

## Galaksinin Çeşitli Parametrelerle İncelenmesi

Salih Karaalı

İ.Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet: Yaklaşık 25 yıl önce Eggen, Lynden-Bell, ve Sandage (ELS, 1962) kinematik olarak seçtikleri bir yıldız örneğinden, UV artıkları çok (metal bollukları az) olan yıldızların, dışmerkezlikleri büyük olan elips yörüngeler üzerinde dolandıkları, UV artıkları az olanların ise hemen hemen çember yörüngeler üzerinde dolandıklarını tespit etmişler ve buradan Galaksinin oluşumu ile ilgili sonuçlara varmışlardır: Galaksi, büyük bir gaz bulutunun içe doğru çökmesinden oluşmuş ve göktükçe iç taraf metal bakımından zenginleşmiştir; bu oluşum  $10^8$  yılın birkaç katı kadar bir zamanda tamamlandı.

ELS nin görüşü birçok astronom tarafından tenkite uğramıştır. Örneğin Searle ve Zinn 'in (SZ, 1978), galaksi merkezinden 10 kpc. ten daha uzak küresel küme yıldızları üzerinde yaptıkları araştırma, bu yıldızların matal bolluğu gradiyenti göstermediklerini bulmuşlardır. SZ ye göre, Galaksinin dış bölgesindeki gaz bulutları kendi yıldızlarını ve kimyasal bolluklarını oluşturmışlar, sonra daha içteki bölgelerle birlikte çökerek dinamik dengeyi sağlamışlardır.

1980 li yıllarda Gilmore, Reid, ve Wyse (GRW), Galaksimizin Disk (İnce Disk) ve Halodan başka üçüncü bir bileşeni olduğunu bulmakla ( Gilmore ve Reid, 1983; Gilmore, 1984; Gilmore ve Wyse, 1985; Wyse ve Gilmore, 1986; ve Gilmore et al., 1989) ELS nin Galaksi modelinin kabul edilmemesi için daha çok delil elde edilmiş oldu. "Kalın Disk" olarak adlandırılan bu bileşen kinematik, spektroskopik, ve güneş civarındaki yoğunluk bakımından İnce Disk ile Halo arasında bulunur: galaksi düzlemine dik doğrultudaki hız bileşeni dispersiyonu  $45 \text{ km. s}^{-1}$ , metal bolluğu  $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.6$ , güneş civarındaki yoğunluğu, ince disk yoğunluğunun 0.02 si ve yükseklik ölçüği

1-1.5 kpc. tir.

Norris (1987), Bidelman-Macconnel'in (BM) metal bakımından fakir yıldızlardan oluşan ve spektroskopik olarak seçilen bir örneği Üzerinde yaptığı araştırmada, kinematik verilere dayanan ELS çalışmasında seçim etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Yıldızların kinematiği ile metal bolluğu arasında bir korelasyonun bulunmaması ve haloda metal bakımından zengin A spektral tipinde yıldızların gözlenmesi, ilkel Galaksimizin dış bölgesinde bulunan gaz bulutlarının ayrı ayrı büküllerek kendi yıldız sistemlerini oluşturdukları veya bazı uyduların ilkel Galaksimize çarparak dinamiğini ve kimyasal yapısını etkiledikleri şeklindeki görüşlerin önemini artırıyor.

Metal' bakımından en fakir küresel kümelerin arasında yaş farkı bulunması ve aynı durumun Disk kümelerinde de gözlenmesi Galaksimizin yaşıının tayinini zorlaştırmaktadır.

Giriş. Galaksimiz farklı parametreler kullanılarak çeşitli yöntemlerle incelenmektedir. Elde edilen bilgiler ne oranda artıyorsa Galaksimizin yapısının da o oranda karışık olduğunu anlıyoruz. Sağlıklı bir bilgiye sahip olmamız için, çeşitli parametrelerle elde edilen sonuçları karşılaştırmamız gereklidir. Bu sebepten, ben burada, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ile Basel Üniversitesi Astronomi Enstitüsü arasındaki işbirliği çerçevesinde yürütülen ve Galaksimizin fotometrik yöntemle incelenmesine dayanan çalışmaları yaparken, başka yöntemlerle elde edilen ve göz önünde bulundurmamız gereken bazı sonuçları anlatacağım.

#### Galaksinin Oluşumu İle İlgili Çeşitli Galaksi Modelleri.

Bugün en çok tartışılan Galaksi modeli, 1962 yılında Eggen, Lynden-Bell, ve Sandage (ELS) tarafından ortaya atılan modeldir. Bu model, kinematik olarak seçilmiş yıldız örneklerine dayandırılmış olup  $\delta(U-B)$  morötesi artığı çok olan, yani  $[Fe/H]$

metal bolluğu az olan yıldızların basık elips yörüngeler Üzerinde,  $\delta_{(U-B)}$  değeri az olan yani  $[Fe/H]$  değeri çok olan yıldızların ise çember yörüngeler Üzerinde dolandığı tespit edilmiş ve buradan  $[Fe/H]$  metal bolluğu ile yörüngelerin eşiğin merkezligi arasında bir bağıntının var olduğunu ileri sürmüştür. Bu bilgilerin ışığında ELS, Galaksimizin bir tek ilkel galaksi bulutunun hızlı bir şekilde büzülmesi sonucunda olduğu, büzüldükce de dıştan içe doğru metal bakımından zenginleştiği sonuna varmıştır.

Birçok astronom, ELS modeline tepki göstermiştir. Örneğin Larson (1969), ilkel galaksinin birçok gaz kümesinden olduğunu ve o zamanki türbülant hızının çok yüksek olduğunu ileri sürerek bu modele itiraz etmiştir. Field (1975), bir gaz bulutunun büzülmeye zamanının, gazın yoğunluğu ile orantılı olduğunu, yani  $t_{büzülmeye} \propto (G \rho)^{-1/2}$  olduğunu, ve ilkel galaksinin her tarafındaki yoğunluğunun aynı olmaması sebebi ile farklı bölgelerin farklı zamanlarda büzüldüğünü ifade etmiştir. Diğer tarafından Toomre (1977) ye göre, Galaksimiz gibi büyük galaksiler birçok galaksinin bir araya gelmesinden oluşmuştur. Oort (1970) ve Larson (1972) galaksilerarası gazın, uzun bir zaman aralığında, var olan galaksilerin içine sürekli olarak düşüğünü ve bu gazın çögünün galaksi diskinde toplandığını ileri sürürük alternatif modeller kurmuşlardır.

Searle ve Zinn (SZ) (1978), haloyu temsil eden küresel kümeler Üzerinde yaptıkları araştırmalarda, Galaksi merkezinden itibaren 10 kpc. ten daha büyük uzaklıklarda bulunan küresel kümeler için  $d[Fe/H] / dR = -0.004 \pm 0.009$  olduğunu, yani metal bolluğu gradiyenti bulunmadığını tespit etmişlerdir. Bu da, metal bolluğu için, halodan diske doğru yavaş bir geçiş olduğunu ileri süren ELS modeli ile bağdaşmamaktadır.

Bundan başka SZ, küresel kümelerde bir "ikinci parametre" sorunu olduğunu bulmuştur. Metal bolluğu  $[Fe/H] = -1.5$  olan küresel kümelerin renk-kadir diyagramlarındaki yatay kolla-

ri birbirine benzer iken, Galaksimizin dış bölgelerine ait küresel kümelerin yatay kolları birkaç tiptir. Bu farklılığın bir çok parametreye, bu arada yaşı olduğu tahmin edilmektedir.

Bu veriler, SZ yi ilkel galaksinin dış bölgele - rindeki gaz kümelerinin kendi yıldızlarını ve kimyasal yapıla - rını oluşturduktan sonra içteki bölgeler ile birlikte çökerek dinamik dengeyi oluşturduğu sonucunu çıkarmağa sevk etmiştir.

Freeman ( 1989 ), galaktik halonun önceden oluşmuş bazı sistemlerin birleşmesi sonucunda meydana geldiği görü - şündedir.

Rodgers ve Paltoglou (1984), retrograd yörünge üzerinde dolanan ve metal bolluğu  $-1.7 < [Fe/H] < -1.3$  olan bir tek büyük uydunun Galaksimizin Üzerine düşüğünü ve bu uydunun Galaksimizin yapısını çok etkilediğini iddia etmektedir. Galaktik haloda gözlenen, metal bakımından zengin A yıldızlarının kaynağının bu tür bir uyu olması çok olasıdır.

Son zamanlarda, ELS modeli ile bağdaşmayan en güzel çalışmalardan biri Norris (1987) tarafından yapılmıştır. Norris'in, Bidelman-Macconnell (BM) in spektroskopik olarak seçilen, metal bakımından fakir yıldızlardan oluşanörneğinde, metal bakımından fakir olduğu halde dışmerkezliği küçük olan yıldızlar bulunmaktadır ( Şek.1 ). BM Örneğinde, yıldızların %20 sinin dışmerkezliğinin 0.4 ten küçük olması, ELS Örneğinde bir seçim etkisi olduğunu gösteriyor.

Cetvel la da, BM yıldızları ve diğer halo örnekleri verilmiştir; bunların hız dispersiyonlarının aynı olmadığı görülmüştür. Cetvel 1b de ise, belli bir  $[Fe/H]$  tan sonra rotasyon hızı, yani  $V_{rot.}$ , birdenbire düşüyor; bu, rotasyonda bulunmayan bir haloya geçildiğini gösteriyor.

Yukarıda, ELS örneğinin kinematik olarak, BM örneğinin ise spektroskopik olarak seçildiğini belirtmiştik. Bu verilerin aynı popülasyonu temsil edip etmediklerini göstermek için Norris'in yaptığı karşılaştırma Cetvel 2 de verilmiştir; (a) da radyal hızlara, (b) de ise uzay hız bileşenlerine ait veriler bu-

lunuyor. Bu cetvellerde, iki farklı örneğe ait bazı farkların standart hataya oranlarının 2 den büyük olması ( istatistik olarak) iki örneğin aynı popülasyonu temsil etmediğini gösteriyor. Bu durum, kinematik örneklerle kinematik olmayan örneklerden elde edeceğimiz sonuçlar için çok duyarlı olmamız gerektiğini anlıyoruz.

Norris (1987), BM örneğinde bulunan 1000 kadar yıldızı, hemen hemen aynı sayıda, 10 gruba ayırmış ve bunların rotasyon hızı ile metal bolluğu arasında bir bağıntının varlığını araştırmıştır. Şek.2 de,  $V_{rot}$ ının  $[Fe/H]$  a lineer bir bağımlılığı olmadığı görülüyor. Rotasyonda bulunmayan halo'a geçişini temsil eden  $[Fe/H] = -1.4$  ten daha küçük metal bolluğu değerleri ile rotasyon hızı arasında bir bağımlılık varsa, bu bağımlılık azdır.

Sandage ise ELS modelinde ısrarlıdır ve kinematik olarak seçilen yeni örneğinde metal bolluğu ile rotasyon hızları arasında lineer bir bağıntının var olduğunu iddia etmektedir (Sandage ve Fouts, 1987). Şek.3 te Sandage'in elde ettiği yeni şekil verilmiştir;  $\Delta$  ile temsil edilen değerler, Şek.2 de gösterilen, Norris'e ait değerlerdir. Sandage ve Norris'in verileri arasındaki bu farklılık,  $V_{rot}$  tayininde farklı yöntemlerin kullanılmasından kaynaklanıyor.

#### Kalın Disk Bileşenli Galaksi Modeli

Sandage ve Fouts'un (1987) yeni verilerinin ayrık disk ve halo popülasyonları şeklinde mi yorumlanabileceğि, yoksa Galaksi için bir tek birleştirilmiş modelin mi uygun olacağı konusunda bir uyum sağlanmamış iken [Carney, Latham, ve Laird (1989), Norris ve Ryan (1989) ve Norris ve Green (1989)] son zamanlarda, Galaksinin "kalın disk" adı verilen üçüncü bir bileşenin keşfi ( Gilmore, 1984; Gilmore et al., 1989) bu tartışmaları daha da zorlaştırmıştır.

Kalın disk, gözlemeş verilerin, Galaksinin iki bileşenli Disk-Halo modeli ile uyuşmaması sonucunda ortaya atılmıştır. Kalın diske ait parametreler, ince disk ile halo popülasyonu -

nunun parametreleri arasında bulunur. Örneğin, yükseklik ölgüsü  $H=1-1.5$  kpc., galaksi düzlemine dik doğrultudaki hız bileşeni  $\sigma_w = 45$  km./s, metal bolluğu  $[Fe/H] = -0.6$  ve rotasyon hızı  $V_{rot} = 190$  km./s dir.

Basel programında incelenen yıldız alanlarına ait gözlemlisel verilerin uyustuğu model, kalın disk bileşenini içeren Galaksi modelidir.

Kalın disk bileşeninin varlığı ile ilgili en yeni çalışmalardan biri, Carney, Latham, ve Laird (1989) in yaptıkları çalışmıştır. Şek.4 teki histogram bu çalışmadan alınmış olup mutlak değerce küçük W değerleri için (Şek.4a) yığılmanın  $[m/H] \approx 0$  da olduğu, yani yıldızların çögünün ince disk yıldızı olduğu,  $|W|$  büyündükce (Şek.4b,c,d) ince disk yıldızları azalırken  $[m/H] \approx -0.5$  teki modun kendini belli ettiği, yani kalın disk yıldızlarının hakim olduğu ve mutlak değerce daha büyük W değerleri için, ince ve kalın disk yıldızlarının sayısının önemli derece azaldığı, buna karşılık metal bolluğu  $[m/H] = -1.6$  olan sfEROİD yıldızlarının histograma hakim olduğu görülmüyor.

#### Rotasyon Hızı Metal BolluğuNA Bağlı Değildir.

Rotasyon hızının metal bolluğuNA bağımlılığı ile ilgili en yeni çalışma Gilmore, Wyse, ve Kuijken (1989) tarafından yapılan, derleme türünden, bir çalışmadır. Şek.5a da, farklı çalışmalarla ait rotasyon hızı ( $V_{rot}$ ) ve metal bolluğu ( $[Fe/H]$ ) arasındaki bağıntı verilmiştir. Düz eğri,  $V_{rot}$  ile  $[Fe/H]$  arasındaki düzleştirilmiş korelasyonu gösteren bir model eğrisidir. Noktalı eğri ise,  $[Fe/H] = -1.0$  da bir süreksizliğin varlığını kabul eden benzer bir model eğrisidir. Şek. 5b de, Laird et al. (1988) tarafından incelenen yıldızlar için elde edilen  $V_{rot}$  ve  $[Fe/H]$  arasındaki bağıntı verilmiştir. Şek.5a ve b nin karıştırılması, Şek.5a da gruplara ayrılmış yıldızların kinematiği ile metal bolluğu arasında bir korelasyonun olduğunu söylemenin zor olduğunu gösteriyor.

Her iki şekilde dikkati çeken nokta,  $[Fe/H] = -1$  ve  $-200 \text{ km./s} \leq V_{rot} \leq -100 \text{ km./s}$  bölgesinde rölatif olarak az

yıldızın bulunmasıdır. Norris et al. (1985) kalın disk kinematigine sahip metal bakımından fakir yıldızların varlığını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Morrison et al. (1989) , spektroskopik olarak seçilen G-K devlerinden disk ve halo kinematigine sahip olan eşit sayıda yıldızın metal bolluğu  $[Fe/H] = -1$  olduğunu bulmuşlardır.

Yukarıdaki özellikler gözönüne alındığında, Şek.5a nın, ne bir basamak fonksiyonu ve ne de düzleştirilmiş bir bağıntı olmadığı, tersine iki farklı kümenin  $[Fe/H] = -1$  de birleşmesinden oluştugu sonucu çıkıyor.

#### Yaş Durumu.

ELS modelinde, Galaksimizin oluşum zamanı  $10^8$  yılın birkaç katı olarak veriliyor. Bugün, bu değerin çok küçük olduğu bilinmektedir. Bununla beraber, Galaksimizin yaşıının tayininde çok önemli rol oynayan Galaksi kümelerinin yaşı henüz tam olarak bilinmemektedir.

Oksijenin demire göre bolluğu, yani  $[O/Fe]$  , dikkate alınarak evrim yolları ile tayin edilen, metal bakımından çok fakir küresel kümelerin yaşı 12-16 Gyr. (1 gyr =  $1 \times 10^9$  yıl ) arasında olup 4 Gyr. lik bir eşel oluşturuyorlar. Metal bolluğu, kalın diskin metal bollüğünü temsil eden 47 Tuc küreselkümesi 13-14 Gyr. lik yaşı ile en yaşlı disk kümelerinden bile daha yaşılidır( VandenBerg, 1989). Demarque (1989), çok yaşlı disk kümelerinin aralarında yaş farkı bulunduğuunu tespit etti; gerçekten M67, NGC2420, NGC188, ve NGC6791 kümelerinin yaşları sırası ile 4,5,6,ve 7 Gyr. dır.

Bundan başka, son yıllarda, bir küresel kümeye olan Palomar 12 için bulunan yaş, Galaksinin yaş problemini daha da karışık duruma getirmiştir( Gratton ve Ortoloni, 1988; Stetson et al, 1989). Bu kümenin renk-kadir diyagramındaki anakoldan ayrılış noktası o derece parlak uçtadır ki birçok küresel kümeden %20-30 daha genç olduğu sonucunu çıkarılamamak mümkün değildir.

Yıldızların, evrim yollarından itibaren yaşlarının tayininin çok karışık ve zor olduğu bilinmektedir. Bunun

sebebi, yıldızların iç yapı probleminden kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda, beyaz cüceler yardımını ile yaşı tayinine gidilmiştir. Beyaz cücelerin iç tarafı dejenerə olmuş bir maddeden dış kısmı da ince bir H-He kabuğundan ibaret olup basit bir soğuma mekanizması vardır. Bu sebepten yaşı tayini çok daha basit olarak yapılabilir. Beyaz cüceler yardımını ile Galaksinin güneş civarındaki yaşı  $9.5 \pm 0.6$  Gyr. olarak bulunmuştur (Wood, 1989). Haloya ait beyaz cücelerin yaşı tayin edildiği zaman, Galaksimizin yaşı hakkında daha doğru bilgi elde etmiş olacağız.

#### Kaynaklar.

- Carney, B., Latham, D.W., ve Laird, J.B. 1989, Astron.J. 97, 423.  
Demarque 1989, "Kingston" toplantısı, Kanada (henüz yayınlanmadı).
- Eggen, O.J., Lynden-Bell, D., ve Sandage, A.R. 1962, Astrophys. J. 136, 748.
- Field, G.B. 1975, "Galaxies and the Universe" eds. A. Sandage, M. Sandage, ve J. Kristian, sayfa 359.
- Freeman, K.C. 1989, "Kingston" toplantısı, Kanada (henüz yayınlanmadı).
- Gilmore, G. 1984, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 207, 223.
- Gilmore, G. ve Reid, N. 1983, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 202, 1025.
- Gilmore, G. ve Wyse, R.F.G. 1985, Astron.J. 90, 2015.
- Gilmore, G., Wyse, R.F.G. ve Kuijken, K. 1989, Ann. Rev. Astron. Astrophys. 27, 555.
- Gratton, R.G. ve Ortolani, S. 1988, Astron. Astrophys. Suppl. 73, 137.
- Laird, J.B., Carney, B., ve Latham, D.W. 1988, Astron.J. 95, 1843.
- Larson, R.B. 1969, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 145, 405.
- Larson, R.B. 1972, Nature, 236, 21.
- Norris, J. 1987, "the Galaxy", eds. G. Gilmore ve R.F. Carwell, sayfa 297.
- Norris, J. ve Green, E.M. 1989, Astrophys.J. 337, 272.
- Norris, J. ve Ryan, S.G. 1989, Astrophys.J. 340, 739.
- Oort, J.H. 1970, Astron. Astrophys. 7, 381.

- Rodgers,A.W. ve Paltoglou,G. 1984, Ap.J. (Letters) 283,L5.
- Sandage,A. ve Fouts,G. 1987, Astron.J. 93, 74.
- Searle,L. ve Zinn,R. 1978 Astrophys. J. 225, 357.
- Stetson,P.B., VandenBerg,D.A., Bolte,M.J., Hesser, J.E. ve Smith,G.H. 1990, Astron.J.97,1360.
- Toomre,A. 1977, "The Evolution of Galaxies and Stellar Populations" eds. B.M. Tinsley ve R.B.Larson,sayfa 401.
- VandenBerg,D.A. 1989, "Kingston" toplantısı, Kanada ( henüz yayınlanmadı ).
- Wood 1989, "Kingston" toplantısı, Kanada ( henüz yayınlanmadı ).
- Wyse, R.F.G. ve Gilmore,G. 1986, Astron. J. 91, 855.

## Cetvel 1

Bidelman-Macconnell Yıldızlarının Kinematiği

## (a) Halo Örneklerine Ait Hız Dispersiyonları

Örnek	$\sigma_U$	$\sigma_V$	$\sigma_W$	Kaynak
BM	125±11	96±9	88±7	NBP, $[\text{Fe}/\text{H}] < -1.2$
Cüceler	178±22	111±39	106±32	Hartwick
Devler	140±16	108±23	55±31	Hartwick
RR Lyrae	145±19	124±22	71±26	Hartwick
Yıldızları Küresel Kü- meler	118	118	118	Hartwick

(b) Bolluğun Bir Fonksiyonu Olarak  $v_{\text{rot}}$ .

$\langle [\text{Fe}/\text{H}] \rangle$	$v_{\text{rot}}$
-0.85	115±33
-1.18	148±30
-1.63	79±28
-1.98	-21±33
-2.35	41±52

## Cetvel 2

$[\text{Fe}/\text{H}] < -1.2$  Metal Boluguñundaki Kinematik ve Kinematik Olmayan Örneklerin Karşılaştırılması.

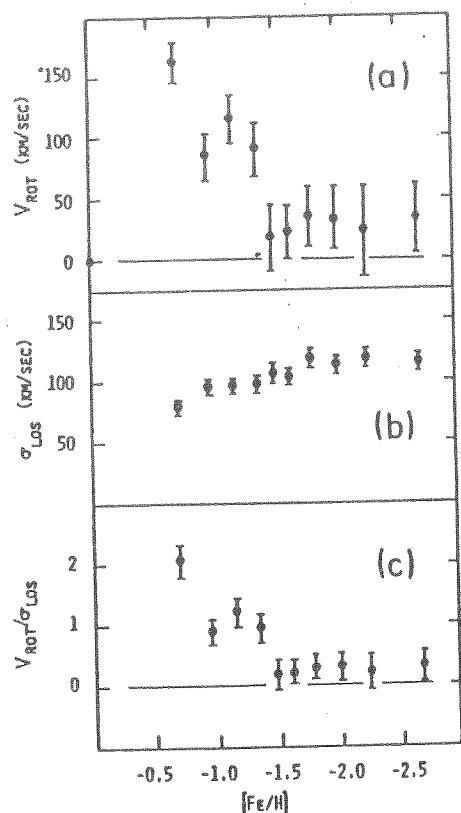
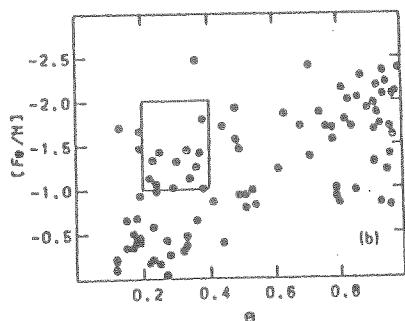
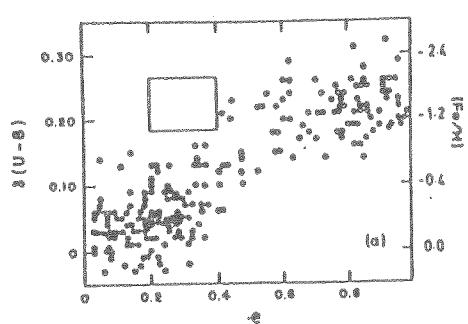
## a) Sadece Radyal Hız Verileri İçin

Örnek	$v_{\text{rot}}$	$\sigma_{\text{los}}$	$\sigma_r$	$\sigma_\theta$	$\sigma_\phi$	n
Kinematik	$73 \pm 22$	$136 \pm 8$	$174 \pm 16$	$115 \pm 32$	$102 \pm 28$	145
Kinematik Olmayan	$37 \pm 10$	$111 \pm 3$	$129 \pm 7$	$111 \pm 11$	$97 \pm 7$	665
Bütün Uzaklıklar						
D/s.h.	1.5	2.9	2.6	0.1	0.2	
Kinematik	$73 \pm 22$	$136 \pm 8$	$174 \pm 16$	$115 \pm 32$	$102 \pm 28$	145
Kinematik Olmayan	$50 \pm 23$	$110 \pm 9$	$123 \pm 22$	$130 \pm 20$	$83 \pm 27$	78
$d < 500$ pc						
D/s.h.	0.7	2.2	1.9	0.4	0.5	

## b) U,V,W Uzay Hız Bileşenleri İçin

Örnek	$\sigma_u$	$\sigma_v$	$\sigma_w$	n
Kinematik	$160 \pm 10$	$96 \pm 6$	$99 \pm 6$	$\sim 120$
Kinematik Olmayan	$126 \pm 8$	$112 \pm 7$	$88 \pm 5$	$\sim 150$
D/s.h.	2.7	1.7	1.4	

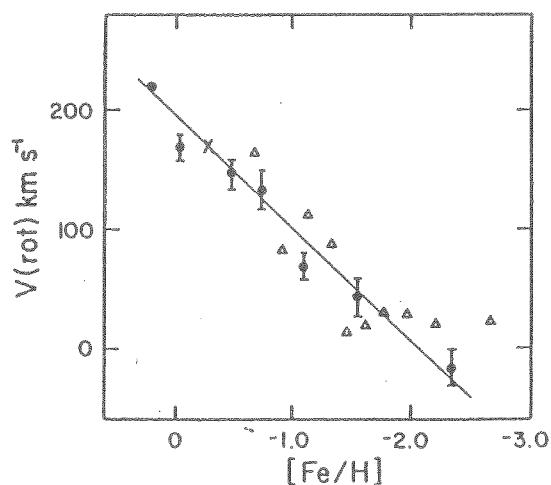
Not: D: iki örneğe ait farkı, s.h.: standart hatayı gösteriyor.



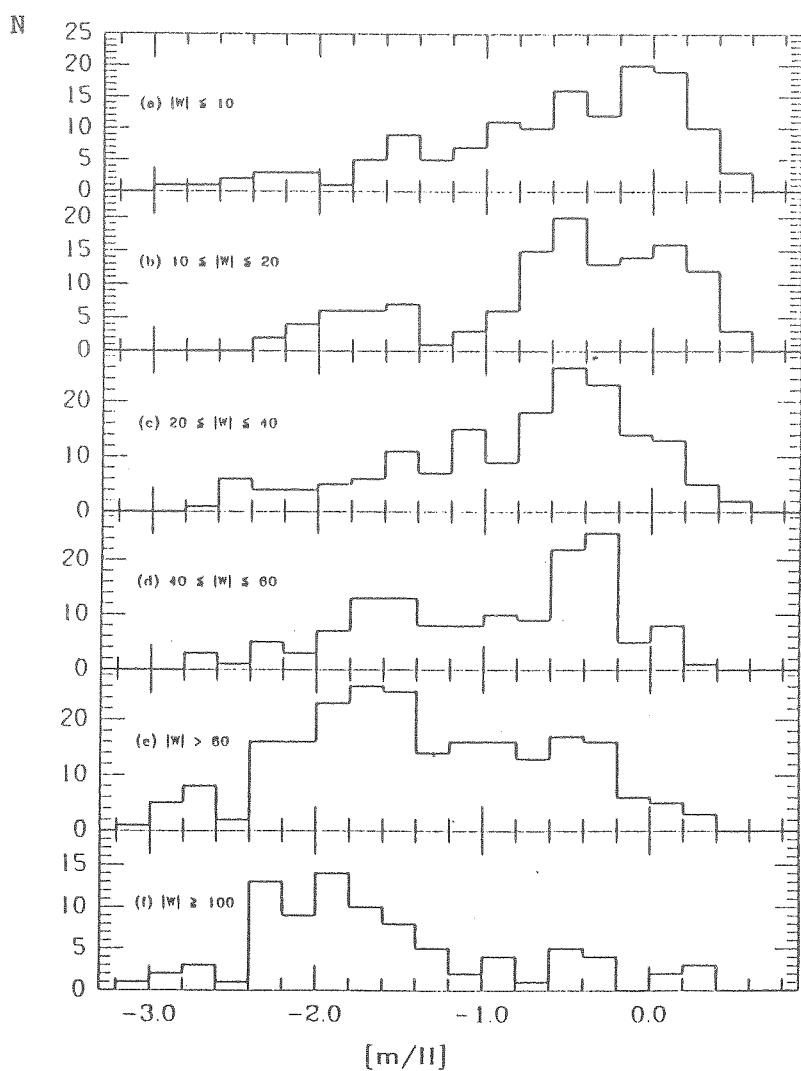
Şek.1a) ELS nin  $\text{[U-B]}_{0.6, e}$ ] diyagramı.  $-2.0 \leq \text{[Fe/H]} \leq -1.0$  ile tanımlanan kutu ve sağ taraftaki ordinat Norris tarafından eklenmiştir. Dolu ve boş daireler sırası ile büyük ve küçük hız kataloklarından alınmış yıldızları gösteriyor.

b) BM cüceleri (dolu daireler), ve devler ile kırmızı yatay kol yıldızları (açık daireler). Kutu, (a) dakine karşılık geliyor.

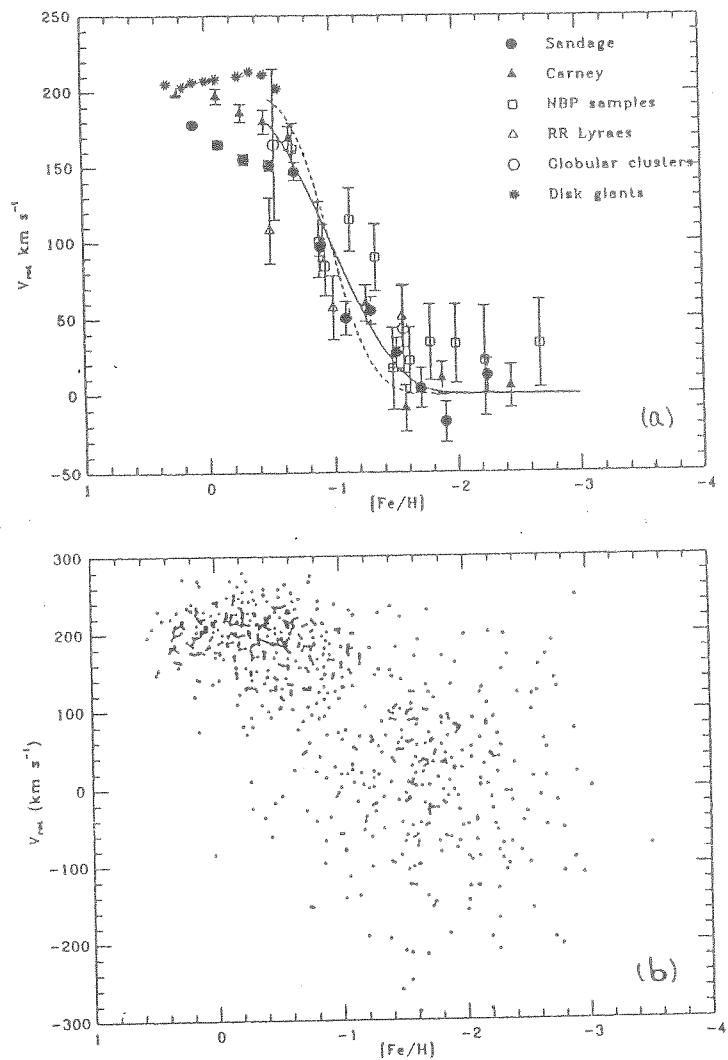
Şek.2) Kinematik olarak seçilmeyen yıldız örneği için kinematik parametrelerle metal bolluğu arasındaki bağıntı.  $-2.8 \leq \text{[Fe/H]} \leq -1.4$  aralığı için, kinematik bolluğa bağlı değildir.  $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.4$  değeri, hızlı dönen bir bileşenle yavaş dönen bir bileşen arasındaki ani geçiş temsil ediyor.



Şek.3) Sandage'nin kinematik olarak tanımlanan,  $|W| \geq 60 \text{ km.s}^{-1}$  değerli yıldız örneğinde  $V_{\text{rot}}$  ile  $[\text{Fe}/\text{H}]$  arasındaki bağıntı, X: kalın disk,  $\Delta$  Norris'e ait yıldız örneğini temsil ediyor.



Şek.4) Carney et al. in metal bolluğu histogramı.  $40 \leq |W| \leq 60 \text{ km.s}^{-1}$  degerindeki yıldızların çögünün  $[\text{m}/\text{H}] = -0.6$  metal bollüğünde olduğu görülmüyor.



Şek.5a) Çeşitli çalışmalara ait  $V_{\text{rot}}$  ile  $[\text{Fe}/\text{H}]$  arasındaki bağıntı.

- b) Laird et al. tarafından incelenen yıldızların  $V_{\text{rot}}$  ile  $[\text{Fe}/\text{H}]$  değerleri arasındaki bağıntı.  $V_{\text{rot}}$  ile  $[\text{Fe}/\text{H}]$  arasında bir korelasyonun olduğunu söylemek çok zordur.

Z. ASLAN: Ben bu en son gösterdiğiniz şekilde metal bolluğu -1 olan bölge üzerinde biraz durmak istiyorum. Yani Eggen ve Sandage'in modelinde yavaş yavaş bir çökme oluyor.

S. KARAALI: Hayır, çökme yavaş değil tam tersine hızlı ama lineer olmuyor.

Z. ASLAN: Ben onu kastettim, yani burada bir süreklilik var. Metal bolluğu -1 olan yerde yıldızların az oluşunu iki ayrı kümenin birbirine girmesi şeklinde yorumladınız; oysa çökmenin hızında bir yavaşlama şeklinde yorumlanabilirdi. Yani bu evrede yıldız oluşumu yok; daha sonra çökme tekrar hızlanıyor ve yeni yıldız oluşumu başlıyor.

S. KARAALI: Sandage de öyle diyor. Anı çöktü, sonra dönlendi, bir duraklama oldu diyor. Ondan sonra anı bir çökme oldu şeklinde yorumluyor. Tabii bütün bunlar, başta da söylediğim gibi galaksinin yapısını incelerken neye dikkat etmemiz gerektiğini gösteriyor. Çünkü sadece RGU veya üç renk fotometresi ile galaksinin incelenmesi mümkün değil. Bu en son model sahibi Gilmore-Wyse'in en son makalesinden alınmış ve bir çok astronomun yorumu bu, kendi şahsi yorumum değil. Metal bolluğu -1 olan yerde hem sferoid hem de kalın disk yıldızı vardır; Üstelik eşit sayıda oldukları da tespit edilmiştir. Onun için sanki iki bileşen birbirine girmiş gibi diyor. Yorum bu. Ama tartışılacak tabii.