt, S. G. Levy, T. L. Gandet	1972AJ.....77..138A
33	M. Imbert	1974A&A....32..429I
34	W. Van Hamme, R. E. Wilson	1990AJ....100.1981V
35	A. Blaauw, T. S. Van Albada	1963ApJ...137..791B
36	A. H. Batten, J. M. Fletcher	1978PASP...90..312B
37	F. Z. Eriş, F. Ekmekci	2011AN....332..616E
38	A. H. Joy	1941ApJ....94..407J
39	A. Young	1975PASP...87..717Y
40	C. H. S. Lacy, G. Torres, A. Claret, J. A. Sabby	2003AJ....126.1905L
41	Ch. Fehrenbach, R. Burnage	1990A&AS...83...91F
42	C. R. Chambliss	1969MNRAS.142..113C

EK 2 (devam)

<b>KK</b>	<b>YAZAR(LAR)</b>	<b>BİBCODE</b>
43	R. W. Hilditch	1972PASP...84..519H
44	D. M. Popper, C. H. Lacy, M. L. Frueh, A. E. Turner	1986AJ.....91..383P
45	D. M. Popper	1985AJ.....90.1324P
46	W. Dimitrov, D. Kolev, A. Schwarzenberg-Czerny	2004A&A...417..689D
47	D. M. Popper	1970ApJ...162..925P
48	D. M. Popper	1984AJ.....89.1057P
49	D. M. Popper	1959ApJ...129..659P
50	D. P. Hube	1970JRASC..64...98H
51	D. M. Popper	1981ApJ...244..541P
52	T. Pribulla, S. M. Rucinski, R. M. Blake, W. Lu, J. J. Thomson, H. DeBond, T. Karmo, A. De Ridder, W. Ogoza, G. Stachowski, M. Siwak	2009AJ....137.3655P
53	T. Pribulla, S. M. Rucinski, H. DeBond, A. De Ridder, T. Karmo, J. R. Thomson, B. Croll, W. Ogoza, B. Pilecki, M. Siwak	2009AJ....137.3646P
54	E. Schöffel	1977A&A....61..107S
55	E. G. Ebbighausen	1966AJ.....71..730E
56	E. Budding	1975Ap&SS..36..329B

EK 2 (devam)

<b>KK</b>	<b>YAZAR(LAR)</b>	<b>BİBCODE</b>
57	E. R. Zizka, W. R. Beardsley	1981AJ.....86.1944Z
58	F. Soydugan, A. Frasca, E. Soydugan, S. Catalona, O. Demircan, C. İbanoğlu	2007MNRAS.379.1533S
59	G. Hagemann	1959MNRAS.119..143H
60	G. Hill, J. V. Barnes, J. B. Hutchings, J. A. Pearce	1971ApJ...168..443H
61	G. Torres, R. P. Stefanik, J. Andersen, B. Nordström, D. W. Latham, J. V. Clausen	1997AJ....114.2764T
62	G. Torres, J. Andersen, B. Nordström, D. W. Latham	2000AJ....119.1942T
63	G. Torres, C. H. S. Lacy, A. Claret, M. M. Zakirov, G. C. Arzumanyants, N. Bayramov, A. S. Hojaev, R. P. Stefanik, D. W. Latham, J. A. Sabby	1999AJ....118.1831T
64	H. E. Bond, C. L. Perry, W. P. Bidelman	1971PASP...83..643B
65	H. W. Duerbeck, S. M. Rucinsky	2007AJ....133..169D
66	R. W. Hilditch, G. Hill, T. A. Lister	2007Obs...127...33H
67	I. G. Martínéz-Pais, M. J. Arévalo, C. Lazaro	2008NewA...13..304M
68	J. Andersen, J. V. Clausen, B. Nordström	1987A&A...175...60A
69	J. Andersen, J. V. Clausen, B. Nordström, B. Reipurth	1983A&A...121..271A
70	J. H. Wood, R. Saffer	1999MNRAS.305..820W



EK 2 (devam)

<b>KK</b>	<b>YAZAR(LAR)</b>	<b>BİBCODE</b>
71	J. Andersen, A. Gimenez	1985A&A...145..206A
72	J. A. Pearce	1957PDAO...10..447P
73	J. Andersen, J. V. Clausen, B. Nordström, D. M. Popper	1985A&A...151..329A
74	W. Buscombe, P. M. Kennedy	1965MNRAS.130..281B
75	W. A. Hiltner	1945ApJ...101..108H
76	V. Bakış, H. Bakış, O. Demircan and Z. Eker	2008MNRAS.384.1657B
77	U. Munari, T. Tomov, T. Zwitter, E. F. Milone, J. Kallrath, P. M. Marrese, F. Boschi, A. Prša, L. Tomasella, D. Moro	2001A&A...378..477M
78	M. Ratajczak, T. Kwiatkowski, A. Schwarzenberg-Czerny, W. Dimitrov, M. Konacki, K. G. Helminiak, P. Bartczak, M. Fagas, K. Kaminski, P. Kankiewicz, W. Borczyk, A. Rozek	2010MNRAS.402.2424R
79	W. Van Hamme	1992PASP..104..242V
80	M. Gaida, W. Seggewiss	1981AcA....31..231G
81	M. Duflot, C. Fehrenbach, C. Mannone, R. Burnage, V. Genty	1995A&AS..110..177D
82	O. Struve, C. U. Cesco, J. Sahade	1944ApJ...100..181S
83	R. F. Griffin, H. M. J. Boffin	2003Obs...123..203G
84	P. Etzel, E. C. Olson	1995AJ....110.1809E

EK 2 (devam)

<b>KK</b>	<b>YAZAR(LAR)</b>	<b>BİBCODE</b>
85	P. M. Marrese, U. Munari, A. Siviero, E. F. Milone, T. Zwitter, T. Tomov, F. Boschi, C. Boeche	2004A&A...413..635M
86	R. P. Stefanik, G. Torres, J. Lovegrove, V. E. Pera, D. W. Latham, J. Zajac, T. Mazeh	2010AJ....139.1254S
87	V. Bakış, İ. Bulut, S. Bilir, H. Bakış, O. Demircan, H. Hensberge	2010PASJ...62.1291B
88	D. J. Stickland, R. H. Koch, I. Pachoulakis, R. J. Pfeiffer	1993Obs...113..139S
89	I. Ribas, C. Jordi, J. Torra	1999MNRAS.309..199R
90	P. Mayer, P. Harmanec, S. Nesslinger, R. Lorenz, H. Drechsel, N. Morrell, M. Wolf	2008A&A...481..183M
91	J. V. Clausen, G. Torres, H. Bruntt, J. Andersen, B. Nordstroem, R. P. Stefanik, D. W. Latham, J. Southworth	2008A&A...487.1095C
92	D. Sürgit, A. Erdem, E. Budding	2010MNRAS.407..497S
93	G. Torres, C. H. Lacy, L. A. Marschall, H. A. Sheets, J. A. Mader	2006ApJ...640.1018T
94	Ch. Fehrenbach, R. Burnage, J. Figuiere	1992A&AS...95..541F
95	S. Malaroda, H. Levato, N. Morrell, B. Garcia, M. Grosso, G. J. Bolzicco	2000A&AS..144....1M
96	E. Anderson, C. Francis	2012AstL...38..331A, 2011arXiv1108.4971A

## ÖZGEÇMİŞ

10. 01. 1963 yılında Sakarya İli Karasu İlçesi Kuyumcullu Köyü'nde doğdum. İlköğrenimimi Kuyumcullu Köyü İlkokulunda, Orta öğrenimimi Kocaali Ortaokulunda ve Lise öğrenimimi Karasu Lisesinde tamamladım.

1983 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümüne girdim. 1989 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek Lisansa başladım. 1992 yılında yüksek lisansımı tamamladım.

1992-1993 yıllarında askerlik görevimi tamamladım. İnönü Üni. Fen Bilimleri Enstitüsünün 2007 – 2008 Öğretim yılında açtığı Fizik Doktora Programı'nı kazanarak kayıt yaptırdım.

Halen İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evli ve 2 çocuk babasıyım.