

GÜNEŞ VE GÜNEŞ BENZERİ YILDIZLARIN UBVRI VE INFRARED RENK ÖLÇEKLERİ: ASAS KATALOĞU

Mehmet TANRIVER¹

¹ Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas yolu, 38039, KAYSERİ
e-posta: mtanriver@erciyes.edu.tr

ÖZET:

Bize en yakın yıldız olduğundan dolayı, güneş çok daha sönük yıldızlar ile (onu-güneşi) karşılaştıramayacak kadar çok parlak bir yıldızdır. Nokta bir kaynak olmadığından dolayı, diğer yıldızları gözlemek için kullanılan fotometrik gözlemsel teknikler güneşe uygulanamadığından, astronomik çalışmalar için doğrudan ölçümlerle farklı bantlarda kesin renklerini çıkarmak / elde etmek kolay değildir. Günümüze kadar konu ile ilgili çalışmaların çoğu dolaylı yollara/metodlara dayanıyor. Güneş rengini çıkarmanın dolaylı yollarından biri güneş ile çok benzer özelliklere sahip olan güneş benzeri veya solar analog yıldızların yada solar twin yıldızların renklerinin ortalamasını almaktır. Solar twin yıldızlar, tüm fiziksel parametrelerde güneş ile aynı (ideal olarak) olan ve renkleri güneşe çok benzeyen yıldızlar olduğundan dolayı en iyi seçimdir. 1964 yılından günümüze kadar Literatürde Güneş ve Güneş benzeri yıldızlar çalışmasının 60 tane makalesi dikkate alınarak Güneşin UBVRIJHKLM bantlarındaki renk ölçekleri tahmin edilmiştir. Buna göre Güneşin renk indisleri B-V = 0,6457 , V-J = 1,1413 , H-K = 0,0572 , U-B = 0,1463 , V-H = 1,4613 , J-K = 0,3777 , R-I = 0,3403 , V-K = 1,5210 , J-L = 0,4187 , U-V = 0,7926 , V-L = 1,5167 , J-M = 0,3711 , V-R = 0,4674 , V-M = 1,4621 , K-L = 0,0403 , V-I = 0,7053 , J-H = 0,3196 , K-M = 0,0063 dir. G2V tayf türünde renk indislerinin (B-V, V-J, H-K, U-B, V-H, J-K, R-I, V-K, J-L, U-V, V-L, J-M, V-R, V-M, K-L, V-I, J-H, K-M) dağılımı solar twin yıldızları için iyi bir kriter olduğunu gösteriyor ve $0,6 \leq B-V \leq 0,692$; $0,99 \leq V-J \leq 1,296$; $-0,04 \leq H-K \leq 0,11$; $0,04 \leq U-B \leq 0,24$; $1,3053 \leq V-H \leq 1,64$; $0,2994 \leq J-K \leq 0,481$; $0,3 \leq R-I \leq 0,38$; $1,3386 \leq V-K \leq 1,7516$; $0,35 \leq J-L \leq 0,47$; $0,64 \leq U-V \leq 0,901$; $1,445 \leq V-L \leq 1,59$; $0,28 \leq J-M \leq 0,455$; $0,351 \leq V-R \leq 0,58$; $1,39 \leq V-M \leq 1,54$; $-0,04 \leq K-L \leq 0,12$; $0,68 \leq V-I \leq 0,7786$; $0,25 \leq J-H \leq 0,39$ ve $-0,06 \leq K-M \leq 0,065$ aralığında olduğunu gösteriyor.

Anahtar kelimeler: Yıldızlar, çift yıldızlar, örten çift yıldızlar, Güneş, Güneş benzeri çift yıldızlar, renk ölçeği, ASAS kataloğu

GİRİŞ:

Güneş astrofiziksel fotometrik özellikleri doğrudan ölçülen hemen hemen tüm temel parametreleri (kütle, kim komp, yaş, etk sıcaklık, yarıçap, ışınım gücü-luminosite, magnetohidrodinamik yapı, atm hız alanları, iç yapısı, magnetik alan, yüzey gravity, dönme hızı, ve krom etk seviyesi, ...) en iyi doğrulukta bilinen soğuk cüce bir yıldızdır. Güneş, fiziksel parametreleri doğrudan ölçülebilir olduğundan dolayı astronomide önemli ve faydalı referanslara hizmet etmektedir. Güneş, anakol üzerinde ortalama-düşük kütleli bir yıldızdır. Bize en yakın yıldız olduğundan dolayı, çok daha sönük yıldızlar ile karşılaştıramayacak kadar çok parlak bir yıldızdır. Nokta bir kaynak olmadığından dolayı, diğer yıldızları gözlemek için kullanılan fotometrik gözlemsel teknikler güneşe uygulanamadığından, astronomik çalışmalar için doğrudan ölçümlerle farklı bantlarda kesin renklerini çıkarmak / elde etmek kolay değildir. Farklı bantlarda güneşin renkleri ve mutlak parlaklıkları, yıldız astrofiziği, galaktik ve extragalaktik astronominin geniş bir aralığı için doğal bir kalibrasyon noktası olmaktadır. Sonuç olarak Güneş, bir çok astronomik kalibrasyonlarda temel standart kaynak olarak kullanılıyor. Farklı çalışmalar farklı değerler çıkardığından dolayı güneşin fotometrik değerleri hakkında anlaşmazlık günümüze kadar devam etmektedir.

Güneşin renklerinin çıkarılması için solar-type güneş türü yıldızların kullanılması uzun ve asil bir tarihsel geçmişe sahiptir (Casagrande L., 2010). Güneşe benzeyen yıldızların (Solar analog yıldızların) araştırması Hardrop (1978, 1980ab) un maklesiyle başladı ve daha sonra bu yıldızların alt alanları gelişti. Bu alanlar Cayrel de Strobel & Bentolila (1989); Cayrel de Strobel et al., 1981; Cayrel de Strobel 1996; Secchi 1868; Cayrel de Strobel 1990; Soderblom & King, 1998 tarafından belirtildi. Nokta kaynak olarak onu gözleme imkansızlığı doğal olan güneşin fotometrik indeksler sorununun çözümü ile meşgul oldular. Cayrel de Strobel ve diğer yazarlar [Cayrel de Strobel & Bentolila (1989); Cayrel de Strobel et al., 1981; Cayrel de Strobel 1996; Secchi 1868; Cayrel de Strobel 1990, Soderblom & King, 1998] solar-like yıldızları, solar analog ve solar twin terimlerini önerdiler ve ayrıntılı tanımlarını vermişlerdir (Hall, J. C. and Lockwood, G. W., 2000; Hall, J. C., et.al., 2007; Y. Chmielewski, 1981). Böylelikle Güneşe benzerliğe göre yıldızlar “solar-like stars”, “solar analogs” ve “solar twins” olarak 3 alt gruba ayrılmış oldu (Cayrel de Strobel & Bentolila 1989; Secchi 1868; Cayrel de Strobel, 1996; Soderblom & King, 1998, Meléndez, J., et.al., 2010).

Çoğu çalışmada güneş renklerini çıkarmak için ya solar-type yada solar analog yıldızları kullanılmıştır. Bir çok yazar, erken G-türü cüce yıldızlar arasında solar analogları araştırmışlardır (Secchi 1868; Pettit & Nicholson, 1928; Kuiper 1938; Stebbins & Whitford 1945; Stebbins & Kron, 1957; Johnson, 1962; Kron. 1963; van den Bergh 1965; Croft et al., 1972; Olsen, 1976; Schuster. 1976; Barry et al., 1978; Hardorp, 1978, 1980ab; Clements & Netft, 1979; Cayrel deStrobel et al., 1981; Neckel & Labs, 1981; Chmielewski 1981; Tueg & Schmidt-Kaler, 1982; Magain, 1983; Taylor, 1984; Mitchell & Schuster. 1985; Neckel 1986; Vandenberg & Poll, 1989; Cayrel de Strobel & Bentolila 1989; Gray, 1992, 1995; Straizys & Valiauga, 1994; Taylor, 1994; Cayrel de Strobel, 1996; Colina et al., 1996; Hauck & Kunzli, 1996; Bessell et al., 1998; Mironov et al., 1998; Soderblom & King, 1998; Sekiguchi & Fukugita, 2000; Melendez & Ramirez, 2003; RM05b; Soubiran & Triaud 2004; Holmberg et al., 2006; Pasquini et al., 2008; Rieke et al., 2008; Meléndez, J., et. al., 2010; Casagrande et al., 2010; Meléndez, J., et. al., 2010; Straizys V. and Valiauga G., 1994).

Solar twin yıldızların kavramı, ilk kez Cayrel de Strobel & Bentolila (1989) tarafından tanımlandı ve diğer yazarlar (Cayrel de Strobel 1996; Cayrel de Strobel 1990; Soderblom & King, 1998; Mello, G. F. P. and Silva, L., 1997) tarafından da ele alındı. Gerçek solar twin araştırması G. Cayrel de Strobel ve diğer araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Cayrel de Strobel et al., 1981; Cayrel de Strobel & Bentolila 1989; Cayrel de Strobel 1990, Gliese & Jahreiss 1991, Friel, E., et.al., 1993) Güneş benzeri yıldızlar, solar analog ve solar twin tanımları literatürde bir çok yazar tarafından tanımlanmıştır.

Sun-like (Güneş benzeri) yıldızlar, tipik olarak B-V renkleri güneşe/inkine benzeyen geç F ile erken K yıldızlarıdır (Holmberg, J., et.al., 2006, Meléndez, J., et.al., 2010).

Solar analoglar, güneş ile aynı fotometrik özelliklere sahip yıldızlardır (Galeev, A. I., et.al., 2004, Mello, G. F. P. and Silva, L., 1997, Farnham, T. and Schleicher, D., 1997). Bu yıldızların taysal enerji dağılımları güneşininkine benzerdir (Holmberg, J., et.al., 2006, Galeev, A. I., et.al., 2004, Y. Chmielewski, 1981). Temel fiziksel parametreleri güneşe çok benzer olan yıldızlardır.; Kütle, yaş, Tayf türü, etkin sıcaklık, lüminosite, çekim ivmesi, kim.komp., lityum bolluğu, atms hız alanları, magn alan, krom etkinlik (Friel, E. D., 1997, Farnham, T. and Schleicher, D., 1997). Bu yıldızların renk indisleri, güneşinin renk indisine yakın olmalıdır (Galeev, A. I., et.al., 2004, V. Straizys and G. Valiauga, 1994). Solar analog lar, genelde güneş ile benzer özelliğe sahip yıldızlardır (D. R. Soderblom & J. R. King, 1997). Solar analogs ları Meléndez, J., et.al., 2010 G0-G5 cüceleri olarak belirtmişlerdir.

Solar twin (Güneş ikizi) yıldızlar, güneşe oldukça çok benzeyen yıldızlardır (Meléndez, J., et.al., 2010, Hall, J. C. and Lockwood, G. W., 2000, Mello, G. F. P. and Silva, L., 1997). Güneş ile aynı renge sahip olan yıldızlar “solar twins” olarak ifade edilmektedir (Y. Chmielewski, 1981). Y. Chmielewski, 1981 Renk ölçeklerini $(B-V)_\odot = 0.665$ and $(U-B)_\odot = 0.20$ olarak vermiştir. Güneş ile hemen hemen aynı tayfa sahip olan yıldızlardır. Bu yıldızların taysal enerji dağılımları güneşininki ile aynı olmalıdır (Meléndez, J., et.al., 2010, Bazot, M., et.al., 2010, Glushneva, I. N., et.al., 2000). Güneş ile aynı fiziksel parametrelere sahip olmalıdır: *etkin sıcaklık, kütle, yaş, luminosite, çekim ivmesi, kimyasal kompozisyon, atmosferik hız alanları, magnetik alan, kromosferik etkinlik* (Glushneva, I. N., et.al., 2002, Zhao ZhengShi, et.al., 2009, Glushneva, I. N., et.al., 1999, Mello, G. F. P. and Silva, L., 1997). Farklı fotometrik sistemlerde bir yıldızın renk indisi güneşin renk indisi ile aynı olan yıldızlardır./aynı olmalıdır. Güneşe çok benzer fotometrik özelliklere sahip solar-type yıldızlardır (Glushneva, I. N., et.al., 2000, Glushneva, I. N., et.al., 1999). Spektroskopik olarak güneşe benzeyen yıldızlardır (Meléndez, J., et.al., 2010, Bazot, M., et.al., 2010, Glushneva, I. N., et.al., 2000). Solar twin ler Güneşden pek fazla ayrılmayan yıldızlardır. Solar analoglar içinde güneşe çok daha yakın olan, çok daha benzer özellikte olan yıldızlardır (D. R. Soderblom & J. R. King, 1997).

Literatürde bir çok yazarın güneşin renk ölçekleri üzerine çalışmaları vardır. Bazı yazarlar ilk zamanlarda güneşin B-V renk ölçekleri üzerine araştırmalar yapmıştır. Bazıları ise son zamanlarda güneşin infrared renk ölçekleri üzerine çalışmalar da yapmıştır.

(Hall, J. C., et.al., 2006), Elodie Top Ten solar analogs (Soubiran & Triaud 2004) arasında en iyi solar analogs bölgesinin B-V renginde $0.55 \leq B-V \leq 0.75$ olduğunu belirtmişlerdir. (Glushneva, I. N., et.al., 2002, Glushneva, I. N., et.al., 1999), güneşin renk indisi B-V'nin, *0,62 den 0,68 e kadar* oldukça geniş bir aralıkta değiştiğini belirtmişlerdir. Cayrel de Strobel, 1996'in *109 yıldız listesinde renk indisi 0,59 dan 0,69 a kadar değişmektedir.*(Glushneva, I. N., et.al., 2002, Glushneva, I. N., et.al., 1999) (Zhao ZhengShi, et.al., 2009), sun-like, solar analog veya solar twin yıldızların renklerinin ortalaması alınarak, Güneşin renginin, 0,62 den 0,65 e kadar aralıkta değiştiğini belirtmişlerdir (Hardorp 1978; Wamstecker 1981; Cayrel de Strobel 1996; Sekiguchi & Fukugita 2000; Soubiran & Triaud 2004; Ramirez & Meléndez 2005; Holmberg et al. 2006; Pasquini et al. 2008). (Friel, E. D., 1997) çalışmasında B-V renk indexi, 0,59 ile 0,69 arasında olan yıldızları seçmiştir. (Soubiran C. & Triaud A., 2007) $0.55 < (B - V) < 0.75$ (B-V ~0,65) aralığında olan G tayf türünde 208 tayfi inceleyerek, güneş ile aynı renk ve aynı mutlak parlığa sahip yıldızlar arasından ELODIE kataloğunda (Soubiran & Triaud 2004) solar analog araştırması yapmışlardır ve. bu yıldızların renk ölçeği $0.63 < (B - V) < 0.68$, $0.16 < (U-B) < 0.23$ şeklinde olduklarını ifade etmişlerdir. (M. Fracassini, et.al., 1985), solar type yıldızları (ST); $U-B = 0.20 \pm 0.02$ and $B-V = 0.66 \pm 0.01$, olan yıldızlar; solar analog yıldızları (SA); $0.07 \leq U-B \leq 0.28$ and $0.62 \leq B-V \leq 0.71$, olan yıldızlar; solar aday yıldızları (SC); $0.02 \leq U-B \leq 0.38$ and $0.41 \leq B-V \leq 0.80$ arasında olan yıldızlar olarak belirlemişlerdir / düşünmüşlerdir. $0.58 \leq B-V \leq 0.65$, renk aralığı, ST yıldızları için en uygun tayfsal renk aralığı olarak ifade etmişlerdir. (King J. R., et.al., 2005) solar twin adaylarının $0.63 \leq (B - V) \leq 0.66$, aralığında olan yıldızlar olduklarını belirtmişlerdir. Pratikte, Cayrel de Strobel (1996) (ve Neckel 1986a, b, c), solar-like güneş benzeri yıldızları B-V de 0,48 ile 0,80 aralığında tanımlamışlardır. (Soderblom, D. R., & King, J. R., 1997) çalışmalarında solar-like güneş benzeri yıldızları, F8V ile K2V arasında ve B-V renginide 0,5 ile 1,00 aralığında tanımlamışlardır. Güneş benzeri yıldızlar için (Giampapa, M. S., 1997)'nin fotometrik kriteri, $+0.55 \leq (B-V) \leq +0.78$ arasındadır. Güneşin Sentetik renk indeksi, $U-B = 0.10$, $B-V = 0.62$ ye çok yakındır, normal bir G2V yıldızı için son derece uygun, uyumlu olduğu (Burlov-Vasiljev, K. A., et.al., 1997) tarafından belirtilmiştir. (Tug and Schmidt-Kaler, 1982) in renkleri ise ($U-B = 0.18$ and $B-$

$V = 0.67$) dir. (Sekiguchi, M. and Fukugita, M., 1999) ün makalesinde belirttikleri örnek yıldızlar $0.3 \leq B - V \leq 1.5$ aralığında dağılmaktadır. Çalışmalarında $B - V = 0.3$ and 0.9 aralığını sınır olarak almışlardır. (Sekiguchi, M. and Fukugita, M., 1999), Kurucz (1993)'s atmosphere modelini ve bunun yanında metallisitede dikkate aldıklarında, $B - V = 0.4 - 0.8$, aralığının en iyi uyum olark ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Beş Solar analoglar için $B - V$ renk aralığı, $0.61 < (B - V) < 0.65$ olarak (Ramirez, I. and Melendez, J., 2005) tarafından verilmiştir. (Y. Takeda, et.al., 2007) 118 solar analog için HR diagramında (Mv karşı $B - V$) örnek yıldızların, $0.62 < (B - V) < 0.67$ aralığında dağıldığını belirtmişlerdir.

GÜNEŞİN RENK İNDİSİNİN TAHMİN EDİLMESİ.

Yöntem, ASAS kataloğu

Bu çalışmada Meléndez, J., et.al., 2010'in belirttiği solar analoglar için geçerli olan tayf türü (G0-G5) aralığı sınır olarak alınmıştır. Literatürde 1964 yılından bugüne kadar güneşin ve G0 - G5 tayf türü arasında olan güneş benzeri yıldızların renk ve renk ölçeği bilgileri toplanmıştır. Günümüze kadar konu ile ilgili 100'e yakın makale taranmıştır.

Solar analog çalışması, güneşin fotometrik renklerinin bilinmesinde uzun-dönemli çözümlere yardımcı olacaktır (Mello, G. F. P. and Silva, L., 1997).

İnfrared bölgede yıldızların enerji dağılımları, güneşin enerji dağılımına benzediği düşünülmektedir. (Glushneva, I. N., et.al., 2000) (Johnson. 1965: Campins *et al.*, 1985; Wamsteker. 1981; A'Hearn *et al.*, 1984).

Solar analoglar genellikle fotometrik parametrelere dayanarak seçilmektedir (Galeev, A. I., et.al., 2004). Günümüze kadar konu ile ilgili Çalışmaların çoğu dolaylı yollara/metodlara dayanırken, doğrudan veya kısmen doğrudan yollar/metodlar/yöntemler şimdiye kadar birkaç çalışmada yer aldı. Güneş rengini çıkarmanın dolaylı yollarından biri güneş ile çok benzer özelliklere sahip olan güneş benzeri veya solar analog yıldızların renklerinin ortalamasını almaktır. Bu yöntem güneşin doğrudan ölçümlerine ihtiyaç duymaz/gerek duymaz/gerekmez/gerek yoktur ve teorik yıldız modellerine dayanmaz/dayanmamaktadır. Bu metotta en önemli nokta, Güneşe gerçekten benzer olan yıldızları seçmektir. (Zhao Zheng Shi, et.al., 2009; Hardorp 1978; Wamsteker 1981; Cayrel de Strobel 1996; Sekiguchi & Fukugita 2000; Soubiran & Triaud 2004; Ramirez & Meléndez 2005; Holmberg et al. 2006; Pasquini et al. 2008).

Bu nedenle biz önceki çalışmalarda bulunan solar twin ve solar analog adaylarını topladık, ve bu solar twinlerin fotometrik renklerinden güneşin rengini tahmin ettik. Solar twin yıldızlar, tüm fiziksel parametrelerde güneş ile aynı (ideal olarak) olan ve renkleri güneşe çok benzeyen yıldızlar olduğundan dolayı en iyi seçimdir.

Görüldüğü üzere, Sun, sun-like, solar analog ve solar twin yıldızlarının renklerini elde etmek için literatürde de belirtildiği gibi, tüm bantlardaki renkler üzerinden ortalama almaktır. Literatürden toplanan Sun, sun-like, solar analog ve solar twin yıldızlarına ait renkler aşağıdaki tabloda (Tablo1) verilmiştir. Bu tablo 1881 satırdan oluşmaktadır. Burada bu tablonun bir kısmı verilmiştir. Birinci sütun (ref*); literatürde yararlanılan kaynakları, 2. Sütun; kaynakların makalelerinde kullandıkları güneş ve güneş benzeri yıldızların isimlerini, 3. Sütun; yıldızların tayf türlerini ve diğer sütunlarda sırasıyla B-V, U-B, U-V, V-R, V-I, V-J, V-H, V-K, V-L, V-M, R-I, J-H, H-K, J-K, J-L, J-M, K-L ve K-M renklerini göstermektedir.

Tablo1. Literatürden toplanan güneş, solar analog ve solar twin yıldızlarının renk ölçeği değerleri (bir kısmı).

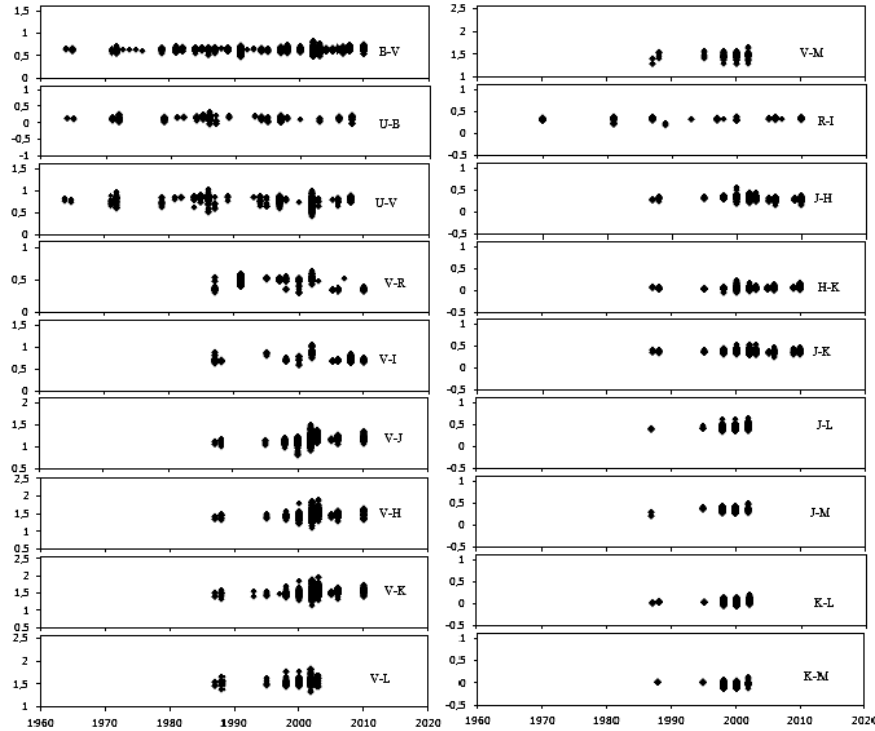
Ref*	source	SpT	B-V	U-B	U-V	V-R	V-I	V-J	V-H	V-K	V-L	V-M	R-I	J-H	H-K	J-K	J-L	J-M	K-L	K-M
G64	sun	G2V	0,68	0,15	0,83															
G64	sun	G2V	0,63	0,15	0,78															
B65	sun	G2V	0,65																	

B65	sun	G2V	0,62																
B65	sun	G2V	0,62																
B65	sun	G2V	0,64	0,10	0,74														
SV94	s.a.	G1 V	0,60	0,04	0,64	0,52	0,84	1,08	1,39	1,44	1,49	1,44	0,31	0,05	0,36	0,41	0,36	0,05	0,00
SV94	s.a.	G2 V	0,62	0,02	0,64	0,53	0,86	1,09	1,41	1,46	1,51	1,47	0,32	0,05	0,37	0,42	0,38	0,05	0,01
SV94	s.a.	G3 V	0,63	0,08	0,71	0,53	0,87	1,11	1,44	1,49	1,54	1,50	0,33	0,05	0,38	0,43	0,39	0,05	0,01
SV94	s.a.	G5 V	0,66	0,20	0,86	0,54	0,89	1,16	1,52	1,58	1,63	1,59	0,36	0,06	0,42	0,47	0,43	0,05	0,01
PMS97	sun	G2V	0,65	0,18	0,83														
PMS97	HR6060	G2Va	0,65	0,17	0,82														
PMS97	16 Cyg A	G1,5V	0,64	0,19	0,83														
PMS97	16 Cyg B	G2,5V	0,66	0,20	0,86														
GS98	HD10307	G1.5V						1,06	1,38	1,42	1,52	1,44	0,32	0,04	0,36	0,46	0,38	0,10	0,02
GS98	HD186408	G1.5V						1,07	1,39	1,49	1,57	1,43	0,32	0,10	0,42	0,50	0,36	0,08	-0,06
GS98	HD89010	G1.5IV-V						1,17	1,48	1,54	1,53	1,46	0,31	0,06	0,37	0,36	0,29	-0,01	-0,08
GS98	HD89010	G1.5IV-V						1,12	1,46	1,53			0,34	0,07	0,41				
GS98	HD89010	G1.5IV-V						1,16	1,51	1,57	1,65	1,55	0,35	0,06	0,41	0,49	0,39	0,08	-0,02
Z10	HD 98618		0,64			0,71							0,31	0,08	0,39				
Z10	HD101364		0,65			0,71							0,28	0,04	0,32				
Z10	HD159222		0,64			0,70							0,27	0,08	0,34				
C10	HD68017		0,68				1,35	1,67	1,73				0,33	0,06	0,39				
C10	HD73524		0,60			0,33	0,64	1,07	1,32	1,43			0,31	0,25	0,11	0,36			
C10	HD90508		0,60				1,25	1,55	1,57				0,30	0,02	0,32				
C10	HD92788		0,69				1,18	1,51	1,59				0,33	0,08	0,41				

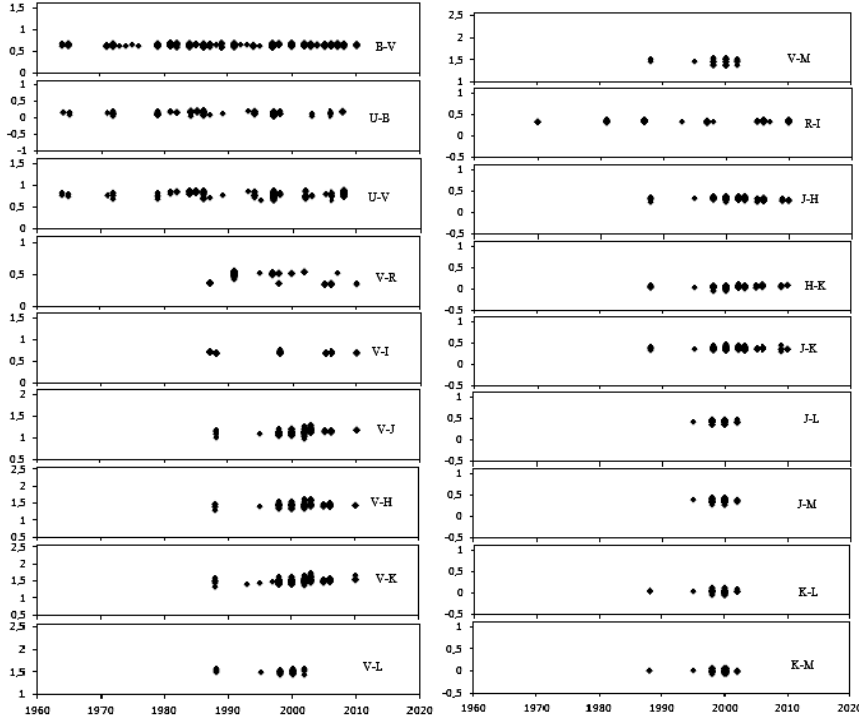
Ref* : G64; Gallouette (1964), B65; van den Bergh (1965), SV94; Straizys and Valiauga (1994), PMS97; Porto de Mello and da Silva (1997), GS98; Glushneva and Shenavrin (1998), Z10; Zhao et al. (2010), C10; Casagrande et al. (2010).

Tablodaki tüm renklerin (G0-G5 tayf türü arasındaki) zamana göre değişim grafikleri (solar analogs) aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Aynı şekilde sadece G2 tayf türündeki renklerin (sun and solar twins) grafikleride aşağıda verilmiştir.

Tablo1 de verilen değerler kullanılarak G2V tayf türüne karşılık gelen renk ölçüklerinin ortalaması alınmıştır. Buna göre güneş için ortalama renk ölçüğü değeri bulunmuştur. Bu değerler aşağıdaki tabloda (Tablo2) verilmiştir.



Şekil1. G0 ve G5 arasında yer alan Tablo1 deki tüm solar analog yıldızların renklerinin yıllara göre değişim grafiği



Şekil2. Güneş ve G2 tayf türünde olan Tablo1 deki tüm solar twin yıldızların renklerinin yıllara göre değişim grafiği

Solar analog ve solar twin yıldızları için renk indisi değişim aralıkları benzer şekilde Tablo1 den belirlenmiştir. G0 ve G5 tayf türlerine karşılık gelen renklerin ortalaması dikkate alınarak, solar analogların renk aralıkları belirlenmiştir.(solar analog için geçerli olan renk indisi aralıkları bulunmuştur). Aynı şekilde solar twinler için G2 tayf türüne karşılık gelen veriler dikkate alınmıştır ve bunlar için uygun bir renk aralığı verilmiştir. Solar analog ve solar twin yıldızları için geçerli olan bu renk aralıkları Şekil.1-2 de görülmektedir.

Tablo2. Güneşin elde edilen ortalama renk ölçeği değerleri.

B-V	0,6457	V-J	1,1413	H-K	0,0572
U-B	0,1463	V-H	1,4613	J-K	0,3777
R-I	0,3403	V-K	1,5210	J-L	0,4187
U-V	0,7926	V-L	1,5167	J-M	0,3711
V-R	0,4674	V-M	1,4621	K-L	0,0403
V-I	0,7053	J-H	0,3196	K-M	0,0063

Solar analog (G0-G5) ve Solar twin (G2) yıldızları için renk ölçeği aralıkları aşağıdaki tablolarda (Tablo.3-4) verilmiştir.

Tablo3. Elde edilen solar analog yıldızlarının renk ölçeği aralıkları.

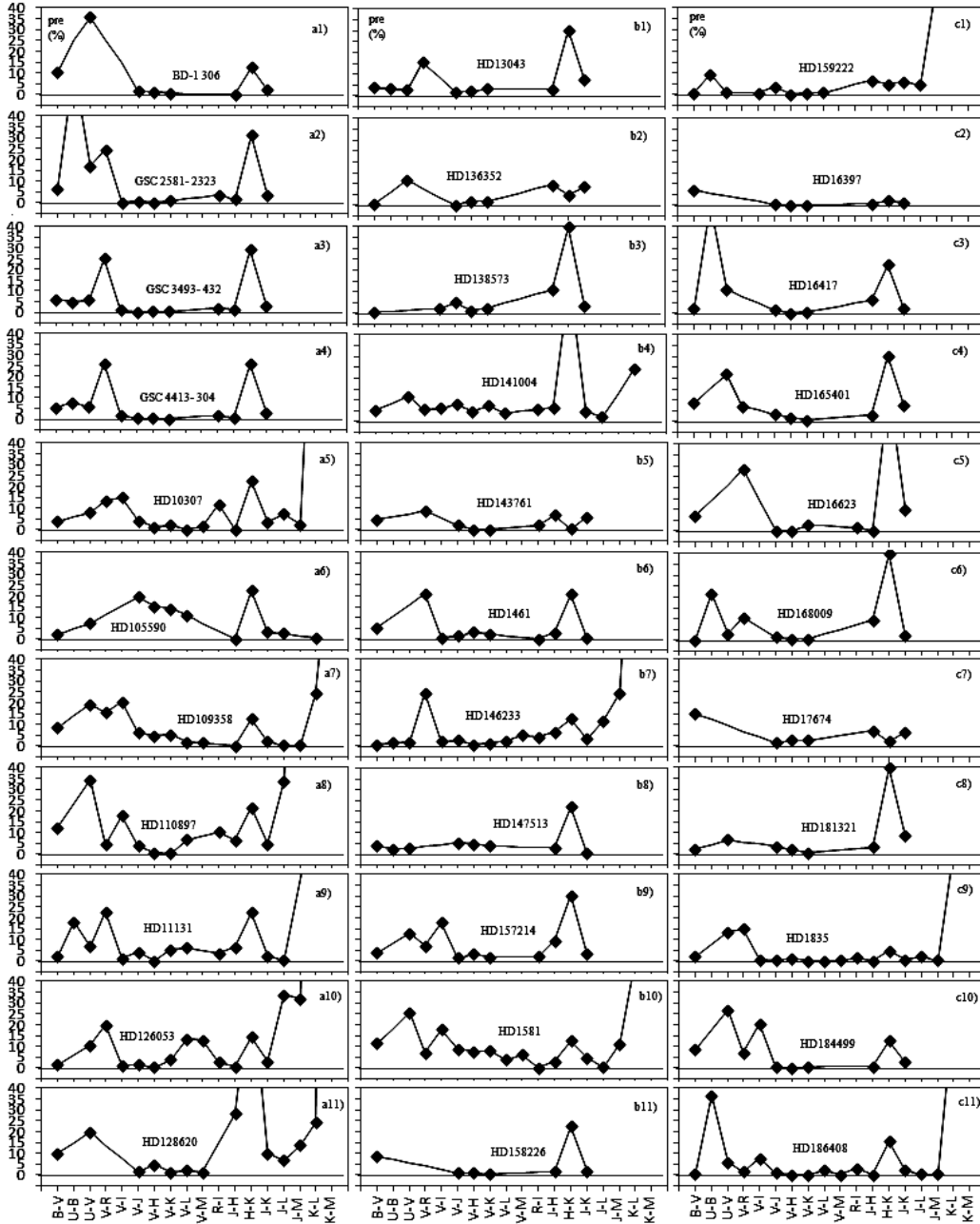
0,482 ≤ B-V ≤ 0,84	;	0,816 ≤ V-J ≤ 1,5	;	-0,04 ≤ H-K ≤ 0,239
-0,06 ≤ U-B ≤ 0,33	;	1,1 ≤ V-H ≤ 1,895	;	0,242 ≤ J-K ≤ 0,53
0,195 ≤ R-I ≤ 0,4	;	1,14 ≤ V-K ≤ 1,955	;	0,34 ≤ J-L ≤ 0,64
0,43 ≤ U-V ≤ 1,04	;	1,33 ≤ V-L ≤ 1,84	;	0,21 ≤ J-M ≤ 0,5
0,3 ≤ V-R ≤ 0,65	;	1,28 ≤ V-M ≤ 1,65	;	-0,04 ≤ K-L ≤ 0,2
0,6 ≤ V-I ≤ 1,06	;	0,148 ≤ J-H ≤ 0,566	;	-0,13 ≤ K-M ≤ 0,13

Tablo4. Elde edilen solar twin yıldızlarının renk ölçeği aralıkları.

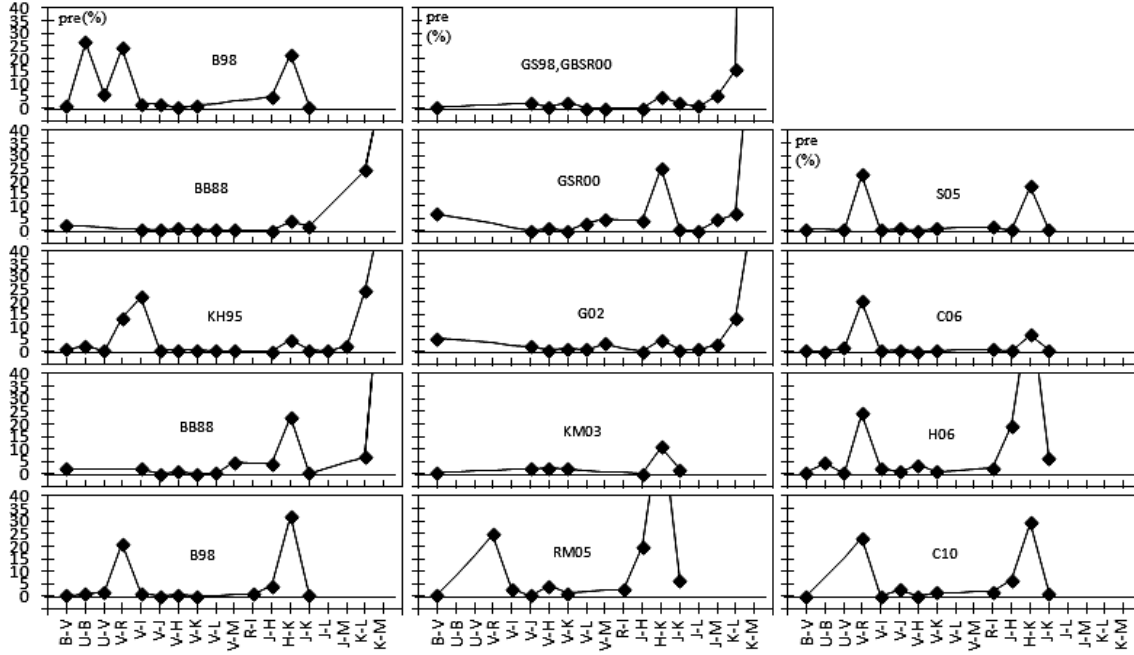
0,6 ≤ B-V ≤ 0,692	;	0,99 ≤ V-J ≤ 1,296	;	-0,04 ≤ H-K ≤ 0,11
0,04 ≤ U-B ≤ 0,24	;	1,305 ≤ V-H ≤ 1,64	;	0,299 ≤ J-K ≤ 0,481
0,3 ≤ R-I ≤ 0,38	;	1,339 ≤ V-K ≤ 1,752	;	0,35 ≤ J-L ≤ 0,47
0,64 ≤ U-V ≤ 0,901	;	1,445 ≤ V-L ≤ 1,59	;	0,28 ≤ J-M ≤ 0,455
0,351 ≤ V-R ≤ 0,58	;	1,39 ≤ V-M ≤ 1,54	;	-0,04 ≤ K-L ≤ 0,12
0,68 ≤ V-I ≤ 0,779	;	0,25 ≤ J-H ≤ 0,39	;	-0,06 ≤ K-M ≤ 0,065

Yukarıdaki şekillerden (Şekil.1-2) bu aralıkların dağılımı (Tablo3-4) görülebilir.

Tablo1 den bizim elde ettiğimiz güneş renklerine en iyi uyum sağlayan yıldızları çıkardık. Öncelikle tablo1 deki solar analog ve solar twin yıldızların literatürden elde edilmiş renklerinden bizim sonuç renklerimizden farkını aldık ve bizim sonuç renklerimizden olan yüzde bağıl hatalarını hesapladık. Yüzde bağıl hatası çok düşük olan yıldızları belirledik. Bu yıldızların bizim renklerimize uygunluğunu gösteren şekiller ise aşağıda verilmektedir (Şekil.3). Aynı şekilde, benzer işlemi literatürde verilen (tablo1) güneş renkleri içinde yaptık ve bizim belirlediğimiz sonuç renklerimizle uyumlu olan literatür çalışmalarını belirledik. Bunlarında şekilleride (Şekil.4) aşağıda verilmiştir.



Şekil3. solar analog yıldızların her bir renk ölçeğine karşılık yüzde bağıl hata (pre%) değişim grafikleri



Şekil4. Literatürdeki güneş renk değerlerinin sonuç değerlerimize göre yüzde bağlı hata (pre%) değişim grafikleri

ASAS ta tayf türü bilgisi yoktur. Asas kataloğunda VIJHK bandlarındaki parlaklık değerleri. ve Bu parlaklık değerlerine karşılık gelen V-I, V-J, V-H, V-K, J-H, H-K, J-K renk ölçekleri mevcuttur. / verilmiştir. Ancak ASAS taki yıldızların renk ölçeklerine bakarak tayf türleri hakkında bilgi sahibi olabiliriz. Bu (yukarıda verilen) yukarıda verdiğimiz, elde ettiğimiz G0-G5 tayf türünde solar analog, G2 tayf türünde solar twin renk aralığı değerleri kullanılarak, esas taki / kataloğundaki güneş benzeri yıldızlar belirlenmiştir/elde edilmiştir/ belirledik. solar analog ve solar twin için geçerli olan esas kataloğundaki yıldızlar elde edilmiştir, listelenmiştir. ASAS taki güneş benzeri değişen yıldızların tablosu aşağıda verilmiştir (Tablo5-6). ASAS kataloğundaki solar analog yıldızlarının sayısı (tablonun satır sayısı) 3764 dür (Tablo5). ASAS kataloğundaki solar twin yıldızlarının sayısı (tablonun satır sayısı) 963 dür (Tablo6). Bu listelerin bir kısmı aşağıda verilmiştir. Bu listede yer alan bir güneş benzeri bir yıldız olan BG Vul'un fotometrik çözümü ise poster bildiri olarak verilmiştir. Tablo5 ve Tablo6 sırasıyla, ASAS taki solar analog ve solar twin yıldızlarını göstermektedir.

Tablo5. ASAS kataloğundaki Solar analog yıldızlarının listesi (bir kısım)

ASAS ID	RA	DEC	Period	T0	V	V Amp	Class	O. ID	O. Class	J	H	K	V-J	V-H	V-K	J-H	H-K	J-K
085432+0000.1	08:54:32	00:00:06	0,41528	1870,02	12,98	0,77	EC	-	-	11,95	11,64	11,57	1,03	1,34	1,41	0,31	0,07	0,38
190309+0002.0	19:03:09	00:02:00	2,69088	1981,58	11,66	0,34	ED	-	-	10,19	9,93	9,81	1,47	1,73	1,85	0,26	0,12	0,38
062224+0002.8	06:22:24	00:02:48	0,73186	1869,54	12,78	0,4	EC/RRC/ESD	-	-	11,69	11,5	11,41	1,09	1,28	1,37	0,19	0,09	0,28
050917+0005.5	05:09:17	00:05:30	0,40123	1870,13	12,53	0,28	EC/DSCT/ESD	-	-	11,31	11,07	10,98	1,22	1,46	1,55	0,24	0,09	0,33
023458+0005.9	02:34:58	00:05:54	0,40647	1919,7	11,5	0,21	ESD/EC	-	-	10,44	10,2	10,16	1,06	1,3	1,34	0,24	0,04	0,28
110909+0007.6	11:09:09	00:07:36	1,37139	1874,5	13,37	1,21	ED	-	-	11,94	11,54	11,44	1,43	1,83	1,93	0,4	0,1	0,5
182658+0008.3	18:26:58	00:08:18	0,46825	1963,1	10,7	0,38	ESD/EC	-	-	9,85	9,54	9,46	0,85	1,16	1,24	0,31	0,08	0,39
094227+0008.9	09:42:27	00:08:54	0,73652	1870,64	12,36	0,25	ESD/ED	-	-	11,09	10,73	10,66	1,27	1,63	1,7	0,36	0,07	0,43
044349+0009.4	04:43:49	00:09:24	0,40471	1870,07	11,5	0,15	EC/DSCT/ESD	-	-	10,62	10,38	10,35	0,88	1,12	1,15	0,24	0,03	0,27
072307+0010.9	07:23:07	00:10:54	0,67082	1870,48	11,51	0,33	ESD/EC	-	-	10,65	10,41	10,33	0,86	1,1	1,18	0,24	0,08	0,32
051721+0012.5	05:17:21	00:12:30	0,40417	1870,25	12,3	0,33	EC/RRC/DSCT	-	-	11,26	10,96	10,83	1,04	1,34	1,47	0,3	0,13	0,43
070303+0013.8	07:03:03	00:13:48	0,40766	1869,13	12,75	0,75	EC/ESD	HM-Mon	EB	11,47	11,19	11,04	1,28	1,56	1,71	0,28	0,15	0,43
115437+0016.1	11:54:37	00:16:06	0,36801	1872,34	13,56	0,53	EC/DSCT/ESD	-	-	12,61	12,34	12,31	0,95	1,22	1,25	0,27	0,03	0,3
012025+0016.4	01:20:25	00:16:24	0,37225	1869,06	13,56	0,61	ESD/EC	-	-	12,35	12,04	11,97	1,21	1,52	1,59	0,31	0,07	0,38
024609+0017.1	02:46:09	00:17:06	0,37516	1919,92	12,32	0,4	EC/DSCT/ESD	-	-	11,16	10,82	10,78	1,16	1,5	1,54	0,34	0,04	0,38
044830+0017.9	04:48:30	00:17:54	0,45001	1870,3	12,81	0,32	ESD/EC	-	-	11,66	11,39	11,3	1,15	1,42	1,51	0,27	0,09	0,36
200610+0019.7	20:06:10	00:19:42	0,43551	2383,2	12,27	0,55	EC	-	-	11,2	10,97	10,8	1,07	1,3	1,47	0,23	0,17	0,4
064919+0019.8	06:49:19	00:19:48	2,597	1869,32	11,4	0,62	ESD	V0450-Mon	EB/DM	10,11	9,93	9,83	1,29	1,47	1,57	0,18	0,1	0,28
111245+0020.9	11:12:45	00:20:54	6,729	1876,9	8,44	0,34	ED	FM-Leo	EA	7,52	7,33	7,21	0,92	1,11	1,23	0,19	0,12	0,31
204859+0027.3	20:48:59	00:27:18	0,5135	2025,87	11,6	0,45	EC	-	-	10,76	10,49	10,41	0,84	1,11	1,19	0,27	0,08	0,35

Tablo6. ASAS katalogundaki Solar twin yıldızlarının listesi (bir kısmı)

ASAS ID	RA	DEC	Period	T0	V	V Amp	Class	Other ID	Other Class	J	H	K	V-J	V-H	V-K	J-H	H-K	J-K
171830+0516.6	17:18:30	05:16:36	0,38618	2384,22	11,86	0,41	EC/DSTC	NSV08493	E	10,87	10,54	10,5	0,99	1,32	1,36	0,33	0,04	0,37
032936-0149.2	03:29:36	-01:49:12	0,34587	1921,12	12,41	0,45	EC/DSTC	-	-	11,42	11,1	11,06	0,99	1,31	1,35	0,32	0,04	0,36
044017-2410.7	04:40:17	-24:10:42	0,41632	1869,42	13,75	0,73	EC	-	-	12,76	12,41	12,32	0,99	1,34	1,43	0,35	0,09	0,44
062828-2547.8	06:28:28	-25:47:48	0,29165	1868,84	11,86	0,52	EC	-	-	10,87	10,49	10,43	0,99	1,37	1,43	0,38	0,06	0,44
133349-4757.9	13:33:49	-47:57:54	0,75028	1888,16	12,03	0,49	EC/ESD	-	-	11,04	10,68	10,65	0,99	1,35	1,38	0,36	0,03	0,39
013020-8332.0	01:30:20	-83:32:00	4,489	1872,5	11,42	1,1	ED	NSV-550	-	10,43	10,07	10,01	0,99	1,35	1,41	0,36	0,06	0,42
031751+1756.8	03:17:51	17:56:48	0,30743	2621,94	12,75	0,42	EC/DSTC/ESD	-	-	11,75	11,39	11,32	1	1,36	1,43	0,36	0,07	0,43
112145-0850.2	11:21:45	-08:50:12	8,36885	1880,6	10,67	0,35	ED	-	-	9,67	9,35	9,31	1	1,32	1,36	0,32	0,04	0,36
032123-1017.1	03:21:23	-10:17:06	1,5575	1869,92	11,68	0,88	ED	VV-Eri	-	10,68	10,37	10,3	1	1,31	1,38	0,31	0,07	0,38
224141-1624.9	22:41:41	-16:24:54	0,3282	1871	13,19	0,31	ESD/EC	-	-	12,19	11,87	11,85	1	1,32	1,34	0,32	0,02	0,34
111939-1815.1	11:19:39	-18:15:06	0,41854	1870,84	12,38	0,53	EC	-	-	11,38	11,05	11,04	1	1,33	1,34	0,33	0,01	0,34
071643-5623.8	07:16:43	-56:23:48	0,89948	1869,04	11,4	0,52	ESD	NSV03517	#	10,4	10,08	10,03	1	1,32	1,37	0,32	0,05	0,37
080513-6028.9	08:05:13	-60:28:54	0,35602	1869,19	13,03	0,87	EC/DSTC/ESD	-	-	12,03	11,7	11,59	1	1,33	1,44	0,33	0,11	0,44
154913-6418.8	15:49:13	-64:18:48	2,14172	1921,94	10,03	1,42	ED	EO-TRA	EA/SD	9,03	8,68	8,6	1	1,35	1,43	0,35	0,08	0,43
093945-7120.2	09:39:45	-71:20:12	0,41037	1869,27	10,75	0,29	EC/DSTC	-	-	9,75	9,44	9,4	1	1,31	1,35	0,31	0,04	0,35
074230-3824.5	07:42:30	-38:24:30	0,35143	1880,82	12,55	0,64	EC	-	-	11,54	11,2	11,11	1,006	1,346	1,436	0,34	0,09	0,43
092539+0631.9	09:25:39	06:31:54	0,39147	2391,93	13,33	0,76	EC/DSTC/ESD	-	-	12,32	11,95	11,88	1,01	1,38	1,45	0,37	0,07	0,44
162022+1205.5	16:20:22	12:05:30	0,32385	2383,8	12,68	0,73	EC	-	-	11,67	11,31	11,28	1,01	1,37	1,4	0,36	0,03	0,39
114540+1412.1	11:45:40	14:12:06	0,34328	2625,11	12,02	0,52	EC	-	-	11,01	10,68	10,61	1,01	1,34	1,41	0,33	0,07	0,4
160002-1215.4	16:00:02	-12:15:24	0,439	1932,31	13,26	0,5	EC=ESD	-	-	12,25	11,92	11,87	1,01	1,34	1,39	0,33	0,05	0,38

SONUÇ VE TARTIŞMA:

Bizim başlangıçtaki amacımız, güneş ile aynı özellikte güneş benzeri yıldızları karşılaştırarak, fotometrik sistemlerin geniş aralığında güneşin renklerinin bir tahminini elde etmektir. Güneş için G2V tayf türüne göre renk ölçekleri tablo2 de veriliyor. G0-G5 ve G2 tayf türüne göre solar analog ve solar twin yıldızların renk aralıkları tablo3-4 de veriliyor. Bu çalışmadaki yıldızlar Güneşin renk ölçeklerini bulmak için literatürde aynı tayf türünde yıldızların temeli üzerinde seçilmiştir. Güneş benzeri yıldızlardan güneşin renk tahminlerini çıkardık. Literatürdeki çalışmalar tablo1 de özetlenmiştir. Güneş için bulduğumuz bu ortalama renkleri, güneşin fotometrik renkleri olarak kabul ettik. Bu renklere uygun olan yıldızları önceki çalışmalardan tablo1111den belirledik ve önceki çalışmalarını bizim sonuçlarımızla karşılaştırdık. 18 farklı renk indisini dikkate aldık (UBVRIJHKLM fotometresinde B-V; V-J; H-K; U-B; V-H; J-K; R-I; V-K; J-L; U-V; V-L; J-M; V-R; V-M; K-L; V-I; J-H; K-M renk indisleri). Dolaylı yöntemimizin bir sonucu olarak, güneş için B-V = 0,6457 , V-J = 1,1413 , H-K = 0,0572 , U-B = 0,1463 , V-H = 1,4613 , J-K = 0,3777 , R-I = 0,3403 , V-K = 1,5210 , J-L = 0,4187 , U-V = 0,7926 , V-L = 1,5167 , J-M = 0,3711 , V-R = 0,4674 , V-M = 1,4621 , K-L = 0,0403 , V-I = 0,7053 , J-H = 0,3196 , K-M = 0,0063 olarak bulduk. Bu sonuç tipik bir G2V standart bir yıldız için kabul edilmiş renk değerlerine uygundur. Sonuç renk indisleri G2V tayf türü ile uyumludur. Ek olarak, güneşin renk indislerine sınır koymak için bu solar twin yıldızların temel parametrelerini kullanabiliriz.

Bizim solar analoglar için önerdiğimiz renk aralıkları, Hall, J. C., et.al., 2006 (0,55 ≤ B-V ≤ 0,75), Friel, E. D., 1997 (0,59 ile 0,69), Soubiran C. & Triaud A., 2007 (0,63 < (B - V) < 0,68), Y. Takeda, et.al., 2007 (0,62 < (B - V) < 0,67), I. N. Glushneva, V. I. Shenavrin, and I. A. Roshchina (0,60 ≤ B-V ≤ 0,68), Soubiran C. 1 & Triaud A. 1,2 (0,55 < B-V < 0,75)'un solar analog yıldızlar için belirtmiş oldukları renk aralıklarıyla uyumludur.

Bizim güneş ve solar twin yıldızlar için elde ettiğimiz sonuç renk aralıkları, Glushneva, I. N., et.al., 2002, Glushneva, I. N., et.al., 1999 (0,6 ≤ B-V ≤ 0,692 0,62 den 0,68), Zhao ZhengShi, et.al., 2009 (0,62 den 0,65), King J. R., et.al., 2005 0,63 ≤ (B - V) ≤ 0,66, Fracassini, M., et.al., 1985 (0,06 ≤ U-B ≤ 0,1 ve 0,58 ≤ B-V ≤ 0,65) in vermiş oldukları renk aralıklarıyla çok iyi uyum içindedir.

Gerçekte tüm renklerimiz (tahmin edilen güneş renkleri); C06, S05, B98, KH95, BB88, GS98, GBSR00, G02, BB88, GSR00, H06 kilerin güneş renkleri ile hata tahminlerimiz içinde mükemmel bir uyuma olduğu bulundu.

“En yakın solar twin yıldızı”; Bu konu astrofizikçiler için uzun yıllar ilginç bir konu oldu ve birkaç keşif 1970 lerden beri yapılmadı. “closest ever solar twin” en yakın solar twin için birkaç spesifik aday şimdi biliniyor, bu yıldızlar üzerine literatürde çok çalışma var. 18 Sco (=HD 146233 = HIP 79672; PMS97; Porto de Mello and da Silva 1997, GS98; Glushneva and Shenavrin 1998, GBSR00; Glushneva et al. 2000a, GSR00; Glushneva et al. 2000b, HL00; Hall and Lockwood 2000, G02; Glushneva et al. 2002, G04; Galaev et al. 2004, K05; King et al. 2005, C06; Casagrande et al. 2006, T07; Takeda et al. 2007, ST08; Soubiran and Triaud 2004, 2008, Z10; Zhao et al. 2010, Bazot et al. 2011), HIP 78399 (=HD 143436; K05; King et al. 2005, T07; Takeda et al. 2007), and HD 98618 (=HIP 55459; Melendez et al. 2006, C06; Casagrande et al. 2006, T07; Takeda et al. 2007). Ayrıca, Soubiran & Triaud (2004, 2008) ELODIE listesinde ki2 testini uygulayarak top-ten solar analogs ları listesini (HD10145, HD159222, HD168009, HD186104, HD187123, HD42618, HD47309, HD5294, HD71148, HD76151, HD89269, HD95128) rapor etti.

Önceki çalışmalarda güneşe çok benzeyen solar twin adayları belirtilmiştir. Dolayısıyla bu yıldızların renklerinde güneşin renkleriyle uygun olmalıdır. literatürde güneşe en yakın çok benzeyen diğer önerilen solar twin adayları/yıldızları şunlardır:

HD10307 (=HR483, Stebbins and Kron 1957, GS98; Glushneva and Shenavrin 1998, GBSR00; Glushneva et al. 2000a, M03; Metlov 2003, ST08; Soubiran and Triaud 2004, 2008), HD34411 (=λ Aur), HD84737 (=HR3881) (Kron 1963), HD29461 (F85; Fracassini et al. 1985), HD186427 (=16 Cyg B, F85; Fracassini et al. 1985, F93; Friel et al. 1993, SV94; Straižys and Valiauga 1994, GSR00; Glushneva et al. 2000b, M03; Metlov 2003, ST08; Soubiran and Triaud 2004, 2008), HD44594 (CSB89; Cayrel de Strobel and Bentolila 1989), HD186408 (=16 Cyg A, F93; Friel et al. 1993, SV94; Straižys and Valiauga 1994, GSR00; Glushneva et al. 2000b), HD28099 (=VB64, SV94; Straižys and Valiauga 1994), HD213575 (GS98; Glushneva and Shenavrin 1998, GBSR00; Glushneva et al. 2000a), HD217014 (=51 Peg, GSR00; Glushneva et al. 2000b), HD193664 (=HR7783, GS98; Glushneva and Shenavrin 1998, GBSR00; Glushneva et al. 2000a, M03; Metlov 2003), BD+13 2311 A/B, HD6872 A/B, HD9518A, HD9518B, HD98744, HD98745 (M02; Martin et al. 2002), HD89010 (M03; Metlov 2003), HD195034 (=HIP100963, T07; Takeda et al. 2007, ST08; Soubiran and Triaud 2004, 2008, Z10; Zhao et al. 2010), HD101364 (=HIP56948, Melendez & Ramirez 2007, Takeda & Tajitsu 2009, C10; Casagrande et al. 2010), CI* NGC 2682 YBP 637, YBP1194, YBP1787 (Castro et al. 2011). Bunlar arasından HD186408 (D02, F93, GBSR00, GSR00, GS98, KM03), HD89010 (D02, GBSR00, GS98, GSR00, KM03, M03), HD213575 (GBSR00, GS98, GSR00, M03), HD44594 (D02, GS98, GS98), HD159222 (F71, D02, Z10, C10, KM03, ST08), HD186427 (C10, D02, F93, GBSR00, GSR00, KM03, M03), HD146233 (GBSR00, GSR00, GS98, J70, M03, RM05, Z10), HD28099 (FS97, GS98, GSR00), HD76151 (D02, FS97, GSR00, G02, R87), HD10307 (D02, GBSR00, GS98, GSR00, GSR00, RM05), HD84737 (C72, K91, D02), HD34411 (GS98, D02, KM03) yıldızları bizim sonuçlarımıza uygun renkler göstermektedir. Bu yıldızlardan başka (uyumlu solar twin yıldızlarından başka), Literatürde tablo1 de listelenen solar analog yıldızlar arasından bizim sonuçlarımızla uygunluk gösteren diğer yıldızlar şunlardır: HD1835 (C10, D02, GBSR00, GSR00, GS98, R87), HD20630 (CSB89, D02, GSR00, R87), HD20766 (SF87, D02), HD25680 (FS97, GSR00, GSR00), GSC 3493- 432 (C06), GSC 4413- 304 (C06), HD141004 (R87, KM97, D02), HD11131 (FS97, GSR00), HD86728 (GSR00, N86), HD187923A (C72, GSR00, KM97), HD109358 (D02), HD1581 (G81, D02). bize göre bu yıldızlar ve ASAS güneş benzeri yıldız listemizdeki (ASAS solar twin tablosu) yıldızlarda fotometrik olarak güneşe çok benzeyen en iyi solar twin yıldızlar olduğunu da belirtiyoruz. Aynı zamanda bu yıldızlar arasında güneş sistemimiz gibi gezegen barındıran sistemlerde olabilir. Ayrıca bu yıldızlar gezegen arayışımızda bize umut olacaklardır.

Yakın gelecekte yeni çalışmalarla bu durumu geliştirmeyi planlıyoruz.

Teşekkür: Bu çalışma XVIII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Kongresinde bildiri olarak sunulmasında Erciyes Üniversitesi Rektörlüğü FBY-***** Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında desteklenmiştir.

4. KAYNAKLAR

- Stebbins, Joel; Kron, Gerald E., 1957, Six-Color Photometry of Stars. X. The Stellar Magnitude and Color Index of the Sun., *Astrophysical Journal*, vol. 126, p.266
- Kron, Gerald E, 1963, The Color of the Sun, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 75, No. 444, p.288
- Gallouët, L., 1964, Magnitude stellaire du soleil, *Annales d'Astrophysique*, Vol. 27, p.423 (G64)
- van den Bergh, Sidney, 1965, The Colour of the Sun, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vol. 59, p.253 (B65)
- Jacobsen, P. U., 1970, R-I colour index for 330 late type stars, *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 4, p. 302 (J70)
- Fernie, J. D.; Hagen, J. Peter, Jr.; Hagen, Gretchen L.; McClure, Lyn, 1971, The Color Index of the Sun from the Mg B Triplet, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 83, No. 491, p.79 (F71)
- Croft, S. K.; McNamara, D. H.; Feltz, Kent A., Jr., 1972, The (B-V) and (U-B) Color Indices of the Sun, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 84, No. 500, p.515 (C72)
- Clements, G. L.; Neff, J. S., 1979, Comparison of solar and stellar flux distributions and the determination of the B-V and U-B colors of the sun, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 75, no. 1-2, May 1979, p. 193-196. (CN79)
- Cayrel de Strobel, G.; Knowles, N.; Hernandez, G.; Bentolila, C., 1981, In search of real solar twins, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 94, no. 1, Jan. 1981, p. 1-11. (CS81)
- Chmielewski, Y., 1981, On the photometric colour indices of the sun, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 93, no. 1-2, Jan. 1981, p. 334-338. (C81)
- Gehren, T., 1981, The temperature scale of solar-type stars, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 100, no. 1, July 1981, p. 97-106. (G81)
- Tueg, H.; Schmidt-Kaler, T., 1982, A direct UBV color measurement of the sun, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 105, no. 2, Jan. 1982, p. 400-404. (TSK82)
- Taylor, B. J., 1984, Energy distributions for 12 solar-type stars and synthetic UBV photometry of the sun, *Astrophysical Journal Supplement Series* (ISSN 0067-0049), vol. 54, Jan. 1984, p. 167-175. (T84)
- Fracassini, M.; Pasinetti, L. E.; Borella, M.; Pasinetti, A., 1985, MKJ and MSS classification of solar-type stars within 100 parsecs of the sun - Preliminary results, IN: Calibration of fundamental stellar quantities; Proceedings of the Symposium, Como, Italy, May 24-29, 1984 (A86-39101 18-90). Dordrecht, D. Reidel Publishing Co., 1985, p. 407-409; Discussion, p. 410. (F85)
- Neckel, H., 1986, The 'bright stars' with UBV-colors close to those of the sun, *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 169, no. 1-2, Nov. 1986, p. 194-200. (N86)
- da Silva, L.; Foy, R., 1987, Zeta-1 and Zeta-2 RETICULI - A puzzling solar-type twin system, *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 177, no. 1-2, May 1987, p. 204-216. (SF87)
- Rucinski, S. M, 1987, Relation between the (V-R) and (R-I) color indices and activity for solar-type stars, *Astronomical Society of the Pacific, Publications* (ISSN 0004-6280), vol. 99, April 1987, p. 288-296. (R87)
- Bessell, M. S.; Brett, J. M., 1988, JHKLM photometry - Standard systems, passbands, and intrinsic colors, *Astronomical Society of the Pacific, Publications* (ISSN 0004-6280), vol. 100, Sept. 1988, p. 1134-1151. (BB88)
- Cayrel de Strobel, G.; Bentolila, C, 1989, In search of real solar twins. II, *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 211, no. 2, March 1989, p. 324-340. (CSB89)
- Gray, David F., 1992, The inferred color index of the sun, *Astronomical Society of the Pacific, Publications* (ISSN 0004-6280), vol. 104, no. 681, p. 1035-1038. (G92)
- Friel, E.; Cayrel de Strobel, G.; Chmielewski, Y.; Spite, M.; Lebre, A.; Bentolila, C., 1993, In Search of Real Solar Twins - Part Three, *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 274, NO. 3/JUL(III), P. 825, 1993 (F93)
- Straizys, V.; Valiauga, G., 1994, Color Indices of the Sun in the Vilnius and the UBV Systems, *Baltic Astronomy*, Vol. 3, NO. 3, P. 282, 1994 (SV94)
- Kenyon, Scott J.; Hartmann, Lee, 1995, Pre-Main-Sequence Evolution in the Taurus-Auriga Molecular Cloud, *Astrophysical Journal Supplement* v.101, p.117 (KH95)
- Pojmanski, G., 1997, *The All Sky Automated Survey*, *Acta Astronomica*, **47**, 467

- Porto de Mello, G. F.; da Silva, L., 1997, HR 6060: The Closest Ever Solar Twin?, *Astrophysical Journal Letters* v.482, p.L89 (PMS97)
- Taylor, B. J., 1997, The colours of the sun., *International Astronomical Union Symposium*, No. 189, p. 83 - 88 (T97)
- Bessell, M. S.; Castelli, F.; Plez, B., 1998, Model atmospheres broad-band colors, bolometric corrections and temperature calibrations for O - M stars, *Astronomy and Astrophysics*, v.333, p.231-250 (1998) (B98)
- Glushneva, Irina N.; Shenavrin, V. I., 1998, 3400 - 7500Å Energy Distribution and JHKLM Photometry of Solar-Type Stars, *Solar Analogs : Characteristics and Optimum Candidates*. Edited by Jeffrey C. Hall. Flagstaff, Arizona : Lowell Observatory, 1998., p.77 (GS98)
- Radick, Richard R.; Lockwood, G. W.; Skiff, B. A.; Baliunas, S. L., 1998, Patterns of Variation among Sun-like Stars, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Volume 118, Issue 1, pp. 239-258. (R98)
- Glushneva, I. N.; Borisov, G. V.; Shenavrin, V. I.; Roshchina, I. A., 2000, Solar type stars: Spectral energy distribution and JHKLM photometry, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, vol. 18, Issue 4, pp.631-644 (GBSR00)
- Glushneva, I. N.; Shenavrin, V. I.; Roshchina, I. A., 2000, Solar Analogs: Spectral Energy Distributions and Physical Parameters of Their Atmospheres, *Astronomy Reports*, Volume 44, Issue 4, April 2000, pp.246-254 (GSR00)
- Hall, Jeffrey C.; Lockwood, G. W., 2000, Evidence of a Pronounced Activity Cycle in the Solar Twin 18 Scorpii, *The Astrophysical Journal*, Volume 545, Issue 1, pp. L43-L45. (HL00)
- Knyazeva, L. N.; Kharitonov, A. V., 2000, G0-G5V Stars and the Sun in the Uveby System, *Astronomy Reports*, Volume 44, Issue 5, May 2000, pp.334-337 (KK00)
- Sekiguchi, Maki; Fukugita, Masataka, 2000, A Study of the B-V Color-Temperature Relation, *The Astronomical Journal*, Volume 120, Issue 2, pp. 1072-1084. (SF00)
- Glushneva, I. N.; Shenavrin, V. I.; Roshchina, I. A., 2002, Effective Temperatures of Solar Type Stars, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, vol. 21, Issue 4, p.317-325 (G02)
- Martín, Eduardo L.; Basri, Gibor; Pavlenko, Yakiv; Lyubchik, Yuri, 2002, Lithium Abundances in Wide Binaries with Solar-Type Twin Components, *The Astrophysical Journal*, Volume 579, Issue 1, pp. 437-445. (M02)
- Kidger, Mark R.; Martín-Luis, Fabiola, 2003, High-Precision Near-Infrared Photometry of a Large Sample of Bright Stars Visible from the Northern Hemisphere, *The Astronomical Journal*, Volume 125, Issue 6, pp. 3311-3333. (KM03)
- Metlov, V. G., 2003, Photoelectric Observations of Bright Solar Type Stars, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, vol. 22, Issue 1, p.47-50 (M03)
- Galeev, A. I.; Bikmaev, I. F.; Musaev, F. A.; Galazutdinov, G. A., 2004, Chemical Composition of 15 Photometric Analogues of the Sun, *Astronomy Reports*, Volume 48, Issue 6, pp.492-510 (G04)
- Soubiran, C.; Triaud, A., 2004, The Top Ten solar analogs in the ELODIE library, *Astronomy and Astrophysics*, v.418, p.1089-1100 (2004)
- King, Jeremy R.; Boesgaard, Ann M.; Schuler, Simon C., 2005, Keck HIRES Spectroscopy of Four Candidate Solar Twins, *The Astronomical Journal*, Volume 130, Issue 5, pp. 2318-2325. (K05)
- Ramírez, Iván; Meléndez, Jorge, 2005, The Effective Temperature Scale of FGK Stars. II. Teff:Color:[Fe/H] Calibrations, *The Astrophysical Journal*, Volume 626, Issue 1, pp. 465-485. (RM05)
- Stritzinger, Maximilian; Suntzeff, Nicholas B.; Hamuy, Mario; Challis, Peter; Demarco, Ricardo; Germany, Lisa; Soderberg, A. M., 2005, An Atlas of Spectrophotometric Landolt Standard Stars, *The Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 117, Issue 834, pp. 810-822. (S05)
- Casagrande, Luca; Portinari, Laura; Flynn, Chris, 2006, Accurate fundamental parameters for lower main-sequence stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 373, Issue 1, pp. 13-44. (C06)
- Holmberg, Johan; Flynn, Chris; Portinari, Laura, 2006, The colours of the Sun, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 367, Issue 2, pp. 449-453. (H06)
- Leggett, S. K.; Currie, M. J.; Varricatt, W. P.; Hawarden, T. G.; Adamson, A. J.; Buckle, J.; Carroll, T.; Davies, J. K.; Davis, C. J.; Kerr, T. H.; Kuhn, O. P.; Seigar, M. S.; Wold, T., 2006, JHK observations of faint standard stars in the Mauna Kea Observatories near-infrared photometric system, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 373, Issue 2, pp. 781-792. (L06)
- Paczynski, B.; Szczygiel, D.; Pilecki, B.; Pojmanski, G. 2006, *Eclipsing binaries in the All Sky Automated Survey catalogue* MNRAS, 368, 1311
- Hall, Jeffrey C.; Lockwood, G. W.; Skiff, Brian A., 2007, The Activity and Variability of the Sun and Sun-like Stars. I. Synoptic Ca II H and K Observations, *The Astronomical Journal*, Volume 133, Issue 3, pp. 862-881. (H07)

- Takeda, Y.; Kawanomoto, S.; Honda, S.; Ando, H.; Sakurai, T., 2007, Behavior of Li abundances in solar-analog stars. Evidence for line-width dependence, *Astronomy and Astrophysics*, Volume 468, Issue 2, June III 2007, pp.663-677 (T07)
- Pasquini, L.; Biazzo, K.; Bonifacio, P.; Randich, S.; Bedin, L. R., 2008, Solar twins in M 67, *Astronomy and Astrophysics*, Volume 489, Issue 2, 2008, pp.677-684 (P08)
- Rieke, G. H.; Blaylock, M.; Decin, L.; Engelbracht, C.; Ogle, P.; Avrett, E.; Carpenter, J.; Cutri, R. M.; Armus, L.; Gordon, K.; Gray, R. O.; Hinz, J.; Su, K.; Willmer, Christopher N. A., 2008, Absolute Physical Calibration in the Infrared, *The Astronomical Journal*, Volume 135, Issue 6, pp. 2245-2263 (2008).
- Straižys, V.; Lazauskaitė, Romualda, 2009, Intrinsic Color Indices and Luminosity Sequences of Stars in the 2MASS Two-Color Diagram, *Baltic Astronomy*, Vol. 18, p. 19-31 (SL09)
- Bazot, M.; Ireland, M. J.; Huber, D.; Bedding, T. R.; Broomhall, A.-M.; Campante, T. L.; Carfantan, H.; Chaplin, W. J.; Elsworth, Y.; Meléndez, J.; Petit, P.; Théado, S.; van Grootel, V.; Arentoft, T.; Asplund, M.; Castro, M.; Christensen-Dalsgaard, J.; Do Nascimento, J. D.; Dintrans, B.; Dumusque, X.; Kjeldsen, H.; McAlister, H. A.; Metcalfe, T. S.; Monteiro, M. J. P. F. G.; Santos, N. C.; Sousa, S.; Sturmann, J.; Sturmann, L.; Ten Brummelaar, T. A.; Turner, N.; Vauclair, S., 2011, The radius and mass of the close solar twin 18 Scorpii derived from asteroseismology and interferometry, *Astronomy and Astrophysics*, Volume 526, id.L4
- Casagrande, L.; Ramírez, I.; Meléndez, J.; Bessell, M.; Asplund, M., 2010, An absolutely calibrated Teff scale from the infrared flux method. Dwarfs and subgiants, *Astronomy and Astrophysics*, Volume 512, id.A54 (C10)
- Meléndez, J.; Schuster, W. J.; Silva, J. S.; Ramírez, I.; Casagrande, L.; Coelho, P., 2010, uvby- β photometry of solar twins . The solar colors, model atmospheres, and the Teff and metallicity scales, *Astronomy and Astrophysics*, Volume 522, id.A98
- Önehag, A.; Korn, A.; Gustafsson, B.; Stempels, E.; Vandenberg, D. A., 2011, M67-1194, an unusually Sun-like solar twin in M67, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 528, id.A85 (Ö10)
- Zhao, Zhengshi; Chen, Yuqin; Zhao, Jingkun; Zhao, Gang, 2011, Spectral analysis of two solar twins and the colors of the Sun, *Science China Physics, Mechanics and Astronomy*, Volume 53, Issue 3, pp.579-585 (Z10)
- Tanrıver, M., 2012, BG Vul : Güneş Benzeri Çift Yıldızın Fotometrik Çözümü, XVIII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya

