

HgMn YILDIZLARININ TEMEL PARAMETRELERİ VE YAYILMA MEKANİZMASININ BU PARAMETRELERE BAĞLILIĞI

Suzan DOĞAN, Mutlu YILDIZ

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100,

Bornova, İzmir

e-posta: suzan.dogan@mail.ege.edu.tr

Özet

Bu çalışmada Civa-Mangan (HgMn) yıldızlarında yayılma işleminin yıldızların fiziksel parametreleri ve yaşına olan bağıllığı incelenmiştir. Bu amaçla, yıldızların gözlemsel verilerinin modellerle karşılaştırılması yoluyla, tek olduğu bilinen HgMn yıldızlarının temel özellikleri (kütle, yarıçap, ışınım gücü, etkin sıcaklık, bolometrik düzeltme) ve yaşları hesaplandı. Ardından, Hg ve Mn bolluklarının yıldız kütlesi, yaşı ve etkin sıcaklığıyla olan değişimi irdelendi. Hg bolluğu ile yaş arasında ilk kez bir ilişki elde edildi. Tuhaf yıldızlarda yayılma işleminin zamana bağıllığı, bu tip yıldızlarda element bolluğundan yıldızın yaşını belirleme açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, HgMn yıldızlarının modelin (normal yıldızların) (B-V)- T_e ilişkisinden farklı bir (B-V)- T_e ilişkisine sahip olduğu bulundu. Bir HgMn yıldızının renginin aynı sıcaklıktaki bir modele (normal yıldıza) göre daha kırmızı olacağı sonucu elde edildi.

Anahtar kelimeler: *Kimyasal tuhaf yıldızlar, HgMn yıldızları, temel parametreler, element bollukları, yayılma.*

Abstract

In this study, dependence of diffusion process on physical parameters and age in Mercury-Manganese (HgMn) stars is investigated. For this purpose, fundamental parameters (mass,

radius, luminosity, effective temperature, bolometric correction) and ages of the single HgMn stars are calculated by comparing observational data with models. Then, the change of Hg and Mn abundance with stellar mass, age and effective temperature is investigated. A definite relation between Hg abundance and stellar age is found for the first time. Time dependence of diffusion process in peculiar stars is especially important because it may be possible to determine stellar ages from their element abundances. We also confirm that the HgMn stars have a different (B-V)- T_e relation from that of the models (normal stars). The color of an HgMn star is redder than that of a model (a normal star) which has the same effective temperature.

Key words: *Chemically peculiar stars, HgMn stars, fundamental parameters, element abundances, diffusion.*

1. Giriş

HgMn yıldızları kimyasal açıdan tuhaf yıldızların bir alt grubudur. Bunlar B-tipi yıldızlar olup etkin sıcaklıkları yaklaşık olarak 10 000 ile 15 000 K arasında değişir (Preston, 1974). Tayflarında Hg ve Mn çizgileri “normal” B yıldızlarında gözlenenlere göre çok daha şiddetlidir. Öyleki, bu yıldızlarda gözlenen Hg bolluğu Güneş’te gözlenenden ortalama 400000 kat, Mn bolluğu ise 600 kat daha fazladır (Woolf ve Lambert, 1999).

Tuhaf yıldızların tayflarında gözlenen şiddetli çizgilerin, elementlerin yıldız yüzeyinde birikmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir ve Michaud (1970) tarafından geliştirilen yayılma (difüzyon) kuramı bu durumu açıklayabilen tek kuramdır. Bu kurama göre, yıldız atmosferlerinde elementlerin yüzeye mi yoksa merkeze doğru mu hareket edeceğini belirleyen iki kuvvet vardır: Çekim kuvveti ve ışınımsal kuvvet. Bunlardan ilki elementin molekül ağırlığına bağlı iken, ikincisi elementin ne kadar foton soğurduğuna bağlıdır. Bir elementin hangi yönde hareket edeceğini bu iki kuvvet arasındaki yarış belirler. Söz konusu element, yeterince foton soğurursa üst katmanlara doğru sürüklenir ve zamanla yıldızın yüzeyinde birikir. Aksi durumda ise, element çekim kuvveti nedeniyle merkeze doğru gömülür ve bu elementin yıldız yüzeyindeki bolluğu zamanla azalır.

HgMn yıldızlarının bazı özellikleri, bu yıldızların, yayılma kuramını test etmek için ideal birer laboratuvar olduğuna işaret etmektedir (Smith, 1997). Bu yıldızlar A ve B-tipi yıldızlar arasında en yavaş dönen yıldızlar olarak bilinmektedir (Wolff ve Preston, 1978). Bununla birlikte, mikrotürbülans değerleri normal yıldızlara göre çok düşüktür (Adelman, 1994). Diğer yandan, bu yıldızlarda manyetik alanlar ya yoktur ya da ölçülemeyecek kadar zayıftır (Shorlin ve diğ. 2002). Bütün bu özellikler HgMn yıldızlarının atmosferlerinin oldukça “sakin” olduğuna ve yayılma mekanizmasının rahat çalışacağına işaret eder.

Literatürde tuhaf yıldızlarda yayılma işlemine ilişkin kuramsal çalışmaların (örn. Michaud, 1970; Michaud ve diğ., 1974; Alecian, 1986; Babel, 1993; Seaton, 1999; Turcotte, 2003; Alecian ve Stift, 2006) yanısıra, bu yıldızların tayf analizinden element bolluklarının saptandığı birçok gözlemsel çalışma da (örn. Dolk ve diğ., 2003; Jomaron ve diğ., 1999; Woolf ve Lambert, 1999; Adelman, 1996, 2001, 2006) yer almaktadır. Bu gözlemsel veriler bize yayılma kuramını test etme ve kuramsal hesaplamalara ilişkin birtakım kıstaslar koyma olanağı verir. Buradan yola çıkılarak bu çalışmada, HgMn yıldızlarında yayılma işleminin, yıldızların fiziksel parametrelerine bağlılığını incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla, 61 HgMn yıldızının Hipparcos’tan alınan bazı gözlemsel özellikleri (parlaklık, uzaklık, renk) ve çeşitli tayfsal çalışmalarda elde edilmiş olan Hg ve Mn bollukları derlenmiştir. Yayılmanın yaş ve kütleyle bağlılığına dair ipuçları elde edebilmek için element bolluklarının renk-parlaklık diyagramında yatay ve dikey doğrultudaki değişimleri irdelenmiştir (Detaylar için bkz. Doğan, 2008; Doğan ve Yıldız, 2008). Tek olduğu bilinen HgMn yıldızlarının temel parametreleri ve yaşları hesaplanmış ve yukarıda adı geçen tayfsal çalışmalardan derlenen Hg ile Mn bolluklarının yıldızların kütlesi, yaşı ve etkin sıcaklığına nasıl bağlı olduğu incelenmiştir. Yayılma işleminin yıldızın fiziksel parametreleriyle olan ilişkisi yayılma kuramına ilişkin kıstaslar türetmek bakımından önemlidir. Yayılma esas olarak zamana bağlı bir süreçtir ve yayılmanın yaşa bağlılığı, bu tip yıldızlarda bolluktan yaş tayin edebilme olanağı sunacağından ayrı bir önem taşır.

2. HgMn Yıldızlarının Temel Parametreleri

Tuhaf yıldızların temel özelliklerini belirlemek, gözlenen kimyasal tuhaflıklar ile yıldızların fiziksel özellikleri arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmak açısından önem taşır. Bu çalışmada, tek olduğu bilinen HgMn yıldızlarının gözlemsel verilerinin (M_v , B-V ve T_e) modellerle karşılaştırılması yoluyla temel özellikleri (M, R, L, T_e , BC) ve yaşları hesaplandı. Modeller 2.3-5.2 M_\odot kütle aralığı için 0.1 M_\odot 'lik adımlarla elde edildi. Modellerin genel özellikleri Yıldız'da (2007) verilmiştir. Kimyasal kompozisyon olarak Asplund (2005) ve ark.'ın türetmiş olduğu güneş kimyasal kompozisyonu kullanılmış ve dönme hesaba katılmamıştır. Bu varsayım HgMn yıldızlarının düşük dönme hızlarıyla uyum içerisindedir.

Tuhaf yıldızların bolometrik düzeltmelerinin normal yıldızlarındakinden farklı olduğu bilinmektedir (bkz. Lanz, 1984). Bu çalışmada Landstreet (2007) ve ark.'nın tuhaf yıldızlar için uyguladığı bolometrik düzeltme formülü kullanılmıştır:

$$BC_{Ap} = -4.891 + 15.147 \frac{5040}{T_e} - 11.517 \left(\frac{5040}{T_e} \right)^2 \quad (1)$$

Tablo 1. HgMn yıldızlarının M_v ve B-V değerlerinin kalibrasyonundan elde edilen temel özellikleri (ÇözümBV).

HD no	M	R	T_e (K)	L	t (10^8)	BC
16727	3.32	2.28	12810	125.8	0.61	-0.71
33904	3.63	3.21	12435	221.7	1.37	-0.64
49606	4.72	4.59	13765	682.7	0.91	-0.89
53929	4.00	3.13	13635	304.2	0.92	-0.87
63975	3.78	3.10	13050	249.7	1.11	-0.76
70235	3.38	3.83	10860	182.8	2.10	-0.34
71066	3.17	2.40	12145	112.8	1.10	-0.59
75333	3.34	3.27	11450	165.2	1.86	-0.45
101189	2.71	2.72	10120	69.7	3.02	-0.20
101391	3.05	2.35	11845	97.5	1.21	-0.53
144206	3.53	3.63	11550	210.9	1.75	-0.47
144661	2.47	1.99	10365	41.0	1.73	-0.25
149121	2.60	2.31	10340	54.7	2.54	-0.24
169027	2.89	2.59	10935	86.0	2.12	-0.36
172728	2.82	2.94	10180	83.6	2.93	-0.21
172883	3.10	3.30	10640	124.9	2.41	-0.30
175640	2.82	2.94	10195	84.0	2.91	-0.22
186122	3.27	3.54	10870	157.1	2.17	-0.34
213236	2.95	3.31	10130	103.7	2.83	-0.21

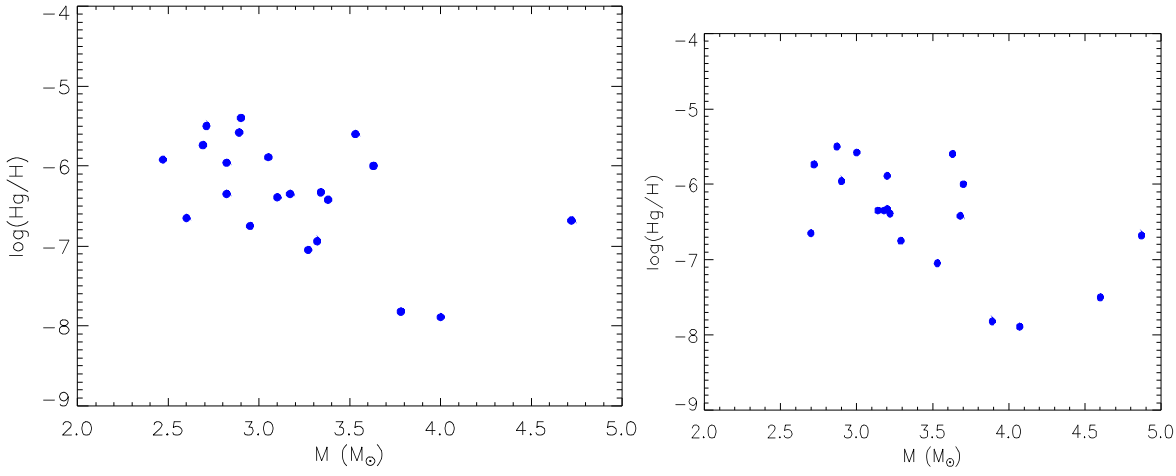
220933	2.71	2.18	10930	61.0	1.67	-0.36
221507	2.90	1.96	11945	70.3	0.28	-0.55

Tablo 2. HgMn yıldızlarının M_v ve T_e değerlerinin kalibrasyonundan elde edilen temel özellikleri (Çözüm T_e).

HD no	M	R	T_e (K)	L	t (10^8)	BC
29647	4.30	4.70	12650	508.1	1.24	-0.68
33904	3.70	3.13	12750	232.5	1.23	-0.70
49606	4.87	4.33	14410	726.5	0.79	-1.00
53244	4.60	4.43	13600	601.2	0.95	-0.86
53929	4.07	3.08	13900	320.7	0.83	-0.91
63975	3.89	3.01	13500	269.8	0.93	-0.84
70235	3.68	3.37	12355	237.5	1.41	-0.63
71066	3.14	2.43	12010	110.1	1.21	-0.56
75333	3.20	2.40	12250	116.2	1.04	-0.61
101189	2.87	2.47	11025	81.2	1.97	-0.37
101391	3.20	2.23	12505	109.4	0.66	-0.66
144206	3.63	3.50	12015	229.7	1.55	-0.56
149121	2.70	2.17	10905	59.8	1.67	-0.35
169027	3.00	2.46	11500	94.8	1.58	-0.47
172728	2.90	2.77	10700	90.5	2.40	-0.31
172883	3.22	3.10	11300	140.4	1.96	-0.43
175640	3.18	2.46	12080	116.1	1.21	-0.58
186122	3.53	3.16	12190	198.1	1.47	-0.60
213236	3.29	2.78	11980	142.7	1.49	-0.56
220933	2.72	2.18	10955	61.3	1.64	-0.36

Fiziksel parametreler belirlenirken, renk-parlaklık diyagramında HgMn yıldızları, farklı kütleler için modellerden elde edilen evrim yolları ile birlikte noktalandı ve yıldızların özellikleri buradan ara değer yöntemi ile bulundu. Temel özelliklerin saptanmasında iki yol izlendi: Bu özellikler *i)* M_v ve (B-V)'nin gözlemsel ve kuramsal değerlerinin karşılaştırılması ile (ÇözümBV), *ii)* M_v ve T_e 'nin gözlemsel ve kuramsal değerlerinin karşılaştırılması ile (Çözüm T_e) hesaplandı. Böylelikle HgMn yıldızlarının temel özellikleri hesaplanırken her iki gözlemsel veri de kullanılmış oldu. Sonuç olarak, her bir yıldız için iki farklı veri seti elde edildi. B-V

renginden hesaplanan fiziksel özellikler Tablo 1’de, T_e ’den hesaplananlar ise Tablo 2’de listelenmiştir.



Şekil 1. ÇözümBV’den elde edilen kütlelere karşı $H\alpha$

HgMn yıldızlarında element bollukları ile T_e arasındaki ilişki bazı çalışmalarda ele alınmıştır. Smith ve Dworetzky (1993) Mn bollukları ile T_e arasında oldukça belirgin bir korelasyon buldular. Woolf ve Lambert (1999) yüksek T_e ’lere doğru Hg bolluğunda olası bir azalma olabileceğine işaret etti ve Dolk ve diğ. (2003) Hg bolluğunun artan sıcaklıkla birlikte azalma eğiliminde olduğunu gösterdi. Bu çalışmada ise, HgMn yıldızlarında element bolluğunun yıldız kütlesi, yaşı ve etkin sıcaklığına bağlılığı incelendi.

İlk olarak, yayılma-kütle ilişkisini incelemek için Civa bolluklarının modellerden elde edilen kütlelere göre değişimine bakıyoruz. Şekil 1’de ÇözümBV’den elde edilen kütlelere karşı Hg bollukları noktalanmıştır. Hg bolluğu büyük kütleli yıldızlara doğru azalmaktadır. Benzer şekilde, Şekil 2’de Hg bollukları Çözüm T_e ’den elde edilen kütlelere karşı noktalanmıştır. Görüldüğü üzere, kütle arttıkça Hg bolluğu azalma eğilimindedir. İki farklı yoldan bulunan kütlelerden oluşturulan bu iki grafik için sonuçlar benzerdir ve eğimler birbirine çok yakındır (Şekil 1 için -0.68, Şekil 2 için -0.72).

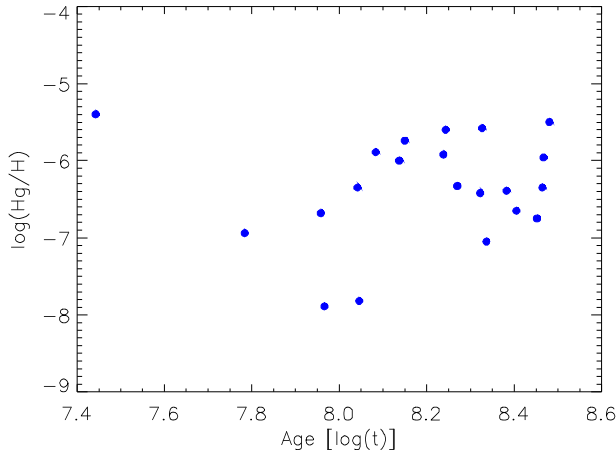
Yayılma esas olarak zamana bağlı bir işlemdir (Alecian, 1986). Yayılma işleminin zamana bağlılığını incelemek, tuhaf yıldızların yaşlarına ilişkin bilgi türetmek bakımından büyük önem taşımaktadır. Yıldızların yaşlarını tayin etmek zor bir iştir ve tuhaflık gösteren

element bolluğu ile yıldızın yaşı arasındaki olası bir ilişki, bolluklardan yıldızın yaşını yaklaşık olarak belirlememizi sağlayabilir. Yayılma işleminin zamana bağlılığını görebilmek için Hg bolluklarını yaşa karşı noktalandığımızda, Hg bolluğunun yaş ile doğru orantılı olduğunu görüyoruz. Şekil 3’de Hg bollukları ÇözümBV’den elde edilen yaşlara karşı noktalanmıştır. Burada artan yaş ile birlikte Hg bolluğunun da arttığı görülmektedir. Hg bollukları ÇözümT_e’den bulunan yaşlara karşı noktalandığında sonuç değişmemektedir (Şekil 4). Hg bolluğu yıldızın anakol ömrü boyunca yüzeyde daha da çok birikmektedir. ÇözümT_e’den bulunan yaşları kullanarak Hg bolluğu ile yıldızın yaşı arasında şöyle bir ilişki elde ediyoruz:

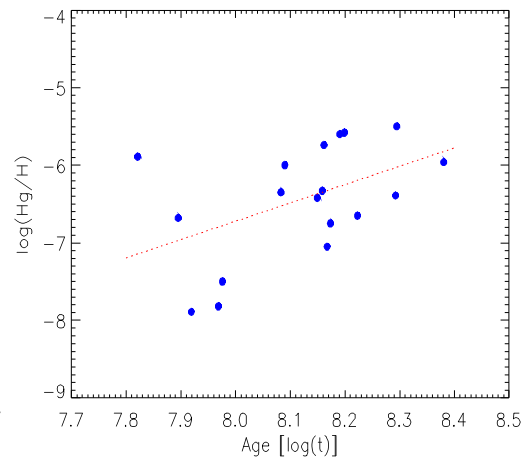
$$\log(\text{Hg}/\text{H}) = 2.4(1) \cdot \log t - 25.6(8) \quad (2)$$

Örneğin, 200My yaşındaki bir HgMn yıldızı, 100My yaşındaki bir HgMn yıldızından 5 kat fazla Hg bolluğuna sahip olmaktadır. Diğer yandan, eğer iki HgMn yıldızının Hg bollukları farkı 1 dex kadar ise, bu iki yıldızın yaşları oranı yaklaşık 2.6 olarak bulunmaktadır.

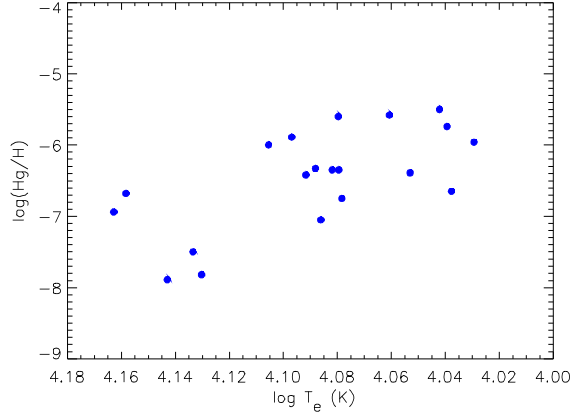
Son olarak, Hg bolluklarının etkin sıcaklığa bağlılığını ele alıyoruz. Şekil 5’te Hg bollukları modelden elde edilen etkin sıcaklıklara karşı noktalanmıştır. Hg bolluğunun etkin



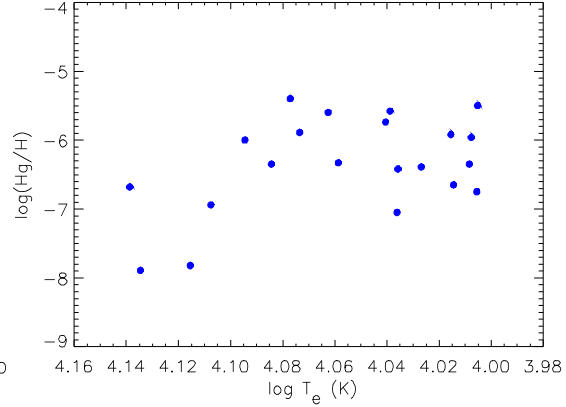
Şekil 3. ÇözümBV’den elde edilen yaşlar karşı Hg bollukları.



Şekil 4. Çözüm T_e’den elde edilen yaşlara karşı Hg bollukları.



Şekil 5. Kuramsal etkin sıcaklıklara karşı Hg bollukları.



Şekil 6. Tayfsal çalışmalardan derlenen etkin sıcaklıklara karşı Hg bollukları.

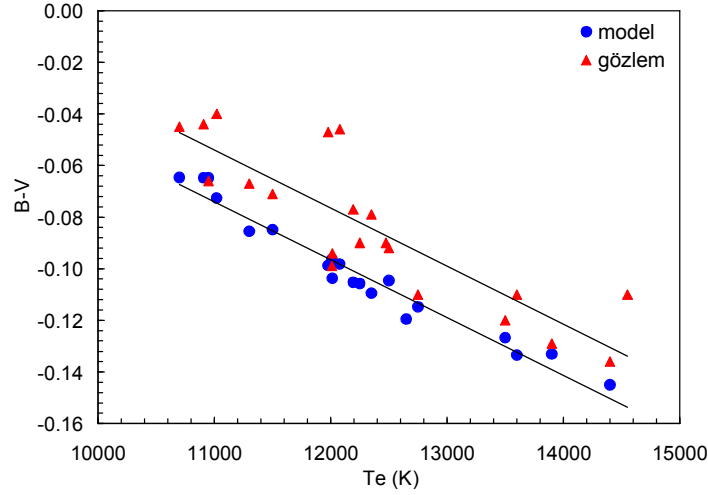
sıcaklıkla ters orantılı olduğu görülmektedir. Bolluklar literatürdeki tayfsal çalışmalarda elde edilmiş olan etkin sıcaklıklara karşı noktalandığında sonuç benzerdir (Şekil 6). Düşük etkin sıcaklıklara doğru ya da başka bir deyişle HR diyagramının kırmızı tarafına doğru Hg bolluğu artış göstermektedir.

2.1. HgMn Yıldızlarının Renkleri

HgMn yıldızları üzerine yapılan tayfsal çalışmalarda etkin sıcaklıkların elde edilmiş olduğunu belirtmiştik. Gözlemsel olarak elde edilmiş etkin sıcaklıklardan ve (B-V)- T_e ilişkisinden yararlanarak kuramsal (B-V) renklerini hesaplamak mümkündür. Bununla birlikte yıldızların gözlemsel (B-V) değerlerini de bilmekteyiz. Bu durumda yıldızların etkin sıcaklıklarından modeller kullanılarak sahip olması beklenen (B-V) renkleri ile gözlemlerden elde edilen (B-V)'lerinin karşılaştırmasını yapabiliriz. Burada etkin sıcaklıktan (B-V) rengi hesaplanırken Lejeune ve ark.'nın (1998) Güneş metal bolluğu için (B-V)- T_e ilişkisi kullanılmıştır.

Şekil 7'de etkin sıcaklıklardan modelin verdiği (B-V) ile gözlemsel (B-V) değerleri birlikte noktalanmıştır. Burada HgMn

yıldızlarının modelden beklenen (B-V) değerlerine göre daha pozitif (B-V) değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Kuramsal (B-V) değerleri ile gözlemsel (B-V) değerleri arasında şöyle bir ilişki buluyoruz:



Şekil 7. HgMn yıldızlarının tayflarından elde edilmiş etkin sıcaklıklarına karşı modelden hesaplanan ve gözlemlerden elde edilen B-V değerleri.

$$(B-V)_{\text{Gözlem}} = (B-V)_{\text{Model}} + 0.02 \quad (3)$$

Modellerle normal yıldızlar (Andersen, 1991) arasında (B-V)- T_e ilişkisi açısından bir uyum vardır. Yani modelin (B-V)- T_e ilişkisi normal yıldızlar için de geçerlidir. Buradan HgMn yıldızlarının normal yıldızlardan farklı bir (B-V)- T_e ilişkisine sahip olduğu sonucuna varılmaktadır. Belli bir T_e etkin sıcaklığına sahip bir HgMn yıldızının rengi, aynı etkin sıcaklığa sahip normal bir yıldızinkine göre daha kırmızıdır.

HgMn yıldızlarının aynı sıcaklıktaki normal yıldızlara göre daha kırmızı olması yüzeydeki ağır element birikiminden kaynaklanıyor olabilir. Yıldız yüzeyinde biriken ağır elementler atmosferin soğurma katsayısını artırarak, yüksek enerjili fotonların kaçmasını engelleyici bir etki doğurur. Yıldızdan salınan yüksek enerjili foton sayısının azalması, yıldızı kırmızılaştırır.

3. Sonuçlar

Kimyasal açıdan tuhaf yıldızlarda görülen bolluk anomalilerini açıklayabilen tek kuram yayılma kuramıdır. Kimyasal açıdan tuhaf yıldızlardan HgMn yıldızları, oldukça yavaş dönmeleri ve şiddetli

manyetik alanlara sahip olmamaları nedeniyle yayılma kuramını test etmede ideal birer laboratuvardırlar.

Tuhaf yıldızların temel özelliklerini belirlemek yayılma işleminin yıldızın fiziksel özellikleri ve yaşıyla olan ilişkisini inceleyebilmek açısından büyük önem taşır. Bu çalışmada tek olduğu bilinen HgMn yıldızlarının gözlemsel özelliklerinden (M_v , B-V ve T_e) modeller aracılığıyla fiziksel özellikleri (M, L, R, T_e ve BC) ve yaşları hesaplanmış ve yayılma işleminin yıldız kütlesi, yaşı ve etkin sıcaklığına olan bağlılığı irdelenmiştir. Bu irdelemelerden, HgMn yıldızlarında Hg bolluğunun yıldız kütlesi ile ters orantılı olduğu bulunmuştur. Diğer yandan Hg bolluğunun etkin sıcaklıkla da ters orantılı bir değişim gösterdiği görülmüştür. HR diyagramının kırmızı tarafına doğru Hg bollukları artma eğilimindedir.

Tuhaf yıldızlarda yayılma işleminin zamana bağlılığını incelemek ayrı bir önem taşır. Çünkü element bollukları ile yaş arasındaki olası bir ilişki bize, bu tip yıldızların element bolluğundan yaşlarını tayin edebilme olanağı verir. Bu çalışmada, ilk kez, Hg bolluğu ile HgMn yıldızlarının yaşları arasında bir ilişki elde edildi. Hg bolluğunun yaş ile doğru orantılı olduğu ve yıldızın üst katmanlarında anakol yaşamı süresince zamanla artış gösterdiği bulundu. Örnek verecek olursak, 200My yaşındaki bir HgMn yıldızı, 100My yaşındaki bir HgMn yıldızından 5 kat fazla Hg bolluğuna sahip olmaktadır. Diğer yandan, eğer iki HgMn yıldızının Hg bollukları farkı 1 dex kadar ise, bu iki yıldızın yaşları oranı yaklaşık 2.6 olarak bulunmaktadır.

Mn bollukları ile kütle, yaş ve etkin sıcaklık arasında Hg bollukları için bulunanlara benzer bir ilişki bulunamamıştır. Bunun iki sebebi olabilir: Mangan'ın difüzyonu bu parametrelerden bağımsız olabilir ya da Mangan bolluğu saptanmış olan yıldız sayısının az olması sebebi ile veri eksikliğinden dolayı ilişki türetilmemiştir.

Bu çalışmada ayrıca HgMn yıldızlarının kuramsal B-V değerleri hesaplanıp bunlar gözlemsel B-V değerleri ile kıyaslandı. Burada HgMn yıldızlarının modellerde (normal yıldızlarda) sağlanan (B-V)- T_e ilişkisinden farklı bir ilişkiye sahip olduğu sonucu elde edildi. Bu incelemeye göre HgMn yıldızları aynı sıcaklıktaki modele (normal bir yıldız) göre daha kırmızı renge sahip olmaktadır. Ortalama (B-V) farkı 0.02'dir.

HgMn yıldızlarının bolluk analizlerine ilişkin yapılan çalışmalardan elde edilen veriler bize bu yıldızlardaki tuhaflıkları açıklayan tek kuram olan yayılma kuramına ilişkin birtakım kıstaslar koyma olanağı vermektedir. Bu çalışmada özellikle Civa bollukları için belirgin ilişkilerin varlığı ortaya konabilmiştir. Bu ilişkiler kuramsal hesaplamaları test etmek açısından önemlidir.

Kaynaklar

- Adelman, S. J., 1994, Elemental Abundance Analyses with DAO Spectrograms - Part Twelve - the Mercury / Manganese Stars HR:4072A and HR:7775 and the Metallic Lined Star HR:4072B, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 266, 97.
- Adelman, S. J., Davis Philip and A. G., Adelman, C. J., 1996, Elemental abundances of the Mercury-Manganese stars HR 89 and 33 Geminorum, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 282, p953-957.
- Adelman, S. J., Snow, T. P., Wood, E. L., Ivans, I. I., Sneden, C., Ehrenfreund, P., Foing, B. H., 2001, An elemental abundance analysis of the mercury manganese star HD 29647, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 328, p1144-1150.
- Adelman, S. J., Caliskan, H., Gulliver, A. F. and Teker, A., 2006, Elemental abundance analyses with DAO spectrograms-XXIX. The Mercury-Manganese Stars 53 Tau, β Tau, γ Crv and ν Her, *Astronomy and Astrophysics*, 447, p685-690.
- Alecian, G., 1986, Time dependent diffusion of elements in stars. I - A method for numerical simulation of diffusion in stellar envelopes, *Astronomy and Astrophysics*, 168, p204-210.
- Alecian, G. and Stift, M. J., 2006, Radiative diffusion in stellar atmospheres: diffusion velocities, *Astronomy and Astrophysics*, 454, p571A.
- Andersen, J., 1991, Accurate masses and radii of normal stars, *Astronomy and Astrophysics Review*, 3, p91-126.
- Asplund, M., Grevesse, N. and Sauval, A. J., 2005, The Solar Chemical Composition, *Cosmic Abundances as Records of Stellar Evolution and Nucleosynthesis in honor of David L. Lambert, ASP Conference Series*, Vol. 336, p25.
- Babel, J., 1993, Diffusion models for magnetic Ap stars, *ASP Conference Series*, Vol. 44.
- Doğan, S., 2008, Yüksekisans Tezi, Ege Üniversitesi.
- Doğan, S. , Yıldız, M., 2008, The Fundamental Parameters of HgMn Stars: dependence of diffusion on mass, age and temperature (MNRAS isimli dergiye gönderilmiştir).
- Dolk, L., Wahlgren, G. M. and Hubrig, S., 2003, On the elemental abundance and isotopic mixture of mercury in HgMn stars, *Astronomy and Astrophysics*, 402, p299-313.
- Jomaron, C. M., Dworetzky, M.M., Allen, C. S., 1999, Manganese abundances in Mercury-Manganese stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 303, p555-564.

- Landstreet, J. D., Bagnulo, S., Andretta, V., Fossati, L., Mason, E., Silaj, J., Wade, G. A., 2007, Searching for links between magnetic fields and stellar evolution: II. The evolution of magnetic fields as revealed by observations of Ap stars in open clusters and associations, *Astronomy and Astrophysics*, 470, p685-698.
- Lanz, T., 1984, Bolometric corrections for peculiar B-type stars, *Astronomy and Astrophysics*, 139, 161.
- Lejeune, T., Cuisinier, F., Buser, R., 1998, A standart stellar library for evolutionary synthesis II. The M dwarf extension, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 130, p65-75.
- Michaud, G., 1970, Diffusion processes in A stars, *Astrophysical Journal*, 160, p641M.
- Michaud, G., Reeves, H. and Charland, Y., 1974, Diffusion and isotope anomalies of Hg in Ap stars, *Astronomy and Astrophysics*, 37, p313M.
- Preston, G. W., 1974, The chemically peculiar stars of the upper main sequence, *Annual Review Of Astronomy And Astrophysics*, 12, p257-277.
- Shorlin, S. L. S.; Wade, G. A., Donati, J. F., Landstreet, J. D., Petit, P., Sigut, T. A. A. and Strasser, S., 2002, A highly sensitive search for magnetic fields in B, A and F stars, *Astronomy and Astrophysics*, 392, p637-652.
- Seaton, M. J., 1999, Diffusion of Iron-group elements in the envelopes of HgMn Stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 307, p1008S.
- Smith, K. C., 1997, Elemental abundances in normal late-B and HgMn stars from co-added IUE spectra, *Astronomy and Astrophysics*, 319, p928-947.
- Turcotte, S., 2003, Diffusion and Settling in Ap/Bp Stars, *ASP Conference Series*, Vol. 305, p199.
- Wolff, S. C., Preston, G., 1978, Late B-type stars - Rotation and the incidence of HgMn stars, *Astrophysical Journal Supplement Series*, 37, p371-392.
- Woolf, V. M. and Lambert, D. L., 1999, Mercury Elemental and Isotopic Abundances in Mercury-Manganese Stars, *The Astrophysical Journal*, 521, p414-431.
- Yıldız, M., 2007, Models of α Centauri A and B with and without seismic constraints: time dependence of the mixing-length parameter, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 374, p1264-127