

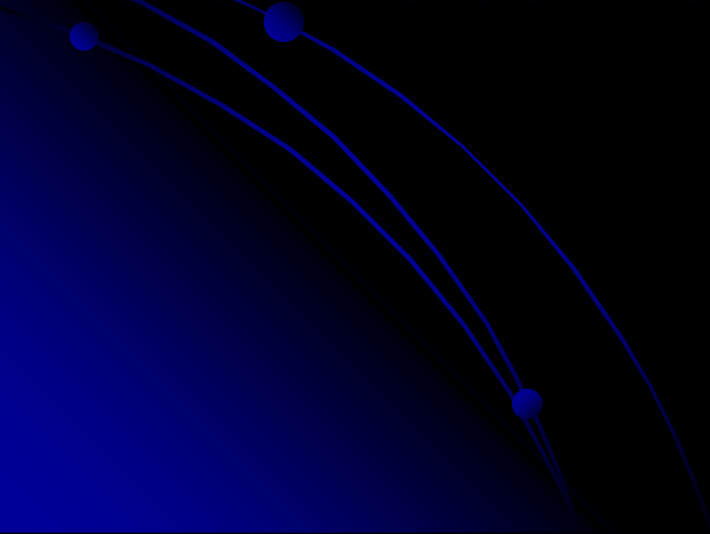
19. ULUSAL ASTRONOMİ KONGRESİ  
&  
8. ULUSAL ÖĞRENCİ ASTRONOMİ KONGRESİ

# Aktif Kromosferli Çift Yıldızların Kinematik Yaş ve Dinamik Davranışlarına Genel Bir Bakış

Mehmet TÜYSÜZ

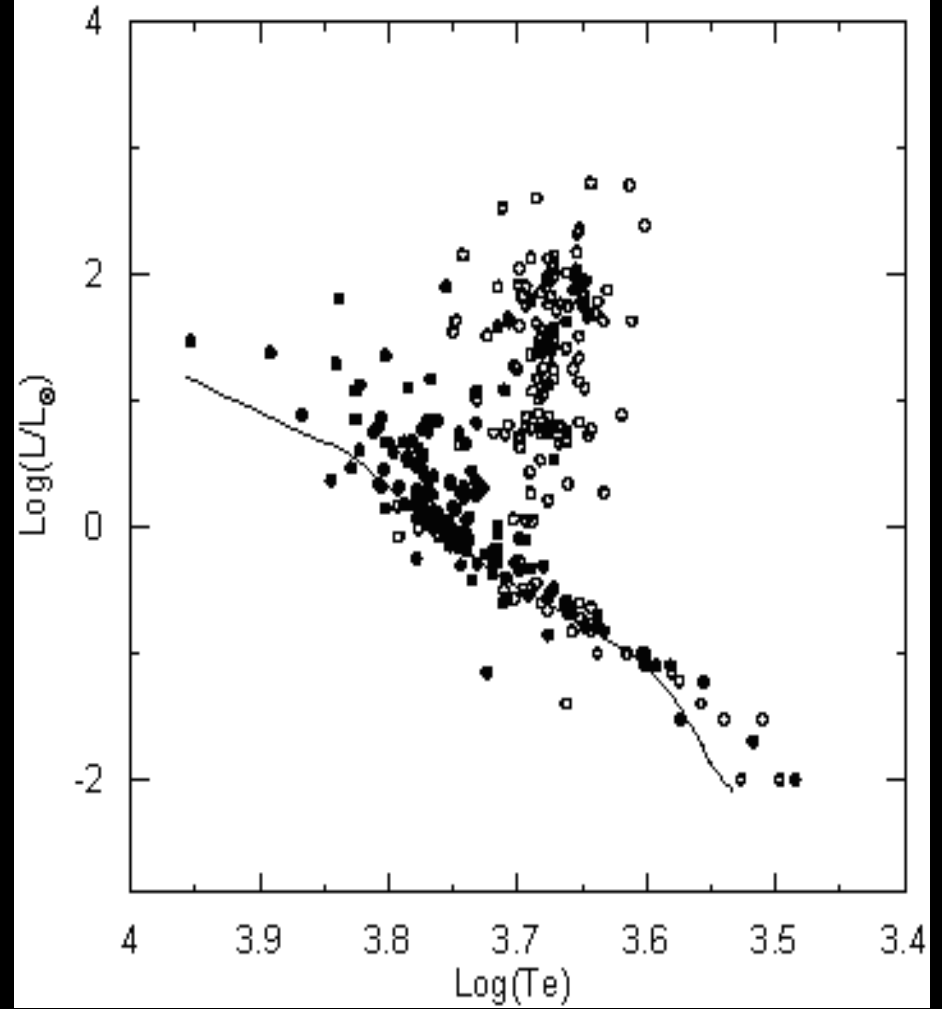
Faruk SOYDUGAN, Selçuk BİLİR, Zeki EKER & Osman DEMİRCAN

# AKIŞ

- CAB Nedir?
  - Kinematiğe Giriş
  - Hareketli Grup Kavramı
  - Kinematik Yaş Hesabı
  - Dinamik Davranışları
  - Önemi ve Getirileri Üzerine Tartışma
- 

# CAB Nedir?

- Aktif kromosferli çift yıldızlar (CAB) kromosfer, geçiş bölgesi ve korona aktivitesi güçlü olan F veya daha geç türde ayırık çift yıldız sistemleridir.
- CABlar bir veya iki bileşeni de dev, alt dev veya anakol yıldızı olabilen heterojen bir gruptur.
- Ca'nın H ve K çizgi merkezinde ve bazen  $H_{\alpha}$ 'da belirgin olan emisyon kromosferik aktivitenin en temel belirtecidir.
- Yıldız lekelerinden kaynaklanan fotometrik değişimler görülür.



# Kinematığe Giriş

Yıldızların tek tek incelenmesi zahmetli ve uzun

BU SEBEPLE

Herhangi bir sınıflama için (ki bu çalışmada CABlar alındı) evrim senaryosu eş zamanlı incelenebilir

NOT: CABlar

- Farklı evrim aşamalarında
- Temel parametreleri iyi biliniyor

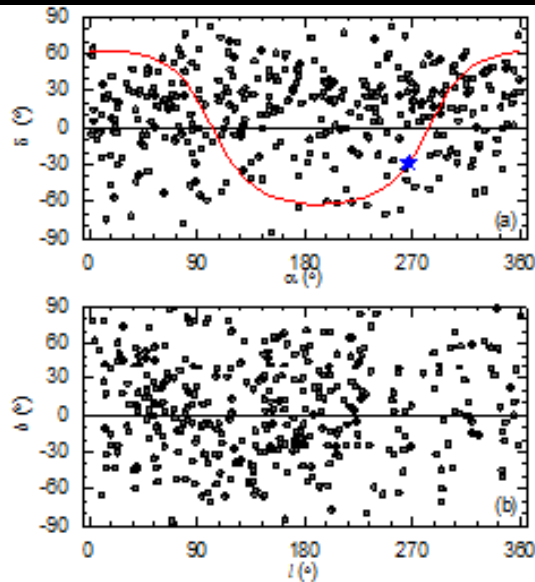
# !!! Veri !!!

Soydugan ve ark. (2015)

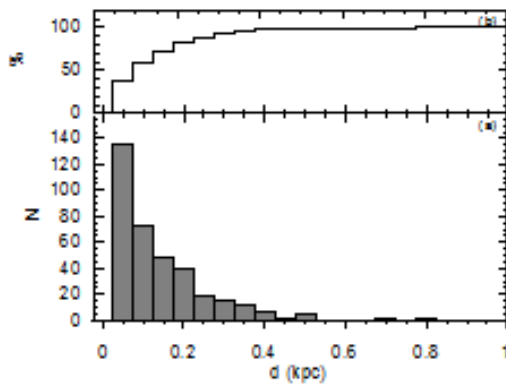
$N = 356$

- **Koordinat** ( $\alpha$  &  $\delta$ ;  $l$  &  $b$ ) (Simbad veri tabanı)
- **$\pi$  & hatası** (Hipparcos & diğer yazarlar)
- **$\mu_{\alpha}$ ,  $\mu_{\delta}$  & hatası** (Hipparcos & diğer yazarlar)
- **$\gamma_0$  & hatası** (Soydugan ve ark. (2015))

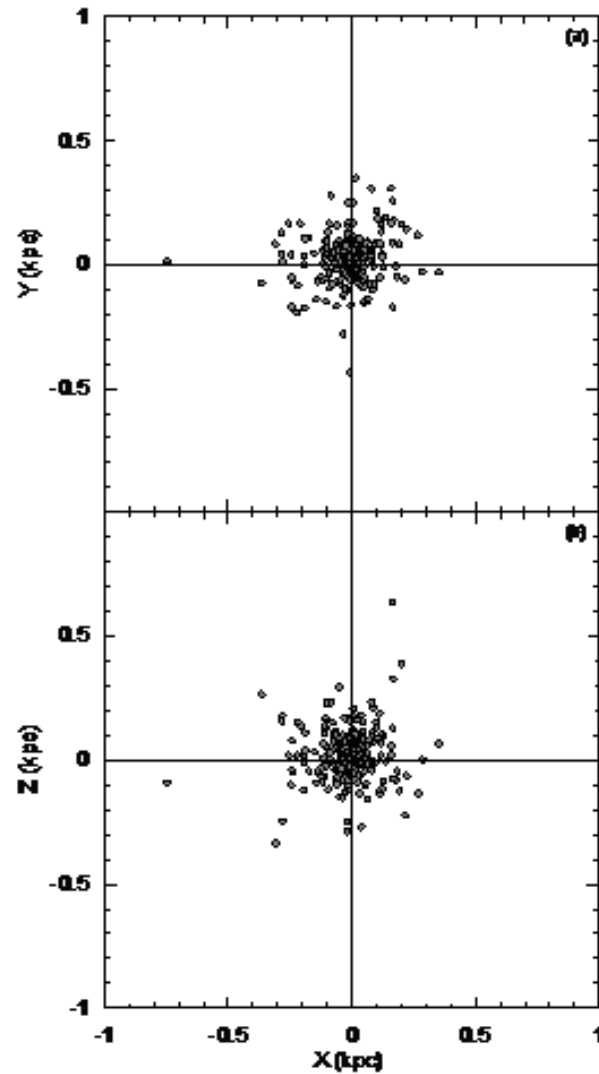
# CABlar'ın koordinat ve Güneşten uzaklıkları



Şekil 1 CAB'ların ekvatorial (a) ve galaktik (b) koordinatlardaki dağılımları. Üst panelde sürekli kırmızı çizgi galaktik düzlemi, mavi yıldız sembolü ise galaktik merkezi göstermektedir.



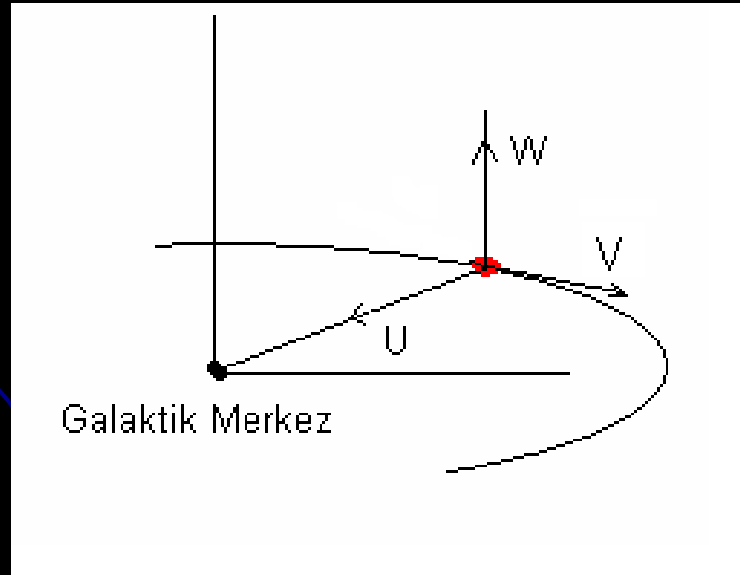
Şekil 2. CAB'ların Güneş'ten olan uzaklıklarının frekans (a) ve kümülatif dağılımları (b).



Şekil 3. CAB'ların Güneş merkezli galaktik uzay dağılımları. XY düzlemi (a) ve XZ düzleminde (b) dağılımları.

## ➔ Yıldızların Galaktik uzay hız bileşenleri

- Bir yıldızın galaktik uzay-hız bileşenleri U, V, W ile gösterilir.
- U; Galaktik merkez doğrultusundaki
- V; Galaktik dönme doğrultusundaki
- W; Kuzey Galaktik Kutup doğrultusundaki hız bileşenleridir.



# Uzay Hızlarının Tayini

Gerekli Parametreler

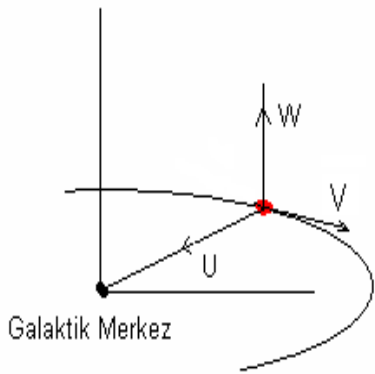
$\alpha, \delta, \gamma, \pi, \mu_\alpha, \mu_\delta$

Uzay Hızı

U, V, W

Kaynak

Johnson & Soderblom  
1987AJ.93..864



$$\begin{bmatrix} \cos b \cos l \\ \cos b \sin l \\ \sin b \end{bmatrix} = \mathbf{T} \begin{bmatrix} \cos \delta \cos \alpha \\ \cos \delta \sin \alpha \\ \sin \delta \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} + \cos \theta_0 & + \sin \theta_0 & 0 \\ + \sin \theta_0 & - \cos \theta_0 & 0 \\ 0 & 0 & + 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} - \sin \delta_{\text{NGP}} & 0 & + \cos \delta_{\text{NGP}} \\ 0 & - 1 & 0 \\ + \cos \delta_{\text{NGP}} & 0 & + \sin \delta_{\text{NGP}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} + \cos \alpha_{\text{NGP}} & + \sin \alpha_{\text{NGP}} & 0 \\ + \sin \alpha_{\text{NGP}} & - \cos \alpha_{\text{NGP}} & 0 \\ 0 & 0 & + 1 \end{bmatrix}$$

Using the above definitions of  $\alpha_{\text{NGP}}$ ,  $\delta_{\text{NGP}}$ , and  $\theta_0$ ,

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} -0.06699 & -0.87276 & -0.48354 \\ +0.49273 & -0.45035 & +0.74458 \\ -0.86760 & -0.18837 & +0.46020 \end{bmatrix} \cdot \mathbf{T} = \begin{bmatrix} -0.0548755604 & -0.8734370902 & -0.4838350155 \\ +0.4941094279 & -0.4448296300 & +0.7669822445 \\ -0.8676661490 & -0.1980763734 & +0.4559837762 \end{bmatrix}$$

Hipparcos

We also define a coordinate matrix

$$\mathbf{A} \equiv \begin{bmatrix} + \cos \alpha \cos \delta & - \sin \alpha & - \cos \alpha \sin \delta \\ + \sin \alpha \cos \delta & + \cos \alpha & - \sin \alpha \sin \delta \\ + \sin \delta & 0 & + \cos \delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & - \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & - 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \delta & 0 & - \sin \delta \\ 0 & - 1 & 0 \\ - \sin \delta & 0 & - \cos \delta \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{A} \quad \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = \mathbf{B} \cdot \begin{bmatrix} \rho \\ k\mu_\alpha/\pi \\ k\mu_\delta/\pi \end{bmatrix}$$

$\pi \pm \sigma_\pi$ , the parallax in arcsec,

$\rho \pm \sigma_\rho$ , the radial velocity in  $\text{km s}^{-1}$ ,

$\mu_\alpha \pm \sigma_{\mu_\alpha}$ , the proper motion in right ascension, corrected for declination, in  $\text{arcsec yr}^{-1}$ ,

$\mu_\delta \pm \sigma_{\mu_\delta}$ , the proper motion in declination, in  $\text{arcsec yr}^{-1}$ .

$k = 4.74057 \text{ km s}^{-1}$

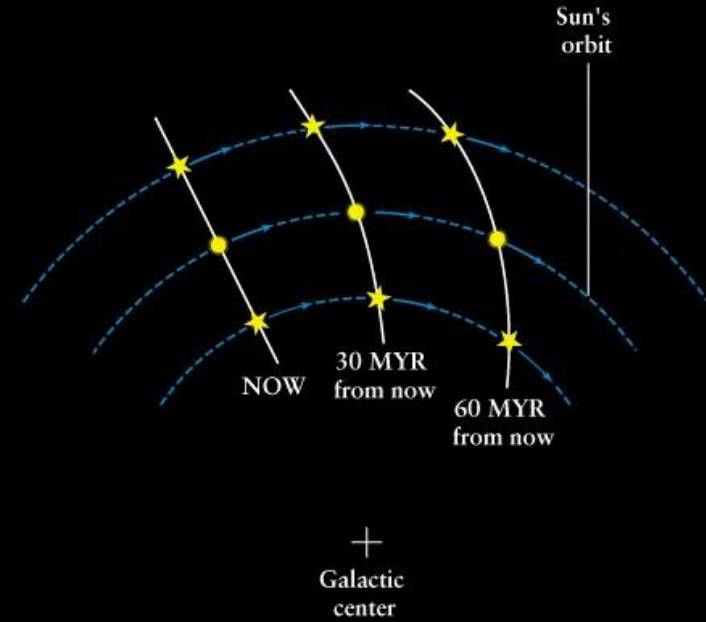
Hız Bileşenlerindeki Belirsizliklerin Hesabı

$$\begin{bmatrix} \sigma_U^2 \\ \sigma_V^2 \\ \sigma_W^2 \end{bmatrix} = \mathbf{C} \begin{bmatrix} \sigma_\rho^2 \\ (k/\pi)^2 [\sigma_{\mu_\alpha}^2 + (\mu_\alpha \sigma_\pi / \pi)^2] \\ (k/\pi)^2 [\sigma_{\mu_\delta}^2 + (\mu_\delta \sigma_\pi / \pi)^2] \end{bmatrix} + 2\mu_\alpha \mu_\delta k^2 \sigma_\pi^2 / \pi^4 \begin{bmatrix} b_{12} \cdot b_{13} \\ b_{22} \cdot b_{23} \\ b_{32} \cdot b_{33} \end{bmatrix}$$

$c_{ij} = b_{ij}^2$



# U, V, W hızlarına Galaktik Diferansiyel Dönme düzeltmesi



- Galaktik diferansiyel dönme nedeni ile gözlenen radyal hızlar ve ölçülen öz hareketler, yıldızın güneşe göre uzay hız bileşenlerinde hatalar oluşturur.

- *U ve V hızlarındaki düzeltmeler*

- $dU = V_r \cos \ell - V_t \sin \ell$

- $dV = V_r \sin \ell + V_t \cos \ell$

- Diferansiyel dönmenin *radyal hıza ve teğet hıza etkisi*

- $V_r = A d \sin 2\ell, \quad V_t = d (A \cos 2\ell + B)$

- A, B=Oort sbt. (A=14.8, B= -2.4 km s<sup>-1</sup>)

- d: Disk üstünde yıldızın izdüşüm uzaklığı ( $d = r \cos b$ )

- r : Yıldızın Güneş'e uzaklığı,

- W hız bileşeni galaktik diferansiyel rotasyondan etkilenmez.

Galaksi merkezine yakın hareket eden yıldızlar yörüngelerinde bizim ilerimize doğru çekilmiş gibi hareket ederler. Bizden uzakta olan yıldızlar ise arkamızda kalır gibi hareket eder.

## ➤ Yerel Durağanlık Standardı (Local Standart of Rest-LSR)

- ✓ Güneş civarında bulunan, Galaksinin çekimsel potansiyelinde dolanan bir yıldızın hızının tersi olarak tanımlanır.
- ✓ İyi karışmış bir yıldız popülasyonunun ortalama hızının tayin edilip asimetric sürüklenme düzeltilmesiyle hesaplanır

(asimetric sürüklenme: bir yıldız popülasyonunun ortalama hızının LSR'nin ne kadar gerisinde kaldığının bir ölçütüdür)

- ✓ Asimetric sürüklenme:

$$v_a = \frac{\langle U^2 \rangle}{80 \pm 5}$$

- ✓ Kinematik yanlılıktan etkilenir.

- ✓ Çalışmada Çoşkunoğlu ve ark. (2012) vermiş olduğu (8.5, 13.38, 6.49) km/s değerler kullanıldı

# CAB ların Popülasyon Dağılımı

Yıldızların popülasyon türleri: ince disk, kalın disk ve halo

- ✓ Galaktik yörünge yaklaşımı ile popülasyon tayini ( $z \leq 825$  pc)
- ✓ Kinematik yaklaşım yöntemi kullanıldı (Bensby ve ark., 2005)

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

- ✓  $\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$  hız dispersiyonları olup

D(ince disk) için (35,20,16)km/s; TD (kalın disk) için (67,38,35) km/s ve H(halo) için (160,90,90)km/s

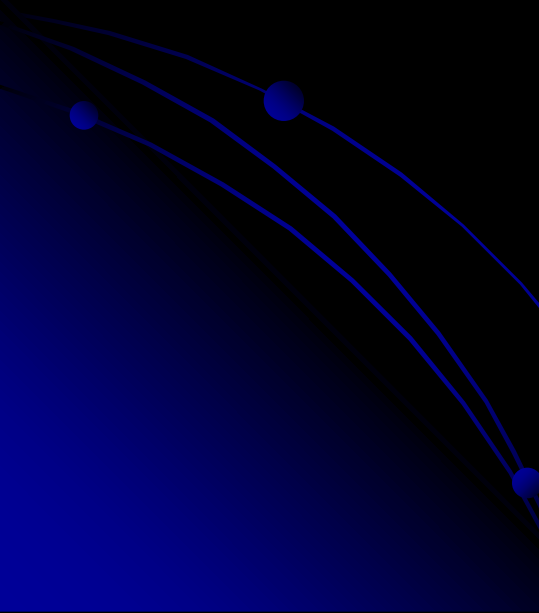
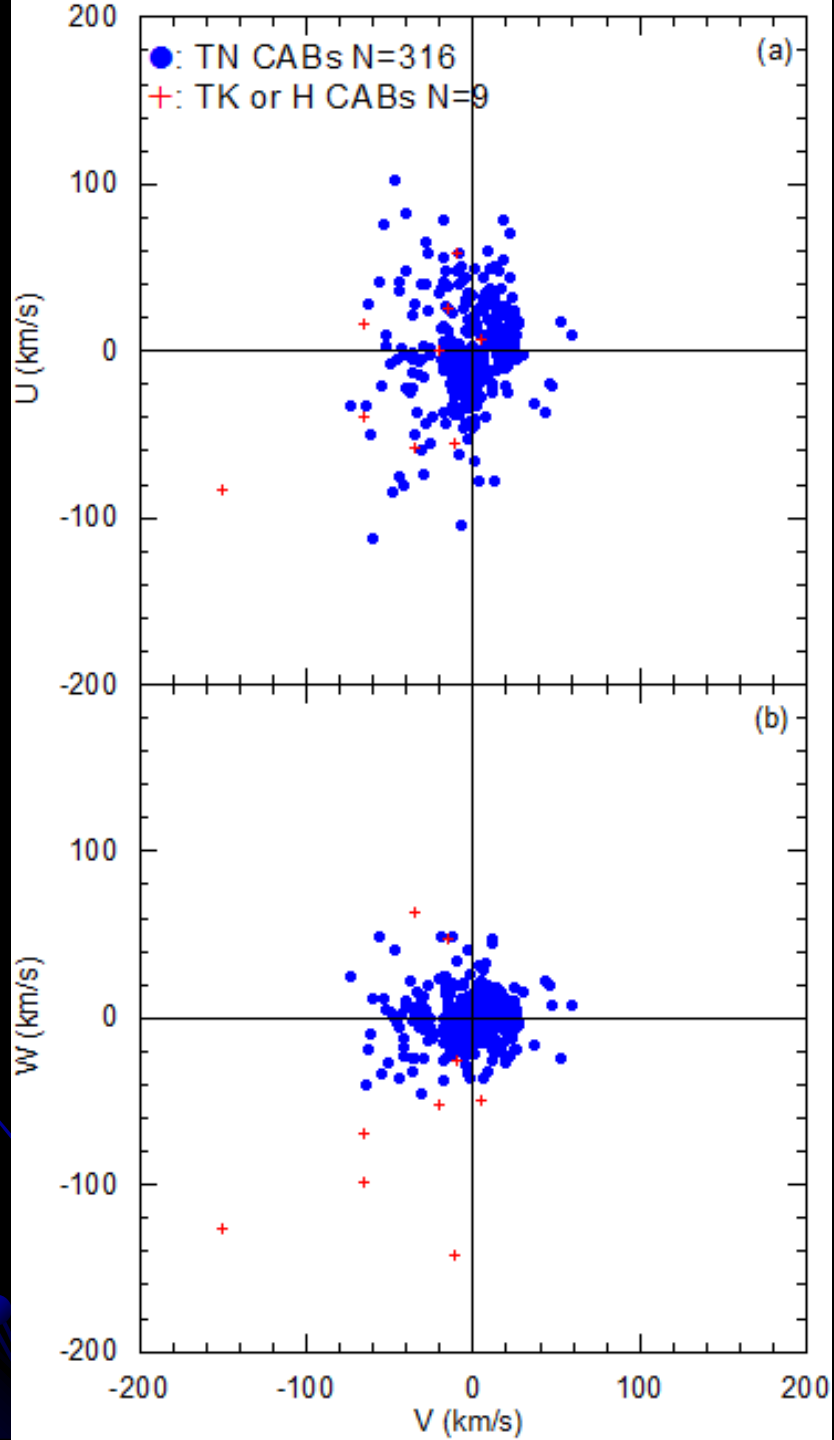
$V_a$  (asimetrik sürüklenme) D, TD ve H için -15, -46, -220 km/s

- ✓ Kalın Diskin ince disk ve haloya göre göreceli olasılıkları

$$\frac{TD}{D} = \frac{X_{TD}}{X_D} \times \frac{P_{TD}}{P_D}, \quad \frac{TD}{H} = \frac{X_{TD}}{X_H} \times \frac{P_{TD}}{P_H} \quad X_D=0,9385; X_{TD}=0,06; X_H=0,0015 \text{ (Robin ve ark. 1996)}$$

**Çizelge 2.1** CABların, Bensby ve ark. (2005)'nin kinematik kriterlerine göre yüksek ( $TD/D \leq 0,1$ ) ve düşük olasılıklı ( $0,1 < TD/D \leq 1$ ) ince disk ile düşük ve yüksek olasılıklı ( $TD/D > 1$ ) kalın disk yıldızlarının hız diyagramlarındaki dağılımları.

| Olasılık            | Hız Aralıkları  |                 |                   |
|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| $TD/D \leq 0,1$     | $-44 < U < +54$ | $-24 < V < +41$ | $-47 < W < +36$   |
| $0,1 < TD/D \leq 1$ | $-75 < U < +51$ | $-68 < V < +29$ | $-47 < W < +23$   |
| $TD/D > 1$          | $-72 < U < +71$ | $-90 < V < +26$ | $-181 < W < +287$ |

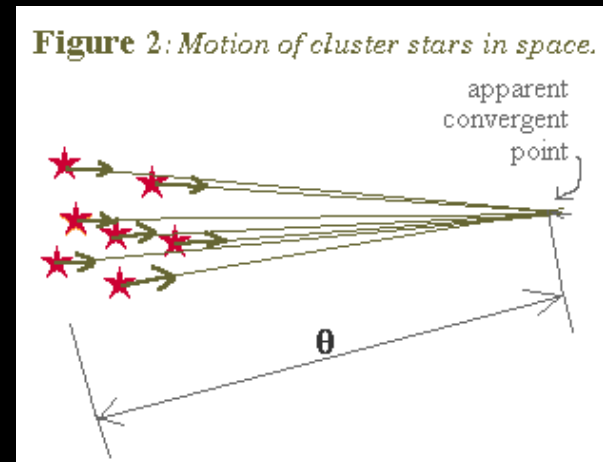
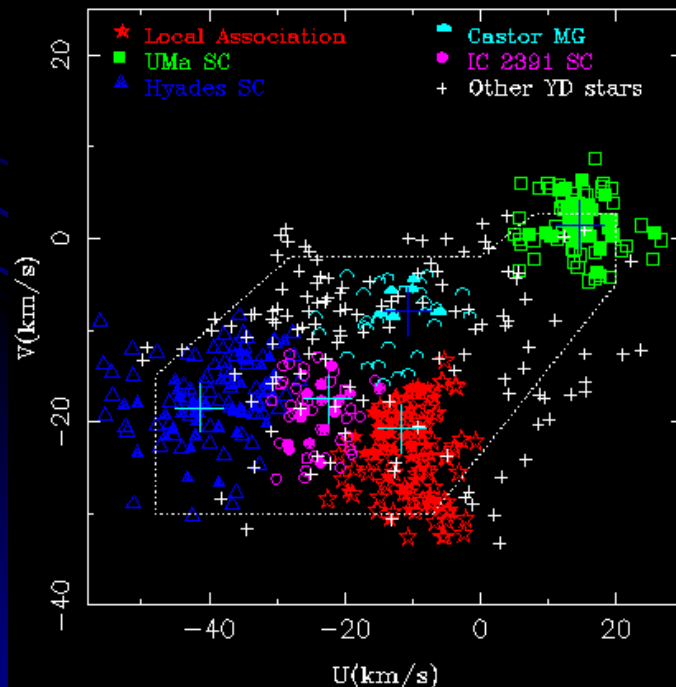


# MGs Testi ve Eggen Kriterleri

- **Süperküme:** Galaksi içinde aynı kinematiği paylaşan, çekimsel olarak birbirine bağlı olmayan grup yıldızlarına denir (Eggen, 1994).
- **Hareketli grup (MG):** Süperkümenin güneş civarına giren parçasıdır (Eggen, 1994).
- *Yıldız kinematik grupları, kinematik bakımdan birbirine benzeyen, aynı orijinden meydana gelen sistemlerdir.*
- *Hareketli grup üyelerinin bulunmasında Eggen'in kriterleri kullanılmaktadır. Bu kriterlerin en iyi ayırımı U-V Bottlinger diyagramı üzerinden yapılabilir.*

# Genç yıldız kinematik grupları

| Name                                      | Cluster(s)   | Age (Myr) | $U, V, W$ (km s <sup>-1</sup> ) | $V_T$ (km s <sup>-1</sup> ) | C.P. (A, D) ( $^{\circ}$ , $^{\circ}$ ) |
|---|--|-----------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| Local Association (Pleiades moving group) | Pleiades, $\alpha$ Per, M34<br>$\delta$ Lyr, NGC 2516, IC2602, | 20–150    | -11.6, -21.0, -11.4             | 26.5                        | (5.98, -35.15)                          |
| IC 2391 supercluster                      | IC 2391  | 35–55     | -20.6, -15.7, -9.1              | 27.4                        | (5.82, -12.44)                          |
| Castor moving group                       |  | 200       | -10.7, -8.0, -9.7               | 16.5                        | (4.75, -18.44)                          |
| Ursa Major group (Sirius supercluster)    | Ursa Major   | 300       | 14.9, 1.0, -10.7                | 18.4                        | (20.55, -38.10)                         |
| Hyades supercluster                       | Hyades, Praesepe   | 600       | -39.7, -17.7, -2.4              | 43.5                        | (6.40, 6.50)                            |

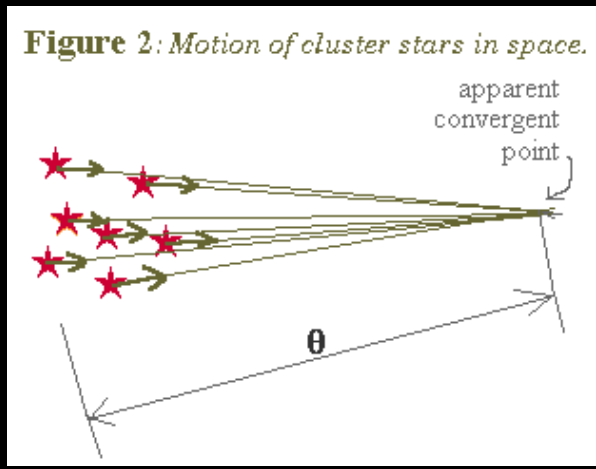


Kaynak

Montes et al. 2001MNRAS.328..45

● **Öz hareket Kriteri:**  $\frac{\tau}{v} < \frac{0.1}{\sin \lambda}$

Burada  $\tau/v$  (yıldızın öz hareketinin ortogonal bileşenleri), yıldızın yönelim noktasından ne kadar uzaklaştığının bir ölçüsüdür.  $\lambda$  ise yıldızla yönelim arasındaki açısal uzaklıktır.



● **Dikine Hız Kriteri:**  $\rho_c = V_T \cos \lambda$   $V_T = (U^2 + v^2 + W^2)^{1/2}$

Kriter yıldızın öngörülen dikine hızı ile gözlemsel dikine hızının karşılaştırılmasına dayanır. Eggen'e göre ölçülen dikine hızın kalitesine bağlı olarak bu değer 4-8 km/s arasındadır. Çalışmada Hyades kümesi için bu değer 8 km/s diğer kümeler için ise 6 km/s olarak alınmıştır.

Hyades Süperkümesi için bu değer  $8 \text{ km s}^{-1}$ , diğer kümeler için  $6 \text{ km s}^{-1}$ dir.



(1) The components of the absolute proper motion ( $\mu$ ) in the direction of the convergent point ( $v$ ) and perpendicular to it ( $\tau$ ).

(2) The angular distance between the star and the convergent point ( $\lambda$ ).

(3) The trigonometric parallax ( $\pi$ )

(4) The relations between the tangential ( $V_{\text{tan}}$ ), radial ( $V_r$ ) and total ( $V_{\text{Total}}$ ) velocities in the moving cluster method:

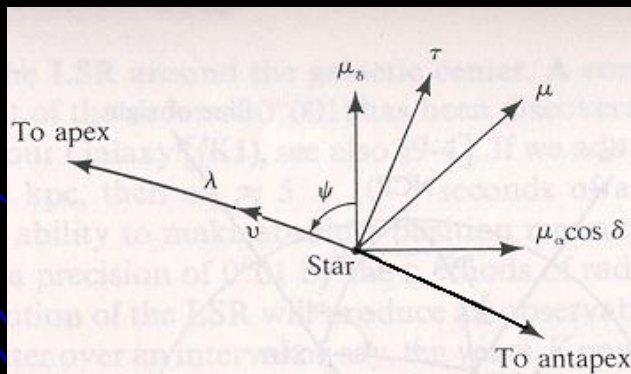
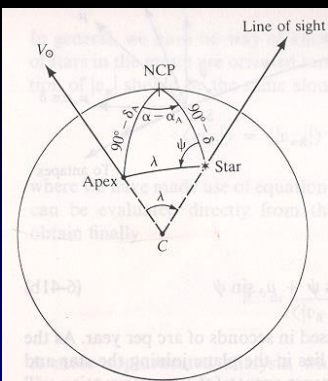
$$V_{\text{tan}} = 4.74\mu\pi^{-1},$$

$$V_{\text{tan}} = V_{\text{Total}} \sin \lambda; \quad V_r = V_{\text{Total}} \cos \lambda,$$

$$V_{\text{Total}} = 4.74\mu\pi^{-1} \sin^{-1} \lambda$$

The total velocity can also be calculated from the  $U$ ,  $V$ ,  $W$  components as

$$V_{\text{Total}} = (U^2 + V^2 + W^2)^{1/2}.$$



$$\begin{aligned} \cos \lambda &= \sin \delta \sin \delta_A + \cos \delta \cos \delta_A \cos(\alpha - \alpha_A) \\ \cos \psi \sin \lambda &= \cos \delta \sin \delta_A - \sin \delta \cos \delta_A \cos(\alpha - \alpha_A) \\ \sin \psi \sin \lambda &= \cos \delta_A \sin(\alpha - \alpha_A) \\ v &= \mu_\alpha \cos \delta \sin \psi - \mu_\delta \cos \psi \\ \tau &= \mu_\alpha \cos \delta \cos \psi + \mu_\delta \sin \psi \end{aligned}$$

### (1) PECULIAR VELOCITY CRITERION

In the first papers Eggen used the ratio ( $\tau/v$ ) as a measure of how the star turns away from the convergent point, but later he defined a parameter he called Peculiar Velocity ( $PV$ ) that is defined as  $V_{\text{tan}}$  but takes into account only the proper motion component perpendicular to the C.P. ( $\tau$ ):

$$PV = 4.74\tau\pi^{-1}.$$

The criterion compares this peculiar velocity with another parameter he called total velocity ( $V_T$ ) obtained as a real  $V_{\text{Total}}$  but takes into account only the proper motion component in the direction of the C.P. ( $v$ ):

$$V_T = 4.74v\pi^{-1} \sin^{-1} \lambda.$$

The criterion considers a star as a possible member of an MG when its peculiar velocity ( $PV$ ) is less than about 10 per cent of its total velocity ( $V_T$ ):

$$PV < 0.1V_T.$$

Taking into account the definition of  $PV$  and  $V_T$ , this condition can also be written in terms of components  $\tau$  and  $v$  as

$$\tau/v < 0.1 \sin^{-1} \lambda.$$

### (2) RADIAL VELOCITY CRITERION

For the moving cluster method we can obtain a predicted radial velocity (called  $\rho_c$  by Eggen) as:

$$\rho_c = V_T \cos \lambda.$$

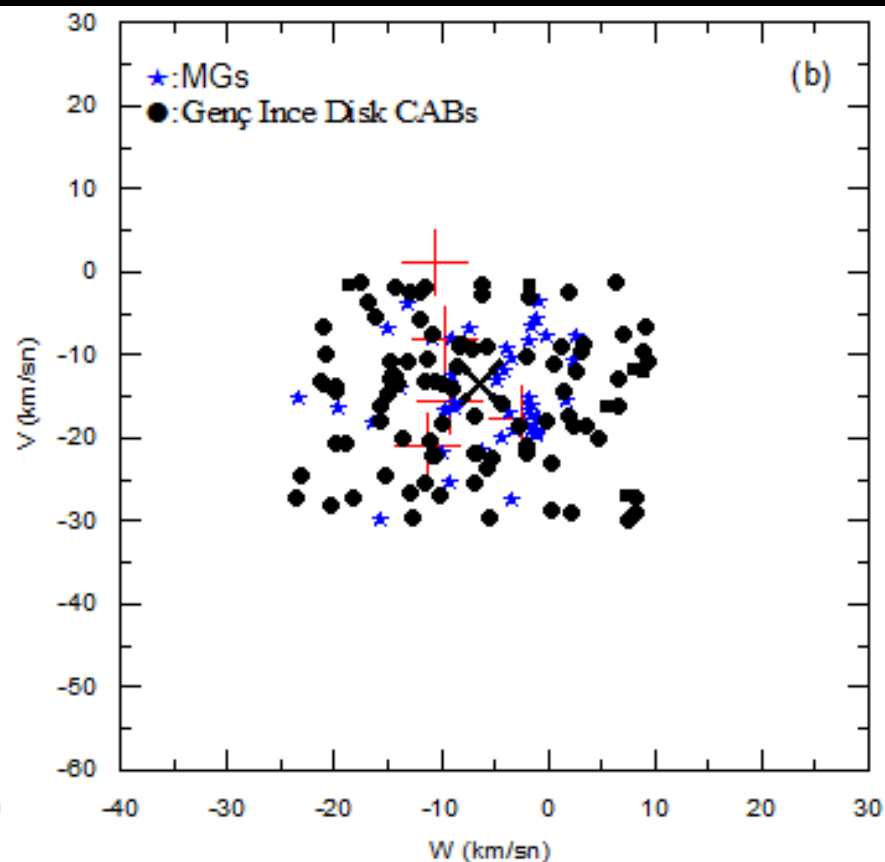
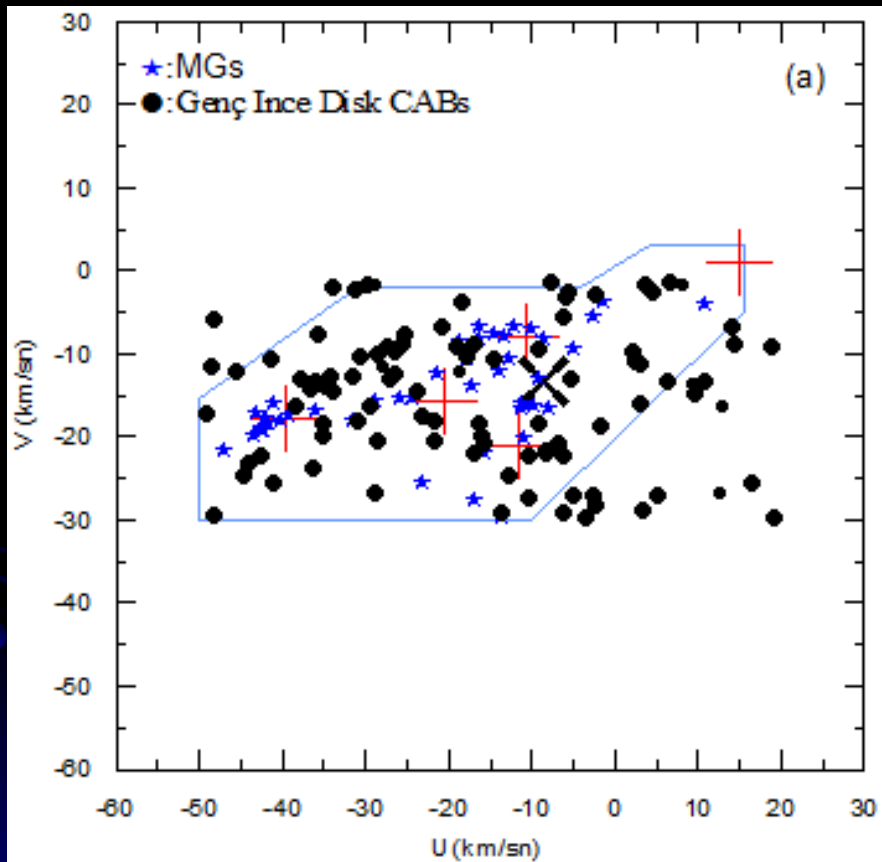
The criterion is based in the comparison of this predicted radial velocity with the observed radial velocity of the star. Eggen considered a star as a possible member of an MG when these two velocities differ by less than  $4-8 \text{ km s}^{-1}$ , depending on the quality of the observed radial velocity.

### Kriterler

1:  $PV < 0.1 V_T$

2:  $\Delta q_c = \gamma - V_T \cos \lambda$





# Kinematik Yaş Tayini

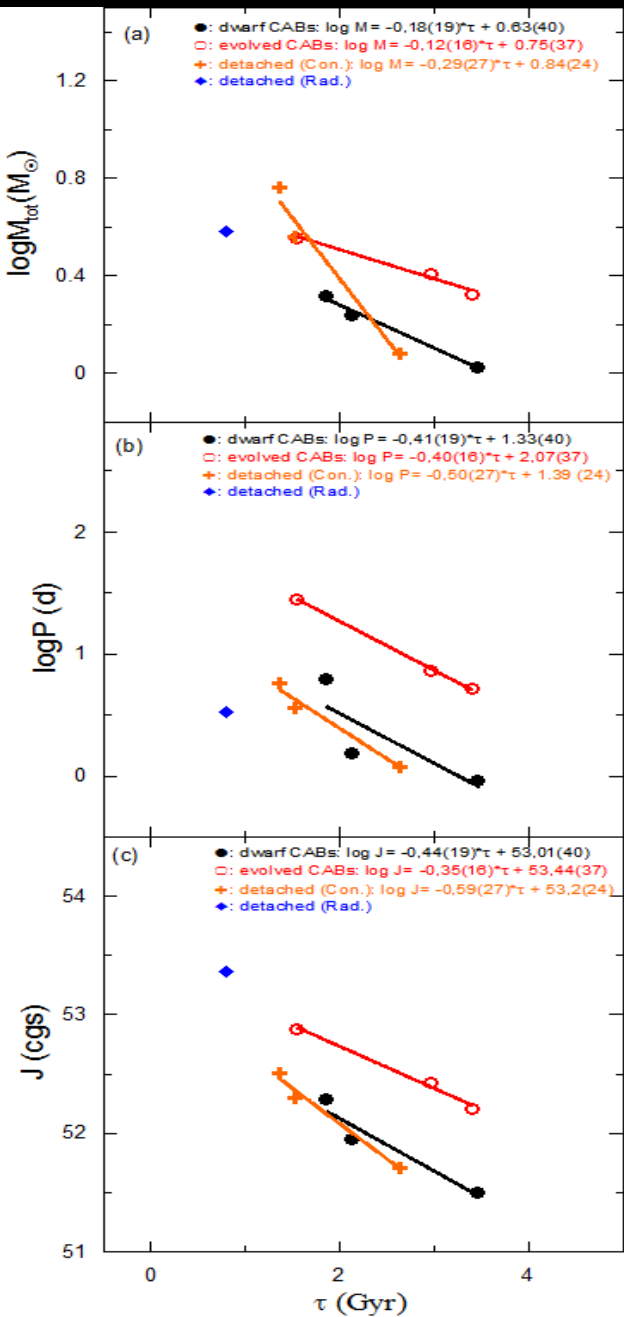
$$\sigma_V^3(\tau) = \sigma_{V,r=0}^3 + \frac{3}{2} \alpha_V \delta_2 T_\delta \left[ \exp\left(\frac{\tau}{T_\delta}\right) - 1 \right]$$

*Wielen, 1977, A&A, 60, 263*

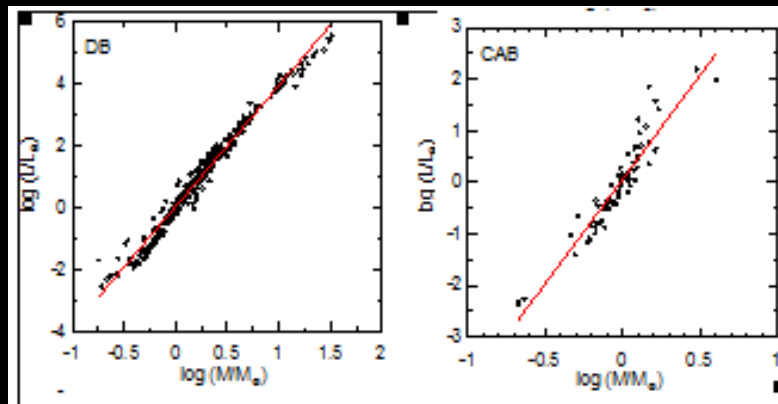
|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| $\sigma_{V,r}^3$ | = 10 km/s  | (Yıldızın sıfır yaştaki hız dispersiyonu)   |
| $\alpha_V$       | = 2.95   | (Rotasyon eğrisini açıklayan bir parametre) |
| $T_\delta$       | = $5 \times 10^9$ yıl                                  | (Zaman skalası)                             |
| $\delta_2$       | = $3.7 \times 10^{-6}$ (km/s) <sup>3</sup> yıl         | (Yayıma katsayısı)                          |
| $\sigma_V(t)$    | = $[(\sigma U)^2 + (\sigma V)^2 + (\sigma W)^2]^{1/2}$ | (Bir grup yıldızın hız dispersiyonu)        |

$$\sigma U = \sqrt{\sum_{i=1}^n U_i^2 / n}, \quad \sigma V = \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i^2 / n}, \quad \sigma W = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_i^2 / n}$$

# Dinamik Davranışlar



| Sub-Group   | Age (Gyr)   | <log J> | <log P> | <log Mt> |
|-------------|-------------|---------|---------|----------|
| CAB_dwarf   | 3.45 (68)   | 51.50   | -0.04   | 0.03     |
|             | 2.12 (84)   | 51.95   | 0.19    | 0.24     |
|             | 1.86 (49)   | 52.29   | 0.80    | 0.32     |
| CAB_evolved | 3.41 (1.08) | 52.20   | 0.71    | 0.33     |
|             | 2.97 (1.44) | 52.43   | 0.87    | 0.41     |
|             | 1.55 (92)   | 52.88   | 1.45    | 0.56     |
| DB_Con      | 2.64 (72)   | 51.71   | 0.08    | 0.08     |
|             | 1.53 (50)   | 52.30   | 0.56    | 0.39     |
|             | 1.37 (41)   | 52.51   | 0.76    | 0.45     |
| DB Rad.     | 0.80 (36)   | 53.36   | 0.53    | 0.53     |



| Sistem | N   | $\alpha$        | $\beta$         | Standart Sapma | $R^2$ |
|--------|-----|-----------------|-----------------|----------------|-------|
| DB     | 438 | $3.91 \pm 0.03$ | $0.04 \pm 0.01$ | 0.23           | 0.978 |
| CAB    | 69  | $4.04 \pm 0.18$ | $0.06 \pm 0.04$ | 0.31           | 0.875 |

$$\frac{dJ_{\text{cisc}}}{d\tau} = -1,02 \times 10^{-10} J_{\text{cisc}}$$

$$\frac{dP_{\text{cisc}}}{d\tau} = -0,94 \times 10^{-10} P_{\text{cisc}}$$

$$\frac{dM_{\text{cisc}}}{d\tau} = -0,41 \times 10^{-10} M_{\text{cisc}}$$

$$\frac{dJ_{\text{evim}}}{d\tau} = -0,81 \times 10^{-10} J_{\text{evim}}$$

$$\frac{dP_{\text{evim}}}{d\tau} = -0,92 \times 10^{-10} P_{\text{evim}}$$

$$\frac{dM_{\text{evim}}}{d\tau} = -0,27 \times 10^{-10} M_{\text{evim}}$$

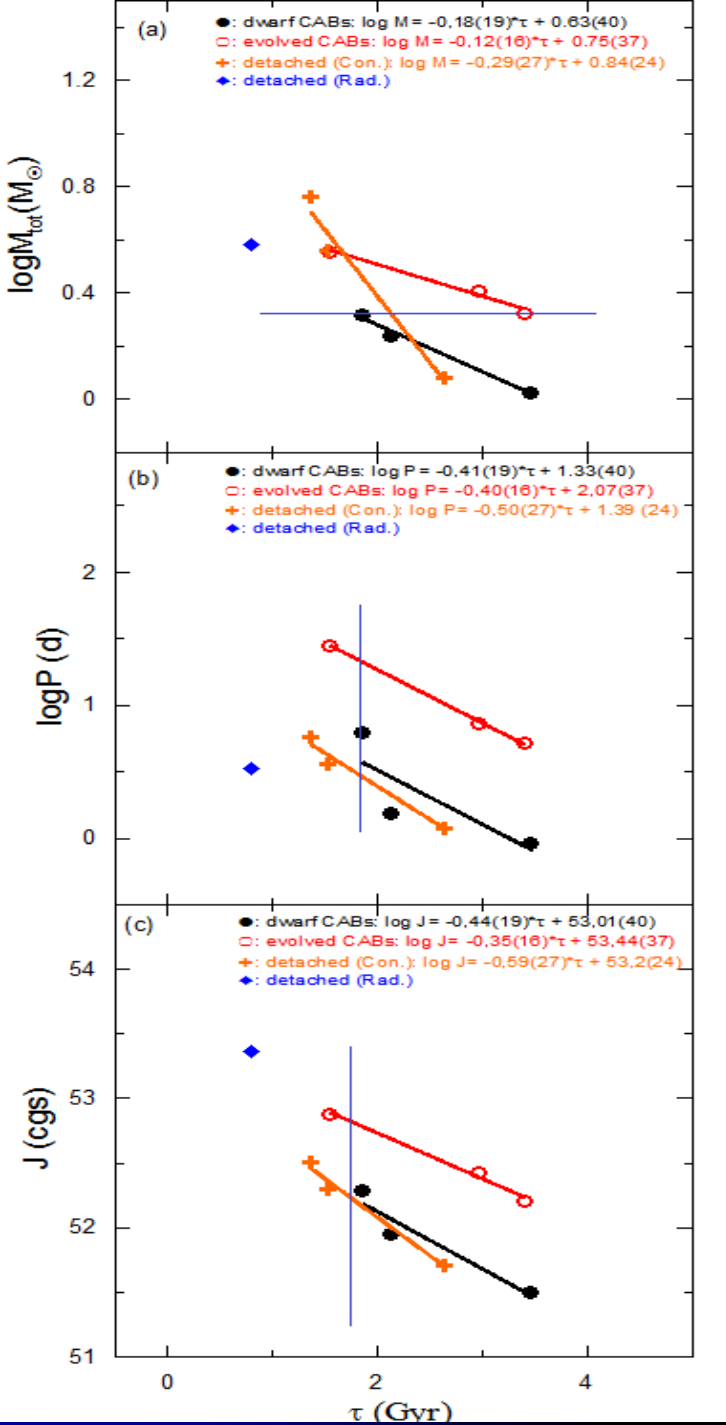
$$\frac{dJ_{\text{db\_con}}}{d\tau} = -1,36 \times 10^{-10} J_{\text{db\_con}}$$

$$\frac{dP_{\text{db\_con}}}{d\tau} = -1,15 \times 10^{-10} P_{\text{db\_con}}$$

$$\frac{dM_{\text{db\_con}}}{d\tau} = -0,67 \times 10^{-10} M_{\text{db\_con}}$$

# Tartışma

- ⌚ Kinematik, bir grup yıldızın toplu olarak evrim senaryosunun incelenmesine olanak sağlar.
- ⌚ Kinematik yaklaşımlar da **ÇOK** duyarlı parametrelere ihtiyaç vardır.
- ⌚ Konvektif Katmana sahip DB ve CAB sistemleri devleştikçe P ve J si önce artar sonra azalır???



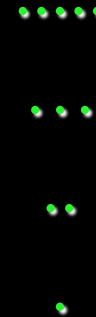
Dönme-Yaş ?

Kütle-Yaş ?

Periyot-Yaş ?

Tayf Türü-Yaş ?

Açısal Momentum-Yaş ?





TEŞEKKÜRLER

