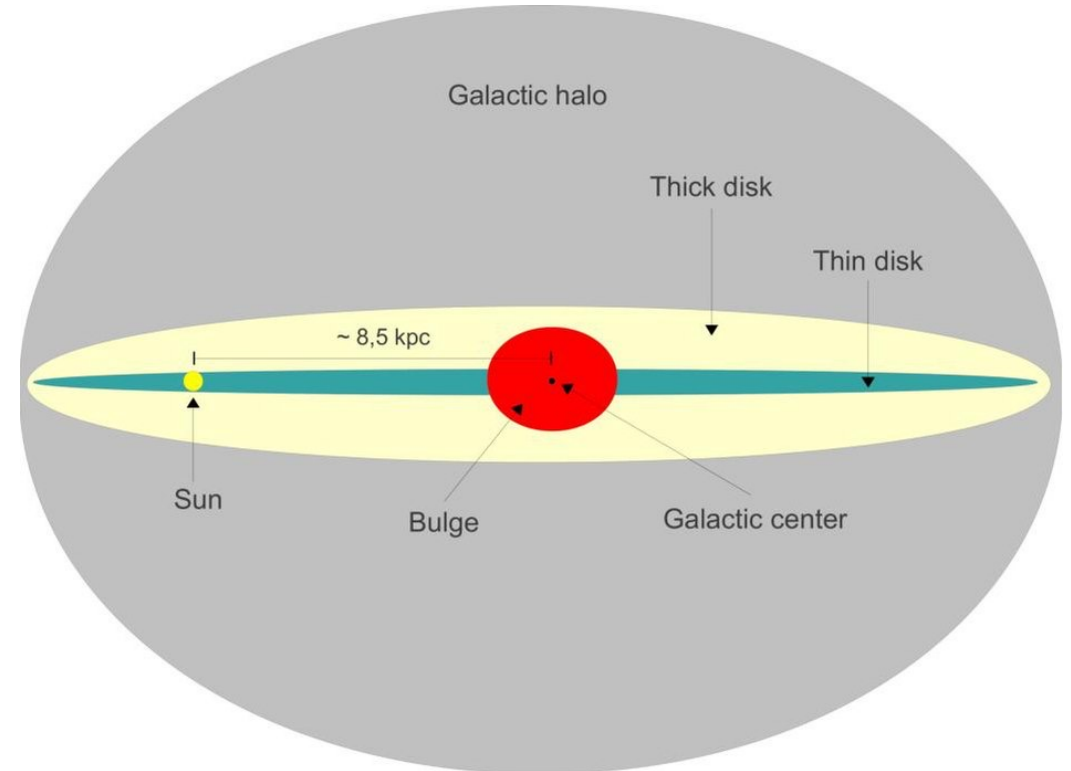


*Çok Boyutlu Uzayda Galaktik Disk  
Popülasyonlarına Makine Öğrenmesi Yaklaşımı*

DR. BAŞAR COŞKUNOĞLU

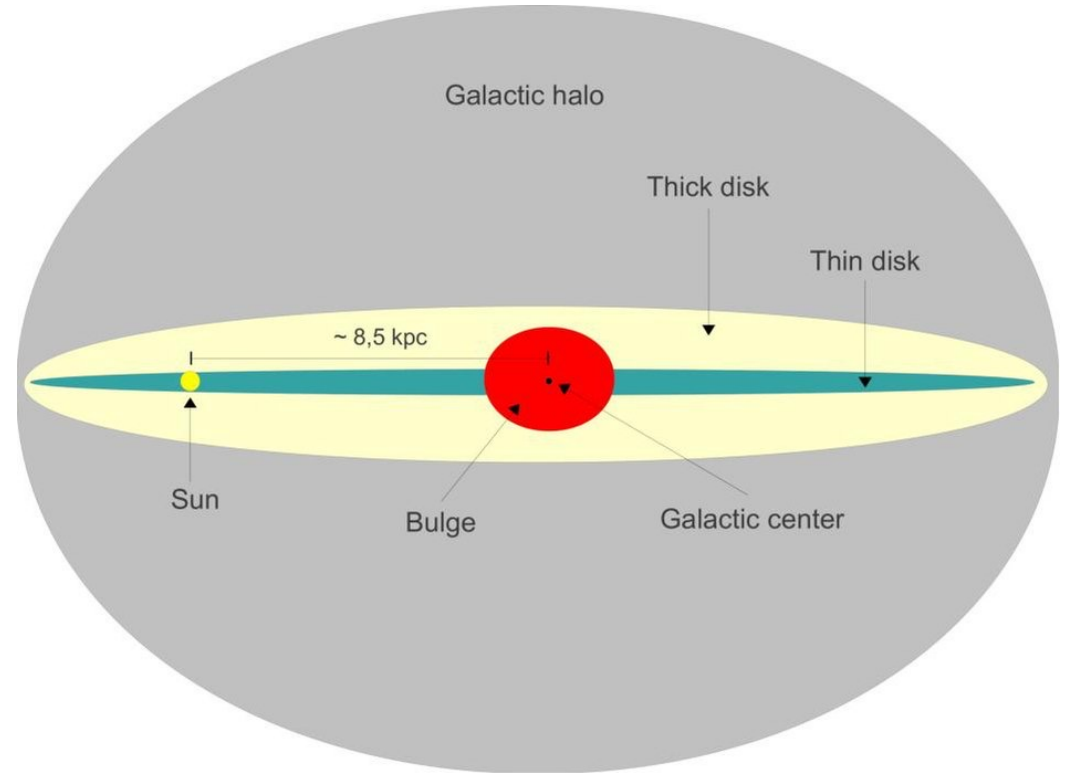
# Galaktik Popülasyonlar

- ▶ İnce disk: metalce zengin, dairesel yörünge, düşük uzay hızı, düşük alfa bolluğu, Galaktik düzleme yakın yörünge
- ▶ Kalın disk: metalce fakir, basık yörünge, görece yüksek uzay hızı, yüksek alfa bolluğu, Galaktik düzlemden yüksek yörünge
- ▶ Halo: metalce çok fakir, basık ve kaotik yörünge, yüksek uzay hızı, yüksek alfa bolluğu, Galaktik düzlemden çok yüksek yörünge



# Galaktik Popülasyonlar

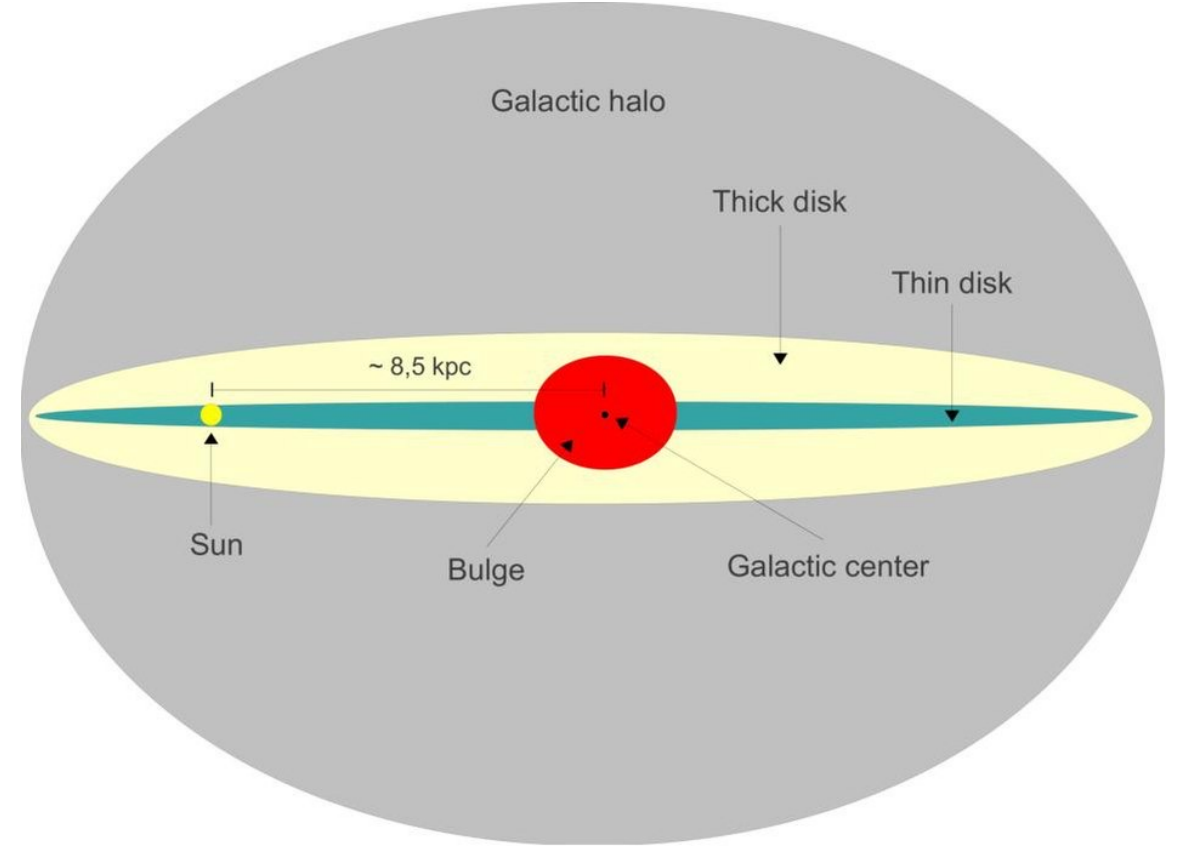
- **Popülasyon:** uzay dağılımı, yaş, kimyasal bolluk, uzay hızı ve yörünge bakımından birbiriyle benzer özelliklere sahip yıldız grubudur.





# Galaktik Popülasyonlara Ayrım Problemi

Popülasyonları belirleyen özelliklerin iç içe geçmesi sebebiyle temiz bir ayırım kriterinin üretilmemesidir. Literatürde tek bir özelliği temel alan ayırım kriterleri olsa da popülasyonların çok boyutlu doğasını karşılayan bir ayırım kriterinin olmamasıdır.



# Projenin Amacı

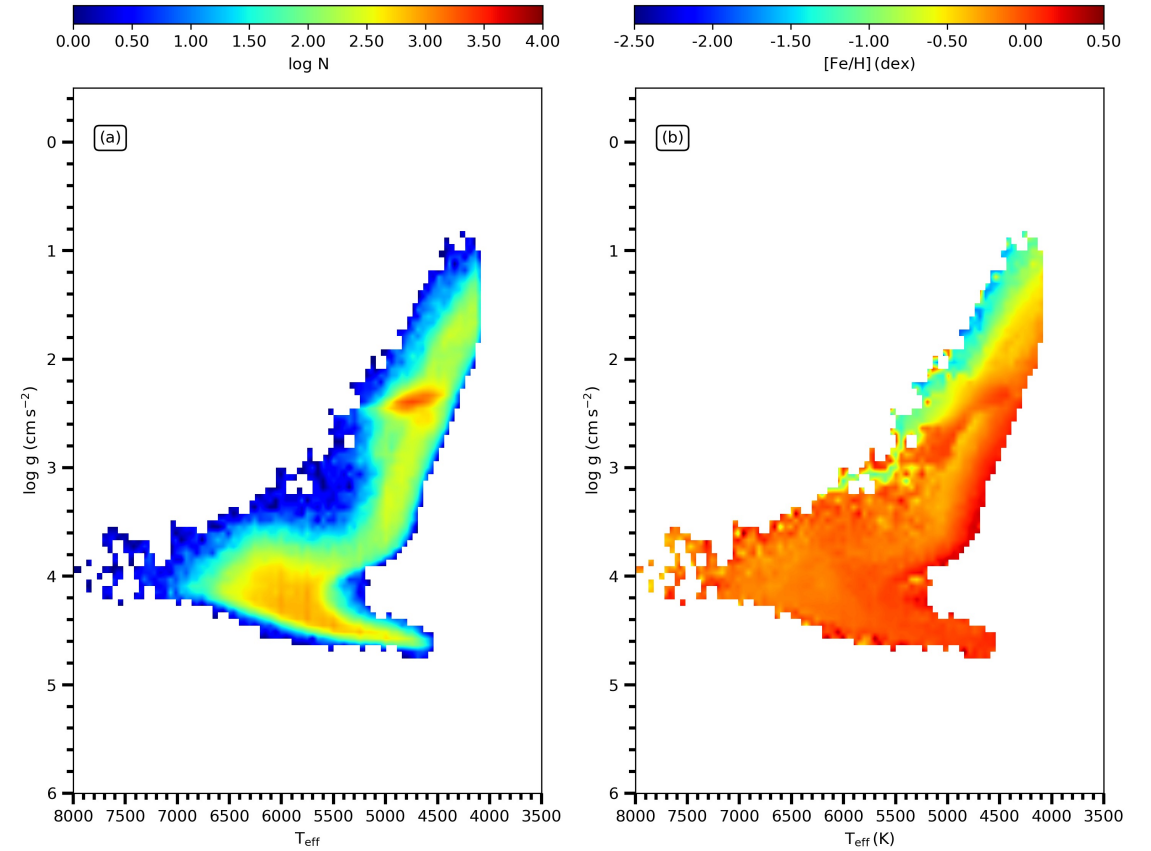
- ▶ Çalışma 122F080 nolu TÜBİTAK 1002 projesi ile desteklenmiştir.
- ▶ Popülasyonların çok boyutlu doğasını makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak ortaya çıkarmak ve birden fazla özelliği (kimyasal, kinematik, dinamik ve yaş) dikkate alan bir ayırım yöntemini literatüre kazandırmaktır.



# Veri Seçimi- GALAH

GALAH DR3 (Buder ve diğ. 2021)

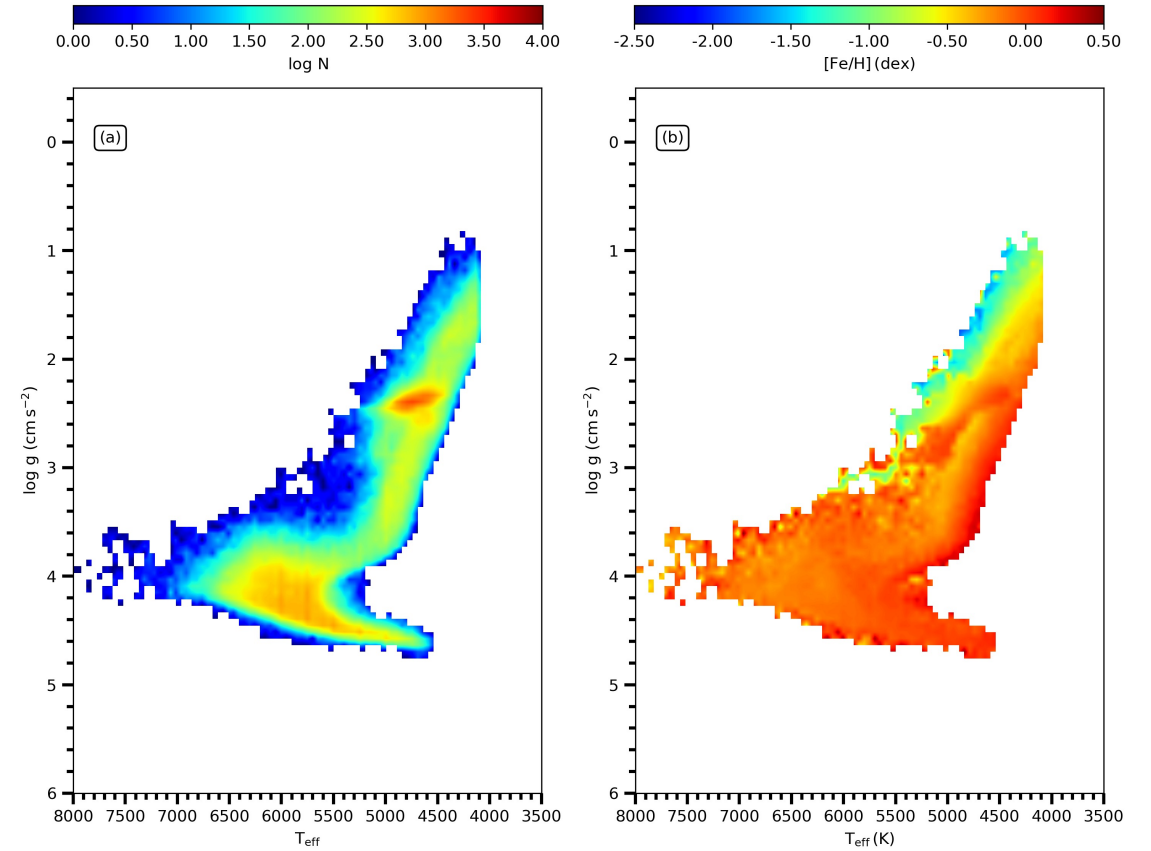
- ▶ 588,571 yıldız
- ▶ Güney Yarı Küre
- ▶ 4 m teleskop
- ▶ 30 element bolluğu
- ▶  $R \sim 50,000$



# Veri Seçimi- GALAH

GALAH DR3 (Buder ve diğ. 2021)

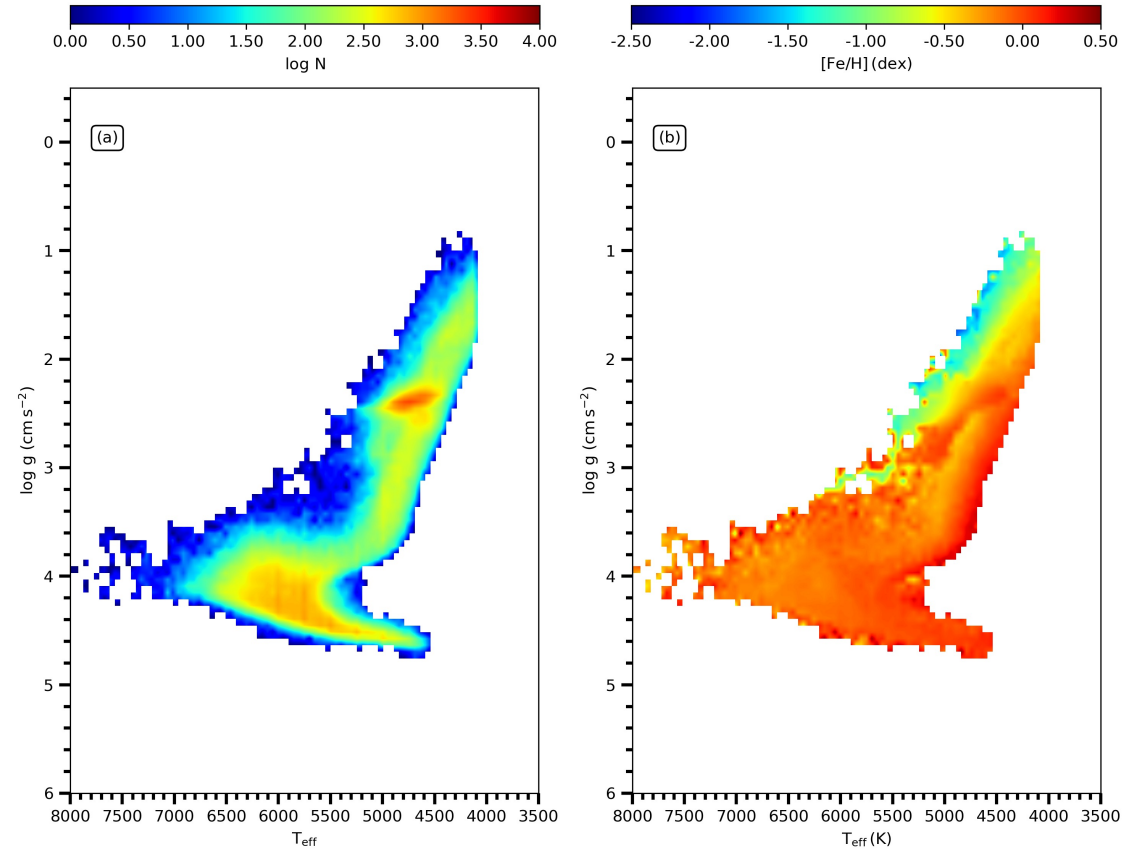
- ▶ Tayf indirgemesi sorunsuz yapılmış
- ▶  $S/N > 40$
- ▶ Atmosferik model parametreleri hesaplanmış ( $T_{\text{eff}}$ ,  $\log g$ ,  $[\text{Fe}/\text{H}]$ )



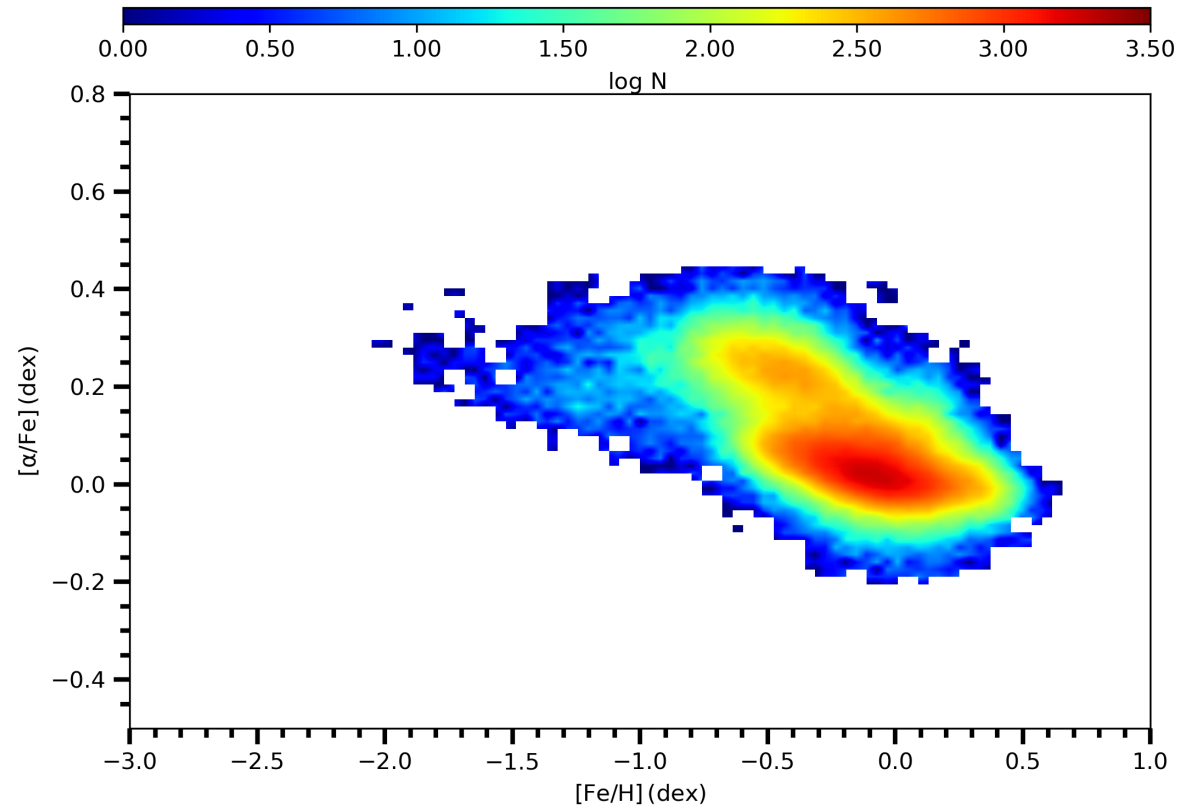
# Veri Seçimi- GAIA

## GAIA DR3

- ▶ Rölatif paralaks hatası %10'dan küçük ve paralaksı pozitif
- ▶ Öz hareketi ölçülmüş
- ▶ İki taramada seçilen kriterleri sağlayan yıldızların kesiştirilmesi ile elde edilen örnekteki yıldız sayısı 192,308 olmuştur.





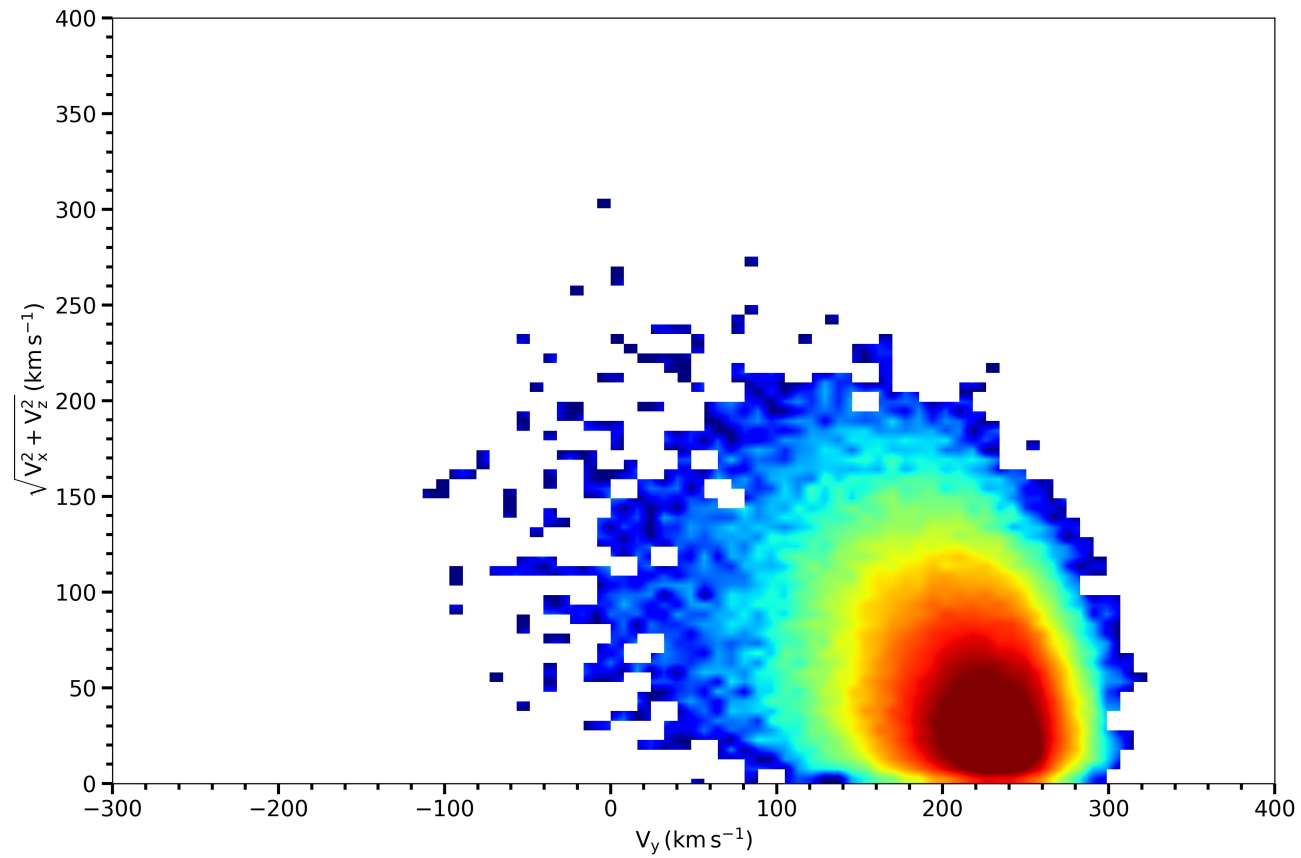


# Kimyasal Düzlem

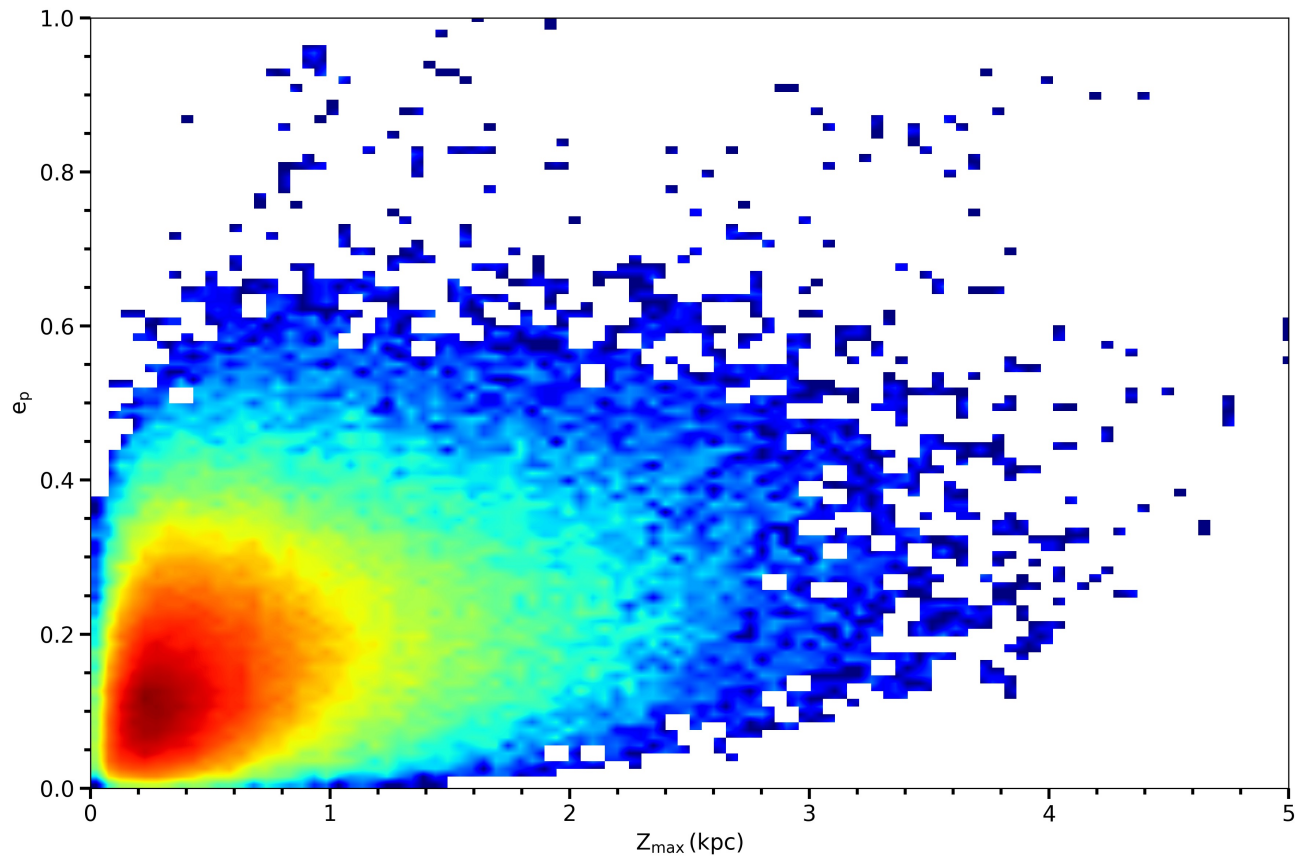
# Yapılan Hesaplamalar

- ▶ Galaksi merkezli uzay hızları hesaplanmıştır (Johnson & Soderblom, 1987).
- ▶ Galaktik yörünge parametreleri hesaplanmıştır:
  - ▶ Galpy (Bovy, 2015)
  - ▶ MilkywayPotential2014 potansiyeli altında
  - ▶ 5 Gyr boyunca yörünge kapanana kadar 50,000 adımdan
  - ▶  $R_{apo}$ ,  $R_{peri}$ ,  $e_p$ ,  $Z_{max}$ ,  $L_x$ ,  $L_y$ ,  $L_z$
- ▶ Yıldız yaşları Bayes Yaş Tayin Yöntemiyle hesaplandı (Pont & Eyer, 2004)
  - ▶ Parsec kütüphanesi kullanılmıştır.
  - ▶ PARSEC (Bressan ve diğ., 2012) eş yaş eğrileri kullanılmıştır.
  - ▶  $-2.4 \leq [Fe/H] \leq 0.5$  dex, 0.01 dex adımlarla,  $0 < \tau \leq 13$  Gyr 0.1 Gyr adımlarla oluşturulan ızgara üstünden hesaplanmıştır.



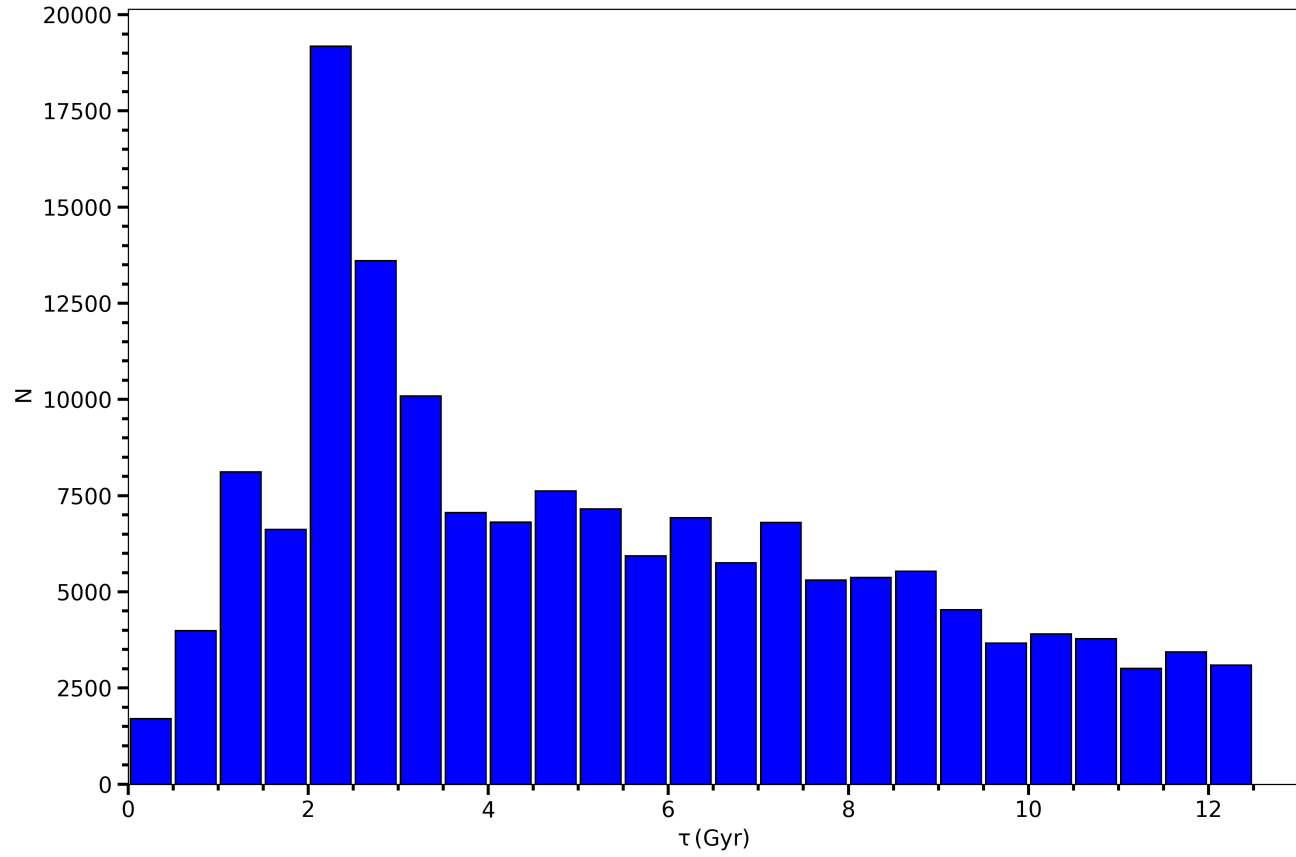


# Kinematik Düzlem



# Dinamik Düzlem



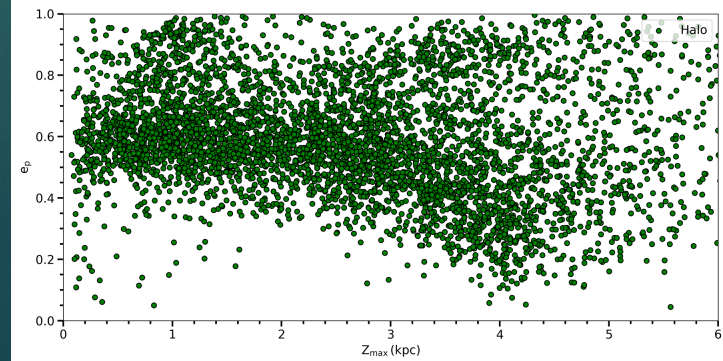
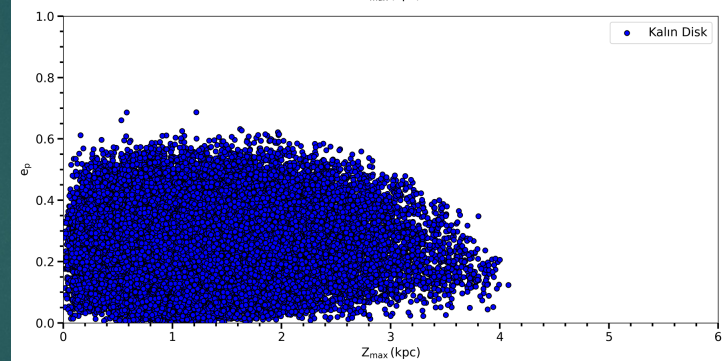
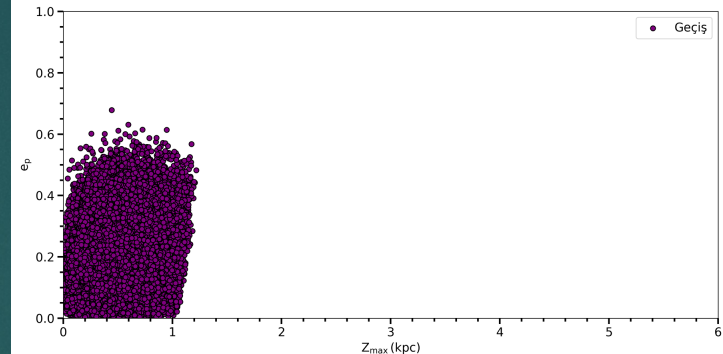
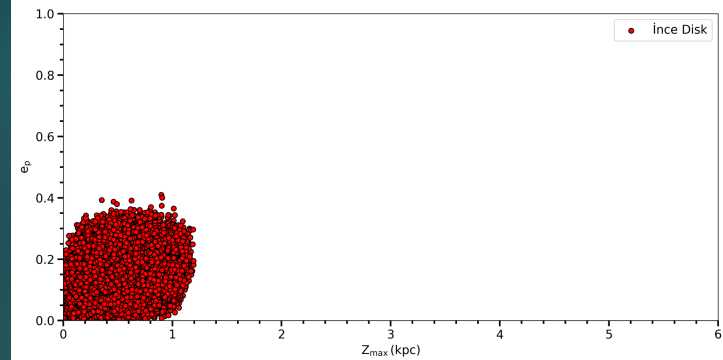
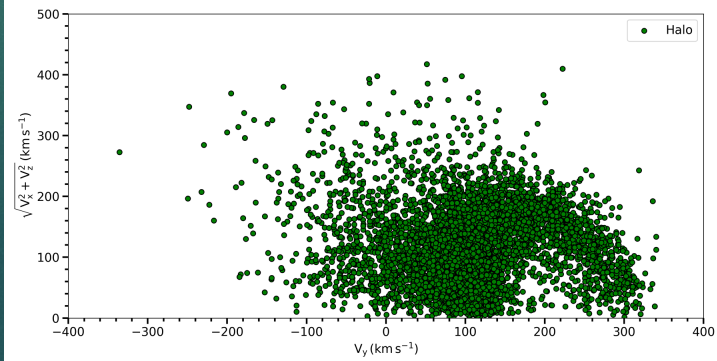
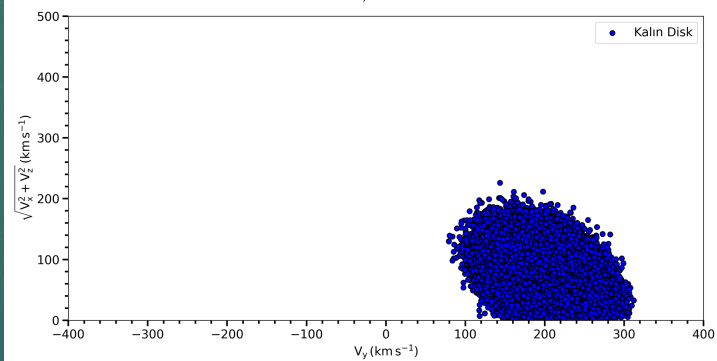
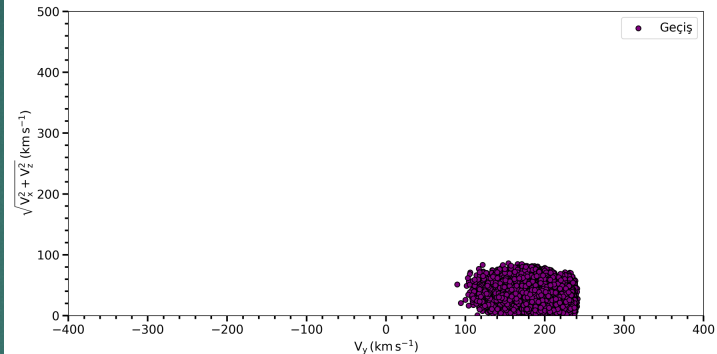
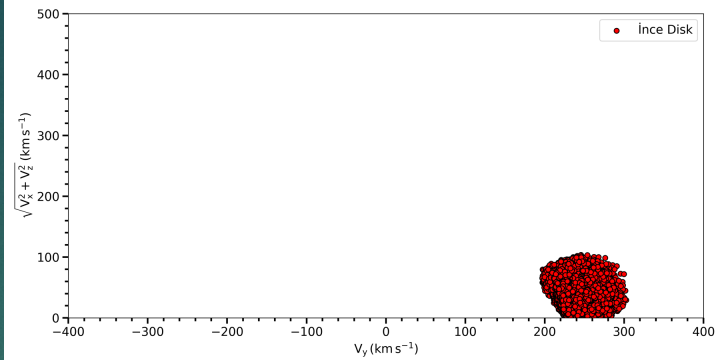
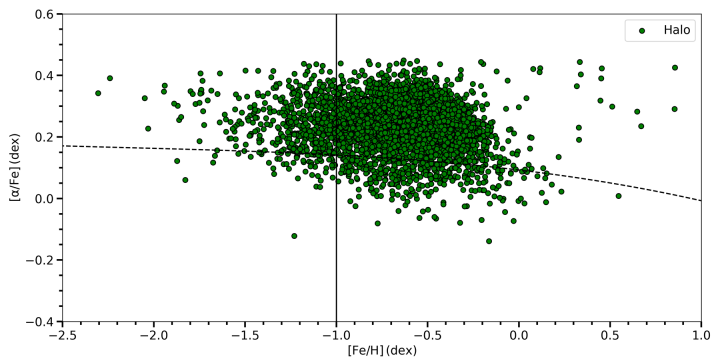
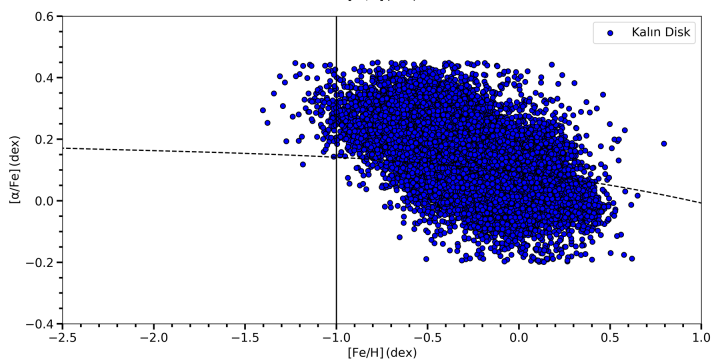
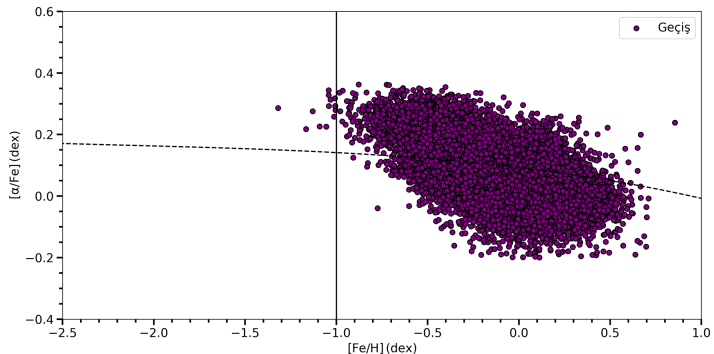
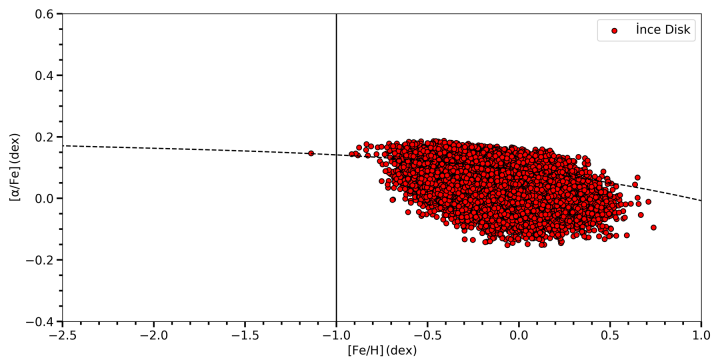


# Yaş Histogramı

# Ayrım Yönteminin Geliştirilmesi

- ▶ Kimyasal düzlem
- ▶ Kinematik düzlem
- ▶ Dinamik düzlem
- ▶ Yaş
- ▶ 7 (+1) parametrelili uzaya Gauss Karışım Yöntem (Gaussian Mixture Model)
- ▶ 4 popülasyona ayırım: ince disk, geçiş popülasyonu, kalın disk ve halo





# Sonuçlar

pop	[Fe/H]	[ $\alpha$ /Fe]	$V_x$	$V_y$	$V_z$	$e_p$	$Z_{max}$	Yaş
TN	-0.10	0.03	-5.50	240.00	0.38	0.12	0.39	5.95
Mid	-0.05	0.04	-10.70	205.59	-0.23	0.16	0.38	6.85
TK	-0.29	0.13	-40.84	208.88	-0.51	0.23	1.09	8.70
H	-0.61	0.25	-20.18	104.80	-2.60	0.59	2.76	12.95



# Devam Çalışması

- ▶ Ara popülasýona ait özellikler araştırılacak
- ▶ Popülasyonları ayıran elementler incelenecek
- ▶ Farklı element çiftleri için oluşturulacak düzlemler popülasyonlar bakımından incelenecek
- ▶ Oluşturulan model literatüre kazandırılacak



# Teşekkürler

- ▶ Bu çalışma 122F080 numaralı TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir.