

# KÜÇÜK KÜTLELİ YILDIZLARLA İLGİLİ KURAMSAL VE GÖZLEMSEL VERİLER

İ. KÜÇÜK - D. ERYURT-EZER

## 1. GİRİŞ

Sönük ve geç spektral tayfına sahip yıldızlar galaksimizde oldukça büyük bir sınıf oluştururlar. Kütleleri güneş kütlelerinden çok küçük olan bu yıldızlar evrenin ömrü süresince hidrojen yakma aşamasından öteye bir gelişme göstermezler, dolayısıyla bu yıldızların ileri aşamalarının evrimi çok uzak bir gelecektir.

Biz bu çalışmada, küçük kütleli yıldızlar için 1960'dan bu yana yapılmış kuramsal evrim modelleri sonuçlarını çalışılan kütle, kimyasal kompozisyon, kullanılan hal denklemi ve opasite tabloları gibi başlıklar altında Tablo 1'de özetliyoruz. Ayrıca yine literatürden elde edilen gözlemsel veriler ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

## 2. KURAMSAL EVRİM MODELLERİ

1960 sonrası küçük kütleli yıldızların evrimi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Kumar(1963) kütleleri  $0.1M_{\odot}$ 'den küçük yıldızların iç yapılarını, Ezer ve Cameron(1967)  $0.1-0.4M_{\odot}$  arasındaki yıldızların ana kol ve öncesi evrim yollarını

TABLO 1  
KURAMSAL MODELLER

KAYNAK	M/M <sub>☉</sub>	OPASİTE	HAL DENKLEMİ	X	Z	SONUÇLAR
12	0.09-0.04		Relativistik olmayan dejeneresi	0.90	0.01	Hidrojen ana kolu için minimum kütle ÖbekI için 0.07M <sub>☉</sub> ÖbekII için 0.09M <sub>☉</sub>
4	0.1 - 0.4	Los Alamos	İdeal olmayan gaz etkileri	0.739	0.021	1/H <sub>p</sub> =2, ana kol için limit kütle M/M <sub>☉</sub> =0.1
1	0.25-2.5	Cox-Stewart	Parçacıklar arasındaki Kuloomb etkileşimleri dikkate alındı ve H <sub>2</sub> molekül etkisi dahil edildi	0.60 0.90	0.001 0.03	Sıfır yaş modelleri üzerinde çalışıldı
11	0.02-0.2		Politropik indeks n=1.5 olan modeller	0.739	0.021	Ana kol ve öncesi evrim modelleri hesaplandı
6	0.06-0.2	Water-vapor	İdeal olmayan gaz etkileri	0.68	0.03	1/H <sub>p</sub> =1 ve 1/H <sub>p</sub> =2 için hesaplar. limit kütle 0.075M <sub>☉</sub>
7	0.03-0.2	Water-vapor ve CO	" " " "	0.68	0.03	Deuterium ana kol yaşam süreleri araştırıldı.

TABLO 1 (DEVAM)

KAYNAK	M/M <sub>⊙</sub>	OPASITE	HAL DENKLEMİ	X	Z	SONUÇLAR
8	0.03-0.2		İdeal olmayan termodinamik etkilerin hesabı için kullanılan bir teknik	0.68	0.03	Ana kol öncesi evrim sürecinde ideal olmayan termodinamik parametrelerin değişimi izlendi
5	0.03-0.2			0.68	0.03	" " " " "
9	0.008-0.02			0.68	0.03	Deuterium ana kolu için minimum kütle belirlendi
10	0.085-0.5	H <sub>2</sub> O-CO	İdeal olmayan gaz etkileri	0.68	0.03	1/Hp=1 için modeller gözlemlerle mukayese
15	0.082-0.3	Cox-Stew., Alexander	Fontaine et al. (1977)	0.70	0.001 0.005 0.03 0.04	Yeni gözlem sonuçları ve kuramsal çalışmaların mukayesesi
2	0.095-0.2	Cox-Stew.	Magni ve Mazzitelli (1979)	0.58 0.73 0.749	0.02 0.02 0.001	Sabit kütle atımlı modeller
16	0.10-0.75	Cox-Stew., Cox-Tabor, Alexander	Eggleton et al. (1973)	0.78	0.02	Ana kol öncesi evrim değişik kompozisyonları için izlendi

TABLO 1 (DEVAM)

KAYNAK	M/M <sub>⊙</sub>	OPASİTE	HAL DENKLEMİ	X	Z	SONUÇLAR
13	0.15-0.55	Cox-Tabor	Fontaine et al. (1977)	0.68	0.03	X( <sup>3</sup> He)=3x10 <sup>-4</sup> lü modeller
3	0.04-0.1	Cox-Stew., Alexander	Magni ve Mazzitelli (1979)	0.73	0.02	Ana kol minimum kütle 0.08M <sub>⊙</sub>
14	0.01-0.1	Alexander	n=1.5 politropik denklemi ve ideal olmayan etkiler	0.70	0.02	Ana kol minimum kütle 0.08M <sub>⊙</sub>

$X=0.739$ ,  $Z=0.021$  kompozisyonu kullanarak hesaplamışlar ve yıldızların tamamen dejenere olması için limit kütlelerin  $0.1M_{\odot}$  olduğunu göstermişlerdir. Grossman(1970), Grossman et al.(1970), Grossman ve Graboske(1971), Graboske ve Grossman(1971) ve Grossman ve Graboske(1973) küçük kütleli yıldızların ana kol konumları ve hidrojen yanması için gerekli minimum kütle hakkında oldukça önemli çözümler getirmişlerdir. Yakın zamanlarda küçük kütleli yıldızlarla ilgili yeni çalışmalara rastlanmaktadır. Sienkiewicz(1982), Fontaine et al.(1977) tarafından verilen hal denklemini uygulamış, Cox ve Stewart (1970) ile Alexander(1975) opasitelerini kullanarak kütleleri  $0.3M_{\odot}$ 'den küçük yıldızlar için kuramsal modeller geliştirmiştir. VandenBerg et al.(1983) değişik kompozisyonlarda ana kol öncesi evrimi incelemiş, Eggleton et al.(1973) tarafından geliştirilen yaklaşık hal denklemini ve Alexander opasitesini kullanmıştır. Neece(1984) kütleleri  $0.15-0.55$  güneş kütleleri arasındaki yıldızların evrim hesaplarını vermiş, fiziksel girdi olarak Fontaine et al. tarafından verilen hal denklemi ile Cox-Tabor(1976) opasitesini kullanmıştır.

Yukarıda belirtilen çalışmalar Tablo 1'de verilmektedir.

### 3. GÖZLEMSEL VERİLER

Gözlemsel ana kol konumları Grossman(1970), Sienkiewicz(1982) ve VandenBerg et al.(1983) tarafından verilmektedir. Bilinen parametreleri ile küçük kütleli yıldızların gözlemsel verileri Tablo 2'de gösterilmektedir.

TABLO 2  
GÖZLEMSEL VERİLER

NAME	$M/M_{\odot}$	$\text{LOG}L/L_{\odot}$	$\text{LOG}T_e$	$\text{LOG}R/R_{\odot}$	$M_{\text{bol}}$
Fu 46A	0.30 $\pm$ 0.07	-1.71 $\pm$ 0.07		-0.43	
Fu 46B	0.30 $\pm$ 0.07	-1.73 $\pm$ 0.10		-0.41	
Kr 60A	0.28 $\pm$ 0.03	-1.86 $\pm$ 0.07		-0.46	
Kr 60E	0.16 $\pm$ 0.02	-2.30 $\pm$ 0.15		-0.64	
L726-8A	0.11 $\pm$ 0.02	-2.83 $\pm$ 0.20		-0.79	
L726-8E	0.11 $\pm$ 0.02	-2.98 $\pm$ 0.15		-0.82	
CM Dra	0.24 $\pm$ 0.015	-2.16 $\pm$ 0.10		-0.60	
CM DrB	0.21 $\pm$ 0.015	-2.22 $\pm$ 0.10		-0.63	
Sienkiewicz (1982)					
YY Gem	0.64	-1.20	3.567		
Kr 60A	0.268	-1.90	3.491		
Kr 60B	0.163	-2.60	3.462		
L726-8A	0.125	-2.85	3.420		
L726-8B	0.125	-2.90	3.415		
Ross614B	0.077	-3.30	3.410		
Grossman (1970, 1974)					
YY Gem			3.580		7.78
CM Dra			3.498		10.39
G158-27			3.431		11.91
G69-47			3.431		10.86
Kapteyn's			3.580		9.50
G51-15			3.389		12.43
AD Leo			3.556		8.78
W 359			3.398		12.22
Barnard's			3.512		10.86
xDra B			3.694		5.94

TABLO 2 (DEVAM)

NAME	M/M <sub>☉</sub>	LOGL/L <sub>☉</sub>	LOGT <sub>e</sub>	LOGR/R <sub>☉</sub>	M <sub>bol</sub>
W 110			3.596		8.70
R578			3.565		9.20
LTT1925			3.587		9.30
G7-17			3.570		10.30
LFT 381			3.586		9.40
LTT3955			3.579		9.60
R451			3.592		9.40
+352436B			3.528		10.20
+182776			3.596		8.80
LTT5632			3.532		11.00
W611			3.561		9.30
W612			3.510		10.70
LTT6662			3.528		10.90
W629			3.504		10.70
LHS453			3.544		11.90
LHS3382			3.566		10.70
R731			3.548		9.50
LHS389			3.597		10.30
W918			3.565		9.30

(Geç spektral tayflı cüceler)  
VandenBerg et al. (1983)

#### 4. KAYNAKLAR

- 1-Copeland, H., Jensen, J.O., Jorgensen, H.E. 1970,  
Astron. Astrophys., 5, 12.
- 2-D'Antona, F., Mazzitelli, I. 1982, Astron. Astrophys.,  
113, 303.
- 3-D'Antona, F., Mazzitelli, I. 1985, Ap.J., 296, 502
- 4-Ezer, D., and Cameron, A.G.W. 1967, Canadian J. Phys.,  
45, 3641.
- 5-Graboske, H.C., Grossman, A. 1971, Ap.J., 170, 363.
- 6-Grossman, A. 1970, Ap.J., 161, 619.
- 7-Grossman, A., Mutschlecner, J.P., Pauls, T.A. 1970,  
Ap.J., 162, 613.
- 8-Grossman, A., Graboske, H.C. 1971, Ap.J., 164, 475.
- 9-Grossman, A., Graboske, H.C. 1973, Ap. J., 180, 195.
- 10-Grossman, A., Hays, D., Graboske, H.C. 1974, Astron.  
Astrophys., 30, 95.
- 11-Hoxie, D.T. 1970, Ap.J., 161, 1083.
- 12-Kumar, S.S. 1963, Ap.J., 137, 1121.
- 13-Neece, G.D. 1984, Ap.J., 277, 738.
- 14-Nelson, L.A., Rappaport, S.A., Joss, P.C. 1986, Ap.J.,  
311, 226.
- 15-Sienkiewicz, R. 1982, Acta Astronomica, 32, 275.
- 16-VandenBerg, D.A., Hartwick, F.D.A., Dawson, P. 1983  
Ap.J., 266, 747.
- 17-Alexander, D.R. 1975, Ap.J.Suppl., 29, 363.
- 18-Cox, A.N., Tabor, J.E. 1976, Ap.J.Suppl., 31, 271.
- 19-Eggleton, P., Faulkner, J., Flannery, B.R. 1973, Astron. Ap.  
23, 325.
- 20-Bontaine, G., Graboske, H.C., VanHorn, H.M. 1977, Ap.J.Suppl.,  
35, 298.
- 21-Yagni, G., Mazzitelli, I. 1979, Astron.Astrophys., 72, 134.