

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



YILDIZ SED MODELLERİ İÇİN MODEL ATMOSFER VERİ TABANININ
OLUŞTURULMASI

Yasin YALÇIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAY BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAYIS 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



YILDIZ SED MODELLERİ İÇİN MODEL ATMOSFER VERİ TABANININ
OLUŞTURULMASI

Yasin YALÇIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAY BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAYIS 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YILDIZ SED MODELLERİ İÇİN MODEL ATMOSFER VERİ TABANININ
OLUŞTURULMASI

Yasin YALÇIN

UZAY BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından
122R053 nolu proje ile desteklenmiştir.

MAYIS 2024

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YILDIZ SED MODELLERİ İÇİN MODEL ATMOSFER VERİ TABANININ
OLUŞTURULMASI

Yasin YALÇIN

UZAY BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 21/05/2024 tarihinde jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Volkan BAKIŞ (Danışman)

Prof. Dr. Timur ŞAHİN

Prof. Dr. Selçuk BİLİR

ÖZET

YILDIZ SED MODELLERİ İÇİN MODEL ATMOSFER VERİ TABANININ OLUŞTURULMASI

Yasin YALÇIN

Yüksek Lisans Tezi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Volkan BAKIŞ

Mayıs 2024; 48 sayfa

Bu tez çalışması kapsamında yıldızların tayfsal enerji dağılımları için model atmosferler kullanılarak sentetik tayf kütüphanesi oluşturulmuştur. Sentetik tayflar yıldızların enerji dağılımlarını geniş dalgaboyu aralığında ($900 - 30000 \text{ \AA}$) modellemek amacıyla onların atmosfer parametreleri olan etkin sıcaklık ($4000 - 15000 \text{ K}$), yüzey çekim ivmesi ($3.0 - 5.0 \text{ cgs}$), metal bolluğu ($-2.0 - +1.0 \text{ dex}$) ve mikro-çalkantı hızı ($0, 1, 2 \text{ km s}^{-1}$) kullanarak elde edilmiştir.

Oluşturulan sentetik tayf kütüphanesindeki tayflar kullanılarak yıldızların tayfsal enerji dağılımlarını χ^2 azaltma mantığı ile temsil eden en iyi modelleri bulmak amacıyla bir bilgisayar kodu geliştirilmiştir. Bu kod sayesinde yıldızların sadece atmosfer parametreleri değil, yıldız ile yer arasındaki yıldızlararası ortamın soğurmasına ilişkin bilgiye ve kabaca yarıçap bilgisine ulaşılmıştır.

Örnek bir bölge olarak Aur-OB2 oymağı seçilmiş olup öncelikle oymak üyeleri belirlenmiştir. Üyelerin atmosfer parametreleri literatürden elde edilip sömükleştirme miktarı ve kabaca yarıçap bilgisi geliştirilen kod sayesinde elde edilmiştir. Literatürden elde edilen parlaklıklar ve atmosfer parametreleri ile sömükleştirme miktarı kullanılarak yarıçap hesaplanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Atmosfer parametreleri, Aur-OB2, Model atmosfer, Oymaklar, Sentetik tayf, Sömükleştirme miktarı

JÜRİ: Prof. Dr. Volkan Bakış

Prof. Dr. Timur ŞAHİN

Prof. Dr. Selçuk BİLİR

ABSTRACT

CREATION OF A MODEL ATMOSPHERE DATABASE FOR STAR SED MODELS

Yasin YALÇIN

MSc Thesis in SPACE SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Supervisor: Prof. Dr. Volkan BAKIŞ

Mayıs 2024; 48 pages

Within the scope of this thesis, a library of synthetic spectrum has been created using model atmospheres for the spectral energy distributions (SED) of stars. Synthetic spectrums have been obtained to model the stellar energy distributions over a wide wavelength range (900 – 30000 Å) using their atmospheric parameters such as effective temperature (4000 – 15000 K), surface gravitational acceleration (3.0 – 5.0 *cgs*), metal abundance (-2.0 – +1.0 *dex*) and micro-turbulence velocity (0, 1, 2 *km s⁻¹*).

Using the spectrums in the synthetic spectrum library, a computer code was developed to find the best models representing the stellar spectral energy distributions with χ^2 . With the help of this code, not only the atmospheric parameters of the stars, but also information about the absorption of the interstellar medium between the star and the ground and a rough radius are obtained.

The Association of Aur-OB2 was chosen as a sample region and the members of the association were first identified. The atmospheric parameters of the members were obtained from the literature, extinction and rough radius information were obtained by the developed code. The radius was calculated using the brightnesses obtained from the literature, atmospheric parameters and the extinction.

KEYWORDS: Associations, Atmospheric parameters, Aur-OB2, Extinction, Model atmosphere, Synthetic spectrum.

COMMITTEE: Prof. Dr. Volkan BAKIŞ

Prof. Dr. Timur ŞAHİN

Prof. Dr. Selçuk BİLİR

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını asla esirgemeyen, yaptığı çalışmalar ve bana olan katkılarıyla daima yol gösteren, eğitim hayatımın yanı sıra sosyal hayatımda da idol olarak gördüğüm sayın danışmanım Prof. Dr. Volkan BAKIŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Yaptığı çalışmalarla bizlere ilham veren Prof. Dr. Zeki EKER'e, ayrıca bu tez çalışmasının desteklendiği 122R053 numaralı TÜBİTAK projesi ekibinde yer alan tüm çalışma arkadaşlarıma, bu tez çalışması sonucunda değerli vakitlerini ayırıp jüride bulunan Prof. Dr. Timur ŞAHİN ve Prof. Dr. Selçuk BİLİR'e ve bana olan yardımlarıyla Dr. Efecan TUNÇ ve Gökhan YÜCEL'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi daima yanımda olan, bana olan inançlarını asla yitirmeyen, canımdan çok sevdiğim annem Gülay YALÇIN'a ve kardeşim Ersin YALÇIN'a ve bu günleri görememiş olmasına rağmen bana olan inancıyla gururlu bakışları bir an olsun aklımdan çıkmayan, her daim yanımda olduğunu hissettiğim canım babam İrfan YALÇIN'a teşekkür ederim.

Her zorluğa birlikte göğüs gererek benden yardımını asla esirgemeyen, bana olan inancını ilk günden bu zamanlara kadar daima hissettiren, düştüğüm her anda elimden tutup beni kaldıran, motive eden ve güçlendiren sevgilim Hilal BELİĞ'e sonsuz teşekkürlerimi iletmek isterim. Sizlere minnettarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
3. MATERYAL VE METOT	6
3.1. Sentetik Tayf Kütüphanesi	6
3.2. SED Analizi	9
3.2.1. Sentetik yöntem	9
3.2.2. Optimizasyon yöntemi	12
3.3. Aur-OB2 Oymağı	14
3.3.1. Oymağın bulunduğu bölgenin belirlenmesi	14
3.3.2. Oymak üyelerinin ve atmosfer parametrelerinin belirlenmesi	16
3.3.3. Oymak üyelerinin SED analizi	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
5. SONUÇLAR	38
6. KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “YILDIZ SED MODELLERİ İÇİN MODEL ATMOSFER VERİ TABANININ OLUŞTURULMASI” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

...../...../20.....

Yasin YALÇIN

İmza



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler:

\AA	: Angstrom
BC	: Bolometrik Düzeltme
<i>cgs</i>	: Cgs
(d, m, s)	: (derece, dakika, saniye)
<i>dex</i>	: Dex
<i>erg</i>	: Erg
T_{eff}	: Etkin sıcaklık
<i>Ghz</i>	: Gigahertz
R_{\odot}	: Güneş yarıçapı
<i>Jy</i>	: Jansky
A_v	: Johnson V bandında sömükleştirme miktarı
χ^2	: Kikare
<i>km</i>	: Kilometre
$[M/H]$: Metal bolluğu
V_t	: Mikro-çalkantı hızı
μm	: Mikrometre
<i>mas</i>	: Mili yay saniyesi
π	: Paralaks
<i>pc</i>	: Parsek
(h, m, s)	: (saat, dakika, saniye)
<i>s</i>	: Saniye
$E(B-V)$: Sönümleme miktarı
<i>sr</i>	: Steradyan
SED	: Tayfsal enerji dağılımı
R	: Yarıçap
NLTE	: Yerel olmayan termodinamik denge
LTE	: Yerel termodinamik denge
$\log(g)$: Yüzey çekim ivmesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1	" $ABCD$ " ve " $KLMN$ " noktaları arasında kalan bölge Aur-OB2 oymağının bulunduğu bölgeyi göstermektedir. Oymağın merkezi " O " ile sınırları ise " $(\pm\delta, \pm\alpha, \pm\pi)$ " ile gösterilmiştir.	14
Şekil 3.2	Elde edilen sınırlara göre Aur-OB2 oymağının bulunduğu bölge. .	15
Şekil 3.3	22932 adet sistemin (μ_α, μ_δ) düzlemindeki konumu.	16
Şekil 3.4	Soldaki görselde Aur-OB2 oymağının koordinat sınırları içerisinde bulunan 22932 adet sisteme ait $(G - G_{BP}) - (G_{BP} - G_{RP})$ grafiği verilmiştir. Sağdaki görselde ise 22932 adet sisteme ait verilerin üzerinden 3.8 denklemindeki fonksiyonun geçirildiği grafik gösterilmiştir.	17
Şekil 3.5	Soldaki görselde μ_α değerlerinin histogram grafiği verilmiştir. Sağdaki görselde ise μ_α değerlerinin üzerinden Gauss fonksiyonu geçirilmiştir.	17
Şekil 3.6	Soldaki görselde μ_δ değerlerinin histogram grafiği verilmiştir. Sağdaki görselde ise μ_δ değerlerinin üzerinde gauss fonksiyonu geçirilmiştir.	18
Şekil 3.7	Soldaki görselde, Gaia EDR3'te bulunan atmosfer parametrelerine göre seçilen 83 adet yıldızdan seçilen ve atılanlara ait renk-renk diyagramı. Sağdaki görselde ise, seçilen 78 adet sisteme ait renk-renk diyagramı gösterilmiştir.	19
Şekil 3.8	22932 adet sistem içerisinde seçilmiş olan 21 adet sistemin $\mu_\alpha - \mu_\delta$ düzlemindeki konumu gösterilmiştir.	19
Şekil 3.9	$E(B-V) = 0$ ve $R = 1$ olarak başlangıç değerleri alınan, SED verileri, sönmüş ve sönmemiş Planck fonksiyonu ile sentetik tayfın yer aldığı grafik.	20
Şekil 3.10	Sentetik yöntem kullanılarak elde edilen $E(B-V)$ ve R değerlerine göre oluşturulan grafik.	21
Şekil 3.11	$O - C$ grafiği.	22
Şekil 3.12	Optimizasyon yöntemi ve en küçük χ^2 değeri kistas alınarak oluşturulan grafik.	23

Şekil 3.13	Optimizasyon yöntemi ile elde edilen parametre değerlerine karşılık χ^2 hesabından elde edilen değerlere göre oluşan grafik. T_{eff} , $\log(g)$, $[M/H]$ ve V_t değerleri sabit bırakıldığı için χ^2 hesabından elde edilen değerler tek bir noktada toplanırken R ve $E(B-V)$ değerleri için χ^2 hesabından elde edilen değerler grafikteki gibi sonuçlanmıştır.	24
Şekil 3.14	Optimizasyon yöntemi ile elde edilen $O - C$ grafiği.	25
Şekil 3.15	Çizelge 3.5'te bulunan bağıntı kullanılarak elde edilen etkin sıcaklık değerleri ile SED analizi için sentetik yöntem ve en küçük χ^2 değeri kıstas alınarak oluşturulan grafik.	29
Şekil 3.16	Sentetik yöntem ile hesaplanan parametre değerleri, optimizasyon yönteminde kullanılarak elde edilen en küçük χ^2 değerine göre oluşan grafik.	30
Şekil 4.17	İki farklı yöntemle elde edilen ısıtma değerlerinin karşılaştırılması.	37
Şekil 4.18	SED analizi sonucunda elde edilen yarıçap değerleri ile ısıtma kullanılarak elde edilen yarıçap arasındaki ilişki.	37
Şekil 5.19	Gaia DR3 182479657030500608, Gaia DR3 182637338169389056 ve Gaia DR3 180917770702391168 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.	40
Şekil 5.20	Gaia DR3 182468700573623680, Gaia DR3 182477870324325632 ve Gaia DR3 180964770528058112 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.	41
Şekil 5.21	Gaia DR3 182706573041332608, Gaia DR3 182473510936934144 ve Gaia DR3 182485365046753408 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.	42
Şekil 5.22	Gaia DR3 182693928657655680, Gaia DR3 182493297846396416 ve Gaia DR3 181174472307076736 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.	43
Şekil 5.23	Gaia DR3 182636513535671552, Gaia DR3 184224070884642560 ve Gaia DR3 181174021333388928 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.	44

- Şekil 5.24** Gaia DR3 182638094083721472, Gaia DR3 183358927034410112 ve Gaia DR3 182439731014291840 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler. . . . 45
- Şekil 5.25** Gaia DR3 182660840230419968, Gaia DR3 3449049164657828864 ve Gaia DR3 183017906632862848 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler. . . . 46



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Model atmosfer üretmek için gerekli olan atmosfer parametreleri değerleri.	6
Çizelge 3.2	Sentetik tayf elde etmeyi sağlayan script için oluşturulan dosyanın içeriği.	8
Çizelge 3.3	Yıldıza ait parametrelerin girilebilmesi için oluşturulan dosyanın içeriği.	10
Çizelge 3.4	Yıldıza ait parametrelere verilen aralıklar ve adım aralıkları. . .	13
Çizelge 3.5	G_{BP} ve G_{RP} parlaklıkları ile T_{eff} arasındaki ilişki.	25
Çizelge 3.6	Aur-OB2 oymağı üyelerinin B , V ve $TESS$ parlaklık değerleri ve hataları.	26
Çizelge 3.7	Aur-OB2 oymağı üyelerinin G , G_{BP} ve G_{RP} parlaklık değerleri ve hataları.	27
Çizelge 3.8	Aur-OB2 oymağı üyelerinin optimizasyon yöntemi sonucunda elde edilen G , G_{BP} ve G_{RP} parlaklıkları için sönmükleştirme miktarları.	28
Çizelge 4.9	Filtrelere göre BC_{λ} 'nin elde edildiği fonksiyonda kullanılan katsayılar.	31
Çizelge 4.10	Aur-OB2 oymağı üyelerinin B , V ve $TESS$ filtrelerine göre hataları ile birlikte mutlak parlaklık değerleri.	32
Çizelge 4.11	Aur-OB2 oymağı üyelerinin G , G_{BP} ve G_{RP} filtrelerine göre hataları ile birlikte mutlak parlaklık değerleri.	33
Çizelge 4.12	Aur-OB2 oymağı üyelerinin B , V ve $TESS$ filtrelerine göre hataları ile birlikte bolometrik parlaklık değerleri.	34
Çizelge 4.13	Aur-OB2 oymağı üyelerinin G , G_{BP} ve G_{RP} filtrelerine göre hataları ile birlikte bolometrik parlaklık değerleri.	35
Çizelge 4.14	Aur-OB2 oymağı üyelerinin hataları ile birlikte $\log(L_1)$, $\log(L_2)$ ve $M_{bol(ort)}$ değerleri.	36
Çizelge 5.15	Aur-OB2 oymağı üyelerinin kullanılan parametre değerleri. . . .	38
Çizelge 5.16	SED analizi ile elde edilen astrofiziksel parametreler ve değerleri.	39

1. GİRİŞ

Mevcut literatürde, yıldızların tayfsal enerji dağılımları (SED) için belirli aralıklarla hesaplanmış model atmosferler bulunmaktadır. Bu model atmosferler, yıldızların yüzeyindeki ve atmosferlerindeki fiziksel süreçleri ve koşulları temsil eden teorik yapılandırmaları ifade etmektedir. Örneğin, Sbordone ve arkadaşlarının 2004 yılında gerçekleştirdiği çalışma, bu tür model atmosferlerin önemli bir örneğini teşkil etmektedir. Bu atmosfer modelleri, çeşitli dalgaboyu aralıklarında ve çözünürlük seviyelerinde sentetik tayfların üretilmesine olanak tanımaktadır. Sentetik tayflar, gözlemsel verilerle karşılaştırılarak yıldızların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin daha doğru bir şekilde belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Ancak, mevcut model atmosferlerin kapsamı sınırlıdır ve geniş bir atmosfer parametre aralığını kapsamazlar. Bu durum, özellikle incelenen yıldızla ait spesifik parametre seti için uygun model atmosferlerin mevcut olmaması sorununu doğurmaktadır. Her bir yıldızın kendine özgü parametreleri dikkate alınarak, ayrı ayrı model atmosferlerin üretilmesi gerekmektedir. Bu süreç sadece zaman alıcı olmakla kalmaz, aynı zamanda bu tayfları kullanarak daha kapsamlı çalışmalar yapmak üzere geliştirilen bilgisayar kodlarının etkin kullanımını da zorlaştırmaktadır. Özellikle çok sayıda yıldızın yer atmosferi dışında gözlenen akıllarını modellemek amacıyla yapılan modellemeler, oldukça zaman alıcı ve karmaşık olabilmektedir. Bu zorluklar, araştırmaların verimliliğini düşürmekte ve yıldızların detaylı bir şekilde incelenmesini engelleyebilmektedir.

Mevcut model atmosferlerin sınırlamaları göz önüne alındığı takdirde yıldızların enerji dağılımlarını daha geniş bir dalgaboyu aralığında modelleyebilmek büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda, planlanan bu tez çalışmasının temel amaçlarından biri, yıldızların enerji dağılımlarını 900 – 30000 Å dalgaboyu aralığında modellemek amacıyla kapsamlı bir sentetik tayf kütüphanesi oluşturmaktır. Bu kütüphane oluşturulurken yıldızların temel atmosfer parametreleri olan etkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi, metal bolluğu, mikroçalkantı hızı ve dönme hızı gibi parametreler dikkate alınarak elde edilmektedir. Orta çözünürlüklü olan bu sentetik tayf kütüphanesi, çeşitli yıldız tiplerine ait tayfları kapsamakta ve farklı yıldızların daha verimli ve etkili bir şekilde analiz edilmelerine olanak tanımaktadır.

Bu tez çalışmasının önemli bir katkısı, geniş bir dalgaboyu aralığında yıldızların enerji dağılımlarını modelleyebilme yeteneğini içermektedir. Bu, gözlemsel verilerin daha doğru bir şekilde yorumlanmalarına ve yıldızların fiziksel özelliklerinin daha hassas bir şekilde belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle, farklı yıldız tipleri için uygun model atmosferlerin mevcut olmaması gibi sınırlamaların üstesinden gelmek için kapsamlı bir sentetik tayf kütüphanesi oluşturmak, gelecekte yapılacak olan çalışmalarda büyük bir referans kaynağı olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu tez çalışması, yıldızların enerji dağılımlarını modellemek için kullanılan kapsamlı ve kullanışlı bir kaynak oluşturması amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın bir diğer önemli amacı ise; oluşturulan sentetik tayf kütüphanesindeki tayflar kullanılarak, yıldız tayflarını en iyi şekilde temsil eden modelleri belirlemektir. Bunun sağlanabilmesi için, χ^2 azaltma mantığı yöntemi kullanılmaktadır ve sadece yıldızların atmosfer parametrelerini değil, aynı zamanda yıldız ile yer arasındaki yıldızlararası ortamın soğurmasına ilişkin bilgileri de elde etmeyi amaçlamaktadır.

Yıldızların yüzey akıları, yer atmosferine ulaşmadan önce, yıldızlararası ortamın sö-nükleştirme etkisine maruz kalmaktadır. Bu sö-nükleştirme miktarı, çeşitli yöntemlerle belirlenebilmektedir. Günümüzde, yıldızlararası sö-nükleştirme miktarını belirlemek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri, sıcak yıldızlar için geliştirilmiş olan Q-yöntemidir (Johnson ve Morgan, 1953). Bir diğer yaygın yöntem, galaktik kızılötesi sö-nümleme haritalarının kullanımınıdır (Schlegel, Douglas ve Marc, 1998). Ayrıca, renk-renk diyagramlarının kullanımı da sıkça başvurulan yöntemler arasında yer almaktadır. Bu yöntemler, yıldızlararası sö-nükleştirme miktarının belirlenmesinde önemli araçlar sunmaktadır, ancak her biri belirli kısıtlamalar ve belirsizlikler içermektedir.

Yakın dönemde, Bakış ve Eker (2022), yıldızların enerji dağılımlarını modelleyerek yıldızlararası ortamın neden olduğu sö-nükleştirme miktarını belirlemenin mümkün olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada, ayırık örten çift yıldızların analizini yaparak, yıldızların enerji dağılımlarını Planck fonksiyonu ile modellemiş ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Bu yaklaşım, yıldızlararası ortamın neden olduğu sö-nükleştirme miktarının daha doğru bir şekilde belirlenmesine katkı sağlamıştır. Bu tez çalışmasında ise; Planck fonksiyonu yerine sentetik tayflar kullanarak modelleme yapan bir bilgisayar kodu geliştirilmiştir. Bu yeni yaklaşım, daha yüksek doğruluk ve çözünürlükle yıldızlararası orta-

mın neden olduğu sönükleştirme miktarının belirlenmesine olanak tanıyacağı düşünülerek oluşturulmuştur.

Tez çalışmasının hedeflerinden biri, geliştirilen bu bilgisayar kodunu ve model atmosferler ile oluşturulan sentetik tayf kütüphanesini kullanarak, seçilen bir yıldız oluşum bölgesindeki yıldızların yarıçaplarını ve yıldızlararası ortamdan kaynaklanan sönükleştirme miktarını belirlemektir. Bu hedef, yıldızların fiziksel parametrelerinin daha hassas ve doğru bir şekilde ölçülmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Yıldızların yarıçaplarının belirlenmesi, onların evrimsel durumları ve fiziksel özellikleri hakkında kritik bilgiler sunmaktadır. Bu bağlamda geliştirilen bilgisayar kodu, χ^2 azaltma mantığı yöntemi ile çalışmakta ve oluşturulan kütüphanedeki sentetik tayfları kullanarak gözlemlerle en iyi uyumu sağlayan modelleri seçmektedir. Bu modeller, yıldızların atmosfer parametreleri hakkında detaylı bilgi sunmanın yanı sıra, yıldızlararası ortamın neden olduğu sönükleştirme etkisini de dikkate alarak, daha bütüncül bir analiz sağlamaktadır. Böylece, yıldızlararası ortamın neden olduğu sönükleştirme etkisinin, yıldızların tayfsal analizlerine olan etkisi hakkında daha doğru bir şekilde değerlendirilebilmesine olanak sağlaması düşünülmektedir.

Özetle, bu tez çalışması kapsamında, yıldızların enerji dağılımlarını daha geniş bir dalgaboyu aralığında ve daha yüksek doğrulukta modelleyebilmek amacıyla kapsamlı bir sentetik tayf kütüphanesi ve bilgisayar kodunun geliştirilmesi hedeflenmiştir. Oluşturulan bu kaynakların kullanılabilmesi açısından, örnek bir bölge olarak seçilen Aur-OB2 oymağı bölgesinde bulunan yıldızlar üzerinde kullanılarak gerçekleştirilen bu süreç materyal ve metot kısmında anlatılmıştır. Elde edilen değerlerin doğruluğu hakkında olan karşılaştırmalar bulgular ve tartışmalar kısmında ele alınmıştır. Geliştirilen bilgisayar kodu ile elde edilen son değerlere ise sonuçlar kısmında yer verilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Kurucz (1994) yıldızların atmosfer modellerini yerel termodinamik denge (LTE) varsayımı altında modelleyerek oluşturduğu LTE model atmosfer kütüphanesini bilim insanlarının kullanımına açmıştır. Daha sonra Sbordone ve ark. (2004) bu modeller için yeni opasite dağılım fonksiyonları (ODF) oluşturarak yine LTE varsayımı altında yeni modeller oluşturmuşlardır. Hem Kurucz (1994) hem de Sbordone ve ark. (2004) oluşturdukları model atmosfer kütüphanelerini kullanarak sentetik tayf üretilmesine olanak sağlayan Linux tabanlı bilgisayarlar için gerekli kodları ilgili web sayfalarında temin etmektedirler. ATLAS ve SYNTHES kodları sırasıyla model atmosfer ve sentetik tayf üretimi için kullanılan kodlardır.

Hubeny ve Lanz (1995) ise yerel olmayan termodinamik denge varsayımı altında modeller hesaplayarak sıcak yıldızlar için daha gerçekçi analizlerin yapılmasına olanak sağlamışlardır. Kaba aralıklar için üretilen NLTE modeller (Hubeny ve Lanz, 2003), LTE modeller için geliştirilen kodlara benzer bir takım bilgisayar kodları kullanılarak istenilen atmosfer parametre seti için de üretilebilmektedir. TLUSTY ve SYNSPEC, Hubeny (1988) tarafından NLTE model atmosfer üretmek için oluşturulmuş bilgisayar kodlarıdır ve kullanımı halka açıktır.

Literatürde LTE atmosfer modelleri belirli parametre aralığında mevcuttur. Bu modeller kabaca belirlenmiş parametre aralığındadır. Kurucz (1994)'un LTE model atmosferleri $-0.5 < [M/H] < +0.1 dex$ aralığında $0.05 dex$ adım aralıkları ile her bir metal bolluğuna karşılık $V_t = 0, 1, 2, 4, 8 km s^{-1}$ mikro-çalkantı hızı değerleri için hesaplanmış olup düşük sıcaklıklar için $250 K$, büyük sıcaklıklarda $1000 K$ adım aralıkları ile hesaplanan ve yüzey çekim ivmesi $0.0 < \log(g) < 5.0 cgs$ aralığında olan atmosfer modelleri mevcuttur. Bu modeller kullanılarak sentetik tayf üretilebilmektedir. Bu tez çalışmasında model veri tabanı daha da genişletilmiştir. Sıcaklık adım aralığı $100 K$, yüzey çekim ivmesi adım aralığı $0.1 cgs$, metal bolluğu adım aralığı $0.1 dex$ şeklinde iyileştirilmiştir. Böylesi bir model aralığının seçilme nedeni bugün yıldızların parametrelerini belirlemedeki hassasiyetin artmasıdır. Ayrıca, bu tür bir model atmosfer kütüphanesi daha hızlı sentetik tayf oluşturma ve gözlemlerle modelin karşılaştırılmasına olanak sağlayarak planlanan çalışmalarda daha hızlı sonuca ulaşılmasına olanak sağlayacaktır.

Tez çalışmasının bir diğer özgün yanı bu çalışmada elde edilmiş olan yıldız enerji dağılımlarının, oluşturulan bu sentetik tayflar ile modellenmesidir. Eker ve ark. (2018) çift çizgili ayrık örten çift yıldız kataloğunu yayımlamıştır. Bu katalogta anakolda bulunan 509 adet çift çizgili ayrık örten çift yıldız bileşeninin astrofiziksel parametreleri (kütle, yarıçap, sıcaklık vb.) yer almaktadır. Eker ve ark. (2018) çalışmasında 509 adet çift çizgili ayrık örten çift yıldız bileşeni kullanılarak kütle-ışıtma, kütle-yarıçap, kütle-sıcaklık gibi ilişkiler anakol yıldızları için belirlenmiştir. Eker ve ark. (2020) çalışmasında ise 290 adet çift çizgili ayrık örten çift yıldız çalışılarak Johnson V-bandı için $BC-T_{eff}$ ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Bununla birlikte, Eker ve ark. (2020) tarafından yayınlanan katalogdaki sistemlerin güneş ile aralarındaki yıldızlararası ortama ilişkin sönükleştirme bilgisine ($E(B-V)$, A_v) de yer verilmiştir. Literatürden elde edilen bu sönükleştirme bilgisi farklı kaynaklardan farklı yöntemler kullanılarak elde edilmiştir. Farklı bantlar (Johnson B,V, Gaia G, Bp ve Rp) için $BC-T_{eff}$ ilişkisini araştıran Bakış ve Eker (2022), Eker ve ark. (2020) katalogundaki yıldızların enerji dağılımlarını modelleyerek yıldızlararası sönükleştirmeye ilişkin daha güvenilir değerler elde etmiştir. Ancak Bakış ve Eker (2022) yıldız enerji dağılımı modelinde basitleştirilmiş SED modeli kullanmıştır. Bu model yıldızların enerji dağılımlarının Planck fonksiyonu ile temsil edilebileceği gerçeğine dayanmaktadır. Ancak her ne kadar Planck fonksiyonu yıldızların enerji dağılımını temsil etse de yıldızların enerji dağılımları bazı dalgaboyu aralıklarında yer yer Planck fonksiyonundan farklılıklar göstermektedir. Buna örnek olarak 3646 Å dalgaboyundaki Balmer veya 912 Å dalgaboyundaki Lyman süreksizlikleri gösterilebilir. Her ne kadar 912 Å Lyman süreksizliği yer atmosferi altında gözlenemese de atmosfer dışındaki uydu gözlemleri ile bu dalgaboyunda yıldız akıları gözlenebilmektedir. Bu sebeple yıldızların enerji dağılımlarını ilk aşamada LTE modelleri ile modelleyip yıldızlararası ortama ait sönükleştirme bilgisini ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu bilginin Bakış ve Eker (2022) tarafından belirlenen yıldızlararası sönükleştirme bilgisinden farklı olması, farklılığın karakteristiğinin ortaya konması literature bir yenilik getirecek olması çalışmanın özgün yanını kuvvetlendirmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Sentetik Tayf Kütüphanesi

Sentetik tayf, model atmosfer kullanılarak üretildiği için öncelikle model atmosferlerin hesaplanması amaçlanmıştır. Model atmosferler de bir referans atlas modeline yakınsama (converge) yapılarak elde edildiği için bu çalışmada ilk olarak referans atlas modelleri oluşturulmuştur. Bu işlem bir shell (*.csh) scripti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İçerisinde bulunan atmosfer parametrelerinin kullanıldığı satırlar, Çizelge 3.1'deki değerlere yakınsak olması amacıyla ortalama değerler alınarak değiştirilmiştir. Sonucunda 54 adet referans atlas modeli oluşturulmuştur.

Çizelge 3.1. Model atmosfer üretmek için gerekli olan atmosfer parametreleri değerleri.

Atmosfer parametreleri	Değer aralıkları
Etkin sıcaklık (T_{eff})	4000 – 15000 K aralığında, 100 K adım aralıkları ile
Yüzey çekim ivmesi ($\log(g)$)	3.0 – 5.0 cgs aralığında, 0.1 cgs adım aralıkları ile
Metal bolluğu ($[M/H]$)	-2.0 – +1.0 dex aralığında 0.1 dex adım aralıkları ile
Mikro-çalkantı hızı (V_t)	0, 1, 2 $km s^{-1}$

Model atmosferleri ve sentetik tayfları tek tek üretmek zahmetli ve zaman alıcı olacağı için bir python kodu geliştirilmiştir. Bu kod Çizelge 3.1'de verilen atmosfer parametreleri değerleri aralığında, uygun olan referans atlas modelleri ile birlikte, önce model atmosferi daha sonra da sentetik tayfi üretmeyi sağlamıştır. Bu işlemleri gerçekleştirebilmek için öncelikle atmosfer parametreleri aralığında kod içerisinde bir döngü oluşturulmuştur. Bu döngü sayesinde istenilen parametre aralığında değişiklik yaparak sentetik tayfin ve model atmosferin üretilmesi amaçlanmıştır. Model atmosfer üretmek için kullanılması gereken .csh scriptinde atmosfer parametreleri ve o parametrelere uygun olan referans atlas modelinin bulunduğu satırlar değiştirilerek model atmosfer elde edilmiştir. Elde edilen model atmosferler sonrasında kolay aranıp bulunabilmesi ve hangi atmosfer parametre değerlerine sahip olduğunun kolayca anlaşılabilmesi açısından aşağıdaki gibi isimlendirilmiştir ve örnek olarak "t4000g300m20k0.mod" adında model atmosfer dosyası şu şekilde isimlendirilmiştir:

- "t4000", burada "t" etkin sıcaklık anlamına gelmektedir ve sonrasındaki "4000" ifadesi etkin sıcaklık değerinin 4000 K olduğunu ifade eder.
- "g300", burada "g" yüzey çekim ivmesini ifade eder ve sonrasındaki "300" ifadesi yüzey çekim ivmesinin logaritmasınının 3.00 cgs olduğunu anlamına gelmektedir.
- "m20", burada "m" yıldızın metal bolluğunun 0'dan küçük yani negatif bir değer olduğunu ifade eder. Eğer ki metal bolluğu 0 veya daha büyükse yani pozitif bir sayı ise "m" yerine "p" harfi kullanılmıştır. Ardından gelen "20" ifadesi metal bolluğunun 10 ile çarpılmış halidir. Yani "m20" ifadesi metal bolluğu değerinin -2.0 dex olduğunu ifade eder. Eğer metal bolluğu -1.0 - +1.0 dex aralığında ise bu değer 10 ile çarpıldıktan sonra başına 0 eklenerek yazılmıştır. Örneğin; pozitif ve verilen aralıkta bir metal bolluğu değeri olan 0.1 dex ifadesi ele alınırsa bu kısımda "m20" yerine "p01" yazılır.
- "k0", burada "k" mikro-çalkantı hızı anlamına gelmektedir ve sonrasındaki "0" ifadesi mikro-çalkantı hızınının 0 $km s^{-1}$ olduğunu ifade etmektedir.
- ".mod", oluşturulan model atmosferin dosya uzantısını ifade etmektedir.

Model atmosferler üretilirken, referans atlas modeline düzgün bir şekilde yakınsama yapıldığını kontrol etmek amacıyla bir .txt dosyası oluşturulmuştur. Eğer model atmosfer, referans atlas modeline düzgün bir şekilde yakınsama yapılarak elde edilmiş ise; bu dosyaya, model atmosferin adı ile birlikte "CONVERGED" yazılmıştır. Aksi takdirde model atmosferin adı ile birlikte "non-CONVERGED" yazılarak dosyaya eklenmiştir. Bu sayede yakınsaklığın kontrolü sağlanmıştır. Tüm sentetik tayflar elde edildikten sonra, yakınsama yapılmadan elde edilen model atmosferler oluşturulan bu .txt uzantılı dosyadan bulunmuştur. Sonrasında model atmosfer üretmeyi sağlayan .csh scriptinden faydalanılarak tek tek kontrollü bir şekilde elde edilmiştir.

Bir adet model atmosfer üretildikten sonra sıra sentetik tayf üretmeye gelmiştir. Sentetik tayfta farklı bir .csh scriptinden elde edildiği için geliştirilen python kodu içerisine, bu scriptte yapılması gereken değişikliklerde eklenmiştir. Bu sayede model atmosfer üretildikten hemen sonrasında oluşturulan model atmosfer kullanılarak sentetik tayfin elde

edilmesi sağlanmıştır. Öncelikle sentetik tayf elde etmeyi sağlayan .csh scriptinde kullanılması amacıyla .rsp uzantılı bir dosya oluşturulmuştur. Dosyanın içeriği Çizelge 3.2’de verilmiştir. Dosyanın ilk satırına hangi model atmosfere göre bir sentetik tayf üretilmesi gerekiyor ise o model atmosferin adının yazılması sağlanmıştır. Sonraki iki satır, sentetik tayfin, tüm atomik çizgileri içermesi anlamına geldiği için, tüm sentetik tayflar üretilirken aynı çizgilere sahip olması amacıyla Çizelge 3.2’deki gibi bırakılmıştır. Dördüncü satır sentetik tayfin adının girilmesi için eklenmiştir. Sentetik tayflar model atmosferlerde olduğu gibi isimlendirilmişlerdir. Sadece uzantısı .mod yerine .txt olarak değiştirilmiştir. Bir sonraki satır, model atmosfer hangi mikro-çalkantı hızı değerine sahip ise, o değerin yazılabilmesi amacıyla eklenmiştir. Sonraki satırlar ise; sentetik tayfin, 900-30000 Å dalgaboyu aralığında ve 1 Å aralıklarla üretilmesi amacıyla eklenmiştir ve tüm sentetik tayflar için aynı bırakılmıştır.

Çizelge 3.2. Sentetik tayf elde etmeyi sağlayan script için oluşturulan dosyanın içeriği.

#	Dosya içeriği
1	Model atmosferin adı (Örneğin; "t4000g300m20k0.mod")
2	lukeall2.iso.lst
3	isotope.iso
4	Çıktı dosyasının adı (Örneğin; "t4000g300m20k0.txt")
5	Mikro-çalkantı hızı (Örneğin; 0)
6	Virgül ile ayrılmış bir şekilde dalgaboyu aralığı (900.,30000.)
7	Dalgaboyu adım aralığı (1.)

Geliştirilen python kodunda, sentetik tayf oluşturmak için kullanılan shell scripti ile oluşturulan bu yanıt dosyası birlikte çalıştırılarak sonucunda dönme hızı olmayan bir sentetik tayf elde edilmiştir. Sentetik tayfa, bir başka shell scripti kullanılarak, dönme hızı eklendiği için bu scriptte yapılan değişikliklerde, her bir sentetik tayf için python koduna eklenmiştir. Sonucunda 20 kms^{-1} dönme hızına sahip bir sentetik tayf elde edilmiştir. Tüm sentetik tayflar 20 kms^{-1} dönme hızına göre oluşturulmuştur. Dönme hızı olan ve olmayan sentetik tayfların birbirinden ayrılabilmesi için sentetik tayf dosyasının adının sonuna "_vrot20" eki eklenmiştir. Sonucunda sentetik tayf kütüphanesi oluşturulmuştur.

3.2. SED Analizi

Oluşturulan sentetik tayf kütüphanesindeki tayflar kullanılarak, yıldız tayflarının enerji dağılımlarını (SED) χ^2 azaltma mantığı ile temsil eden en iyi modelleri bulmak amacıyla bir python kodu geliştirilmiştir. Bu kod sayesinde yıldızların atmosfer parametrelerinin yanı sıra, yıldız ile yer arasındaki yıldızlar arası ortamın sönmeme miktarına da ulaşılması sağlanmıştır. Kod içeriğinde kullanım amacına göre sentetik ve optimizasyon yöntemi olmak üzere iki farklı yöntem oluşturulmuştur. Sentetik yöntem; kullanıcının girdiği parametrelere uygun olan sentetik tayf ile yıldızın SED verileri arasında χ^2 hesabı yaparken, optimizasyon yöntemi; girilen parametrelere belirli aralıklar verilerek, bu aralıklar içerisinde olan parametre değerlerine göre elde edilen tüm sentetik tayflar ile SED verileri arasında χ^2 hesabı yapılabilmesi amacıyla kod içerisine eklenmiştir. Gerekli kütüphaneler çağrılıp yöntemlerde kullanılması amaçlanan fonksiyonlar oluşturulduktan sonra ekranda hangi yöntemin seçileceğine dair bir soruyla karşılaşılmaktadır. Sentetik yöntem için "S" ve optimizasyon yöntemi için "O" değerlerinin girilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde program hata vermektedir ve tekrardan çalıştırılması gerekmektedir.

3.2.1. Sentetik yöntem

Sentetik yöntem seçildikten sonrasında, kullanıcının yıldıza ait parametreler girebilmesi adına Çizelge 3.3'teki gibi bir .txt dosyasının açılması sağlanmıştır. İlk satır optimizasyon yönteminde kullanılmaktadır. Diğer satırlara yıldızın adı ve atmosfer parametrelerinin girilmesi gerekmektedir. Girilen değerler doğrultusunda, yıldızın adına göre SIMBAD (<https://simbad.cds.unistra.fr/simbad/>) veri tabanından sağ açıklık, dik açıklık ve paralaks değerleri bir tablo halinde elde edilmektedir. Koordinatlar veya paralaks değeri SIMBAD veri tabanında bulunmadığı durumlar için kullanıcının kendisinin de değerler girebilmesi kod içerisinde sağlanmıştır. Kullanıcının sağ açıklık, deklinasyon ve paralaks değerlerini sırasıyla (h, m, s), (d, m, s) ve mas birimlerinde girmesi gerekmektedir. Paralaksın referansı da SIMBAD'tan elde edilen tabloda yer almaktadır. Güvenilir bir paralaks değerine sahip olduğunun kontrolü amacıyla paralaksın referansı da daha sonrasında kaydedilmiştir. Şayet, paralaks değeri kullanıcı tarafından girilmiş ise referansını da ekleyebileceği satırlar da kod içerisinde yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Yıldıza ait parametrelerin girilebilmesi için oluşturulan dosyanın içeriği.

#	Dosya içeriği
1	Sabit=0, değişken=1 ($E(B-V), R, T_{eff}, \log(g), [M/H], V_t$) (Örn;110000):110000
2	Yıldızın Adı (Örn; Arcturus): "..."
3	Sönümlenme miktarı ($E(B-V)$): "..."
4	Etkin sıcaklık (K) (4000 – 15000 K): "..."
5	Yarıçap (R_\odot): "..."
6	Yüzey çekim ivmesi ($\log(g)$) ($cm s^{-2}$) (3 – 5 $cm s^{-2}$): "..."
7	Metal bolluğu ($[M/H]$) (dex) (-2.0 – +1.0 dex): "..."
8	Mikro-çalkantı hızı (V_t) ($km s^{-1}$) (0,1,2 $km s^{-1}$): "..."

Koordinatlar ve paralaks değerleri elde edildikten sonra bu bilgiler doğrultusunda yıldızın SED verileri Vizier (<http://vizier.cds.unistra.fr/vizier/sed/>) veri tabanından alınmaktadır. Alınan veriler Ghz biriminde frekansa karşılık Jy biriminde akı değerleri olduğu için tüm birimlerin aynı olması amacıyla dönüştürülmesi gerekmektedir. Frekans $3 * 10^5$ ile çarpılarak μm cinsinden dalgaboyuna ve daha sonrasında kullanım amacına göre \AA birimine, akı ise $3 * 10^{-13}$ ile çarpılarak $erg cm^{-2} s^{-1} \text{\AA}$ birimine dönüştürülmesi sağlanmıştır.

$$f_\lambda^* = \pi \frac{R^2}{d^2} B_\lambda(T_{eff}) 10^{-0.4(A_\lambda)} \quad (3.1)$$

$$A_\lambda = R_\lambda * E(B - V) \quad (3.2)$$

$$d = \frac{1000}{\pi} * 206265 * 149600000 \quad (3.3)$$

Yıldızların SED verileri elde edildikten sonra Planck fonksiyonunun oluşturulmasına geçilmiştir. Planck fonksiyonu için yer atmosferi dışında ölçülen monokromatik akının elde edilebilmesi adına 3.1 denklemindeki eşitliğin sağlanması gerekmektedir. Denkleminde $B_\lambda(T_{eff})$ karacisim enerji dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir. Bu fonksiyon *Astropy* kütüphanesi içerisinde bulunan *Blackbody* modülünden faydalanılarak kod içerisinde oluşturulmuştur. Girilen yarıçap değeri R_\odot biriminde olduğu için eşitliğin sağlanabilmesi amacıyla $7 * 10^5$ ile çarpılarak km birimine dönüştürülmüştür. Uzaklık ise 3.3 denklemindeki gibi paralaks değeri kullanılarak km biriminde elde edilmiştir. Bu iş-

lemler sonucunda $E(B-V) = 0$ değeri alınarak sönümlemenin olmadığı 1000-2000000 Å dalgaboyu aralığında Planck fonksiyonu elde edilmiştir. Sönümlenmiş Planck fonksiyonun oluşturulması için 3.2 denklemde bulunan $R_\lambda = 3.1$ alınarak *dust_extinction* kütüphanesi içerisindeki **F99** modülü sayesinde, girilen herhangi bir $E(B-V)$ değerine göre 1000-30000 Å dalgaboyu aralığında sönümlenmiş Planck fonksiyonunun da elde edilmesi sağlanmıştır.

Sönümlenmiş ve sönümlenmemiş Planck fonksiyonları elde edildikten sonra, girilen atmosfer parametrelerine en yakın olan sentetik tayf, sunucuda oluşturulan tayf kütüphanesinden temin edilmektedir. Daha sonrasında elde edilen sentetik tayf dosyası içerisinde bulunan akı değerleri 3.1 denklemdeki karacisim dağılımı fonksiyonunun yerine koyularak yer atmosferi dışında ölçülen monokromatik akı, sentetik tayf için de elde edilmiştir. $E(B-V) = 0$ değeri alınarak sönümlenmemiş sentetik tayf elde edilmektedir. Sentetik tayfa sönümlemenin etkisini eklemek adına **F99** modülü yardımıyla sönümlenmiş sentetik tayfında elde edilebilmesi sağlanmıştır. SED verileri, sönümlenmiş ve sönümlenmemiş Planck fonksiyonları ile sentetik tayflar elde edildikten sonra χ^2 hesabına geçilmektedir. χ^2 hesabı 3.4 denklemdeki gibi yapılmaktadır. Denklemdeki "O" gözlenen değer anlamına gelmektedir ve SED verilerindeki dalgaboyuna karşılık gelen akı değerini ifade etmektedir. "C" hesaplanan değer anlamına gelmektedir ve dalgaboyuna karşılık gelen Planck fonksiyonu ve sentetik tayftaki akı değerlerini ifade etmektedir. "N" ise gözlenen değerdeki toplam veri sayısı anlamına gelmektedir. Girilen $E(B-V)$ değeri değişikçe sentetik tayf ve Planck fonksiyonu sönümlemeye maruz kaldığı için χ^2 hesabından elde edilen değerde değişmektedir. χ^2 hesabı yapılırken aynı zamanda SED verileri ile sentetik tayf verileri arasındaki farkı bir grafik üzerinde görebilmek adına, veriler arasındaki fark elde edilmiştir. Daha sonrasında dalgaboyuna karşılık bu değerler bir $O - C$ grafiği olarak gösterilmiştir.

$$\chi^2 = \frac{\sum (O - C)^2}{N} \quad (3.4)$$

χ^2 hesabı yapıldıktan sonra seçilen bir filtre için kadir cinsinden sönükleştirme miktarı (A_{filtre}) 3.5 denklemdeki gibi Bessel U, B ve V filtreleri, Cousins Ic ve Rc filtreleri, Gaia G, Bp ve Rp filtreleri, Gaia EDR3 G, Bp ve Rp filtreleri ile TESS filtresi için elde edilmektedir.

$$A_{filtre} = 2.5 \log \frac{\int_0^{\infty} S_{\lambda}(filtre) f_{\lambda} d\lambda}{\int_0^{\infty} S_{\lambda}(filtre) f_{\lambda}^* d\lambda} \quad (3.5)$$

Bu kısma kadar tüm hesaplamalar yapılmıştır. Sonrasında ise elde edilen bilgilerin kaydedilmesi ve bir grafik halinde gösterilmesine geçilmektedir. Yıldızın adına göre oluşturulan grafikte SED verileri, sönümlenmiş ve sönümlenmemiş Planck fonksiyonları ile sentetik tayflar yer almaktadır. Bu aşamada önemli olan kısım SED verileri ile sentetik tayf arasında uyum ve χ^2 hesabından elde edilen değerin minimum seviyede olması gerekmektedir. İlk aşamada karşılaşılan grafikte uyum sağlanmıyor ise parametrelerin tekrardan girilebilmesi ve aynı işlemlerin tekrardan yapılabilmesi kod içerisinde sağlanmıştır. Dolayısıyla uyum sağlanana kadar parametrelerin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu işlemler sonucunda uyum sağlandığı takdirde yıldızın adı, $(E(B-V)$, R , T_{eff} , $\log(g)$, $[M/H]$, V_t , sentetik tayf ile SED verileri arasında hesaplanan χ^2 değeri, paralaks, paralaksın referansı ve filtreler için hesaplanan sönükleştirme miktarları değerleri bir excel tablosuna kaydedilmektedir. Grafikler ise .png formatında, bulunulan dizine kaydedilmektedir. Sonuç olarak elde edilen bilgilerin bulunduğu tablo, $O-C$ grafiği ve dalgaboyuna karşılık akının olduğu grafik yıldızın adına göre oluşturulan bir klasör içerisine kaydedilmektedir.

3.2.2. Optimizasyon yöntemi

Bu yöntemde parametreler sentetik yöntemdeki gibi açılan bir dosya içerisine girilmektedir. İlk satırda yer alan kısımda, parametrelerin verildiği sıraya göre; sabit bırakılmak istenen parametre için "0", değişmesi istenen parametre için "1" değerinin girilmesi gerekmektedir. "0" değeri girilen parametreler yöntem boyunca girildiği gibi aynı bırakılmaktadır. "1" değeri girilen parametreler ise Çizelge 3.4'teki gibi aralıklarda ve adım aralıklarında değişmektedir.

Sabit bırakılmak istenen parametreler sabit bırakılıp, değişmesi istenen parametreler Çizelge 3.4'te verilen aralıklarda ve adım aralıklarında değiştirilip elde edildikten sonra; tüm T_{eff} , $\log(g)$, $[M/H]$ ve V_t parametrelerine karşılık gelen sentetik tayflar oluşturulan sentetik tayf kütüphanesinden temin edilmektedir. Sonrasında ise SED verileri sentetik yöntemde olduğu gibi elde edilmektedir.

Çizelge 3.4. Yıldıza ait parametrelere verilen aralıklar ve adım aralıkları.

Parametre	Aralık	Adım aralığı
$E(B-V)$	± 0.05	0.01
R	$\pm \% 10 R$	$\% 1 R$
T_{eff}	$\pm 300 K$	100 K
$\log(g)$	$\pm 0.3 cgs$	0.1 cgs
$[M/H]$	$\pm 0.2 dex$	0.1 dex
V_t	0, 1, 2 $km s^{-1}$	

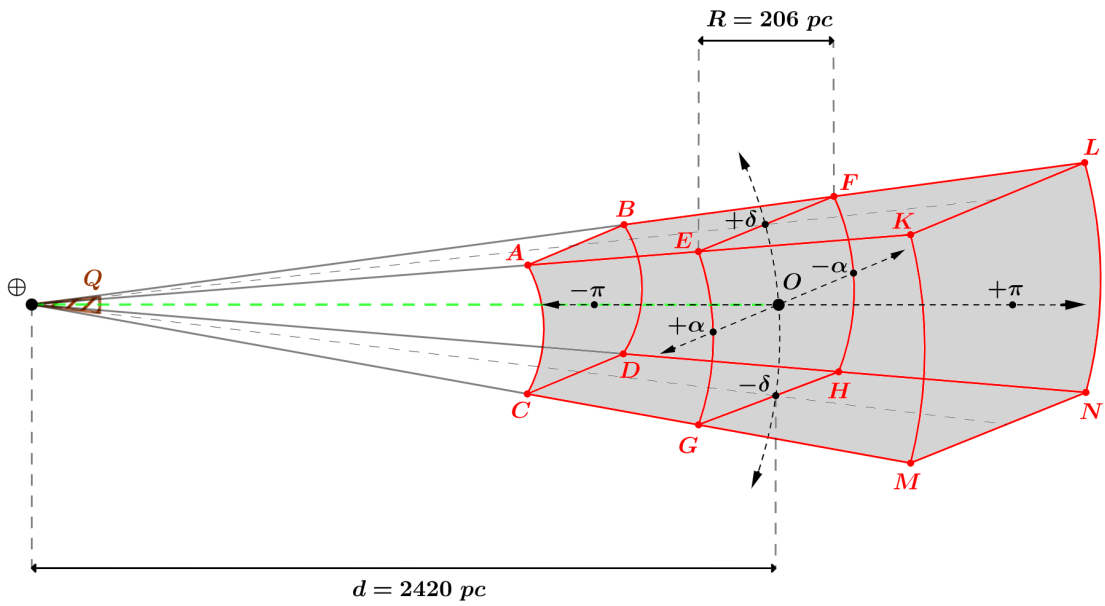
Tüm R , $E(B-V)$ ve sentetik tayf dosyası içerisinde bulunan akı değerlerine göre, 3.1 denklemindeki yer atmosferi dışında ölçülen monokromatik akı değerleri sönümlenmiş sentetik tayflar için elde edilmektedir. Başlangıçta $E(B-V)$ değeri 0 alınarak sönümlenmemiş sentetik tayfa da ulaşılmaktadır. Elde edilen tüm sentetik tayflar ile yıldızın SED verileri arasında sentetik yöntemdeki gibi bir χ^2 hesabı yapılmaktadır. Tüm χ^2 değerleri elde edildikten sonra en küçük χ^2 değerine sahip olan parametrelere ulaşıp, bu parametre değerleri baz alınarak sönümlenmiş ve sönümlenmemiş Planck fonksiyonları da sentetik yöntemdeki gibi elde edilmektedir.

Bu kısma kadar SED verileri, tüm parametrelere göre elde edilen χ^2 değerleri, minimum χ^2 değerini veren sentetik tayf ve Planck fonksiyonu elde edilmiştir. Seçilen bir filtreye göre sönükleştirme miktarı da sentetik yöntemdeki gibi filtrelere göre hesaplanmıştır. Elde edilen bu bilgiler bir excel dosyasına kaydedildikten sonra grafiklerin oluşturulmasına geçilmiştir. Bu yöntemde sentetik yöntemdeki grafiklere ek olarak değişen veya sabit bırakılan parametrelere karşılık χ^2 grafiği de kullanıcıya gösterilmektedir. Sonucunda elde edilen 3 grafik ve bilgilerin yer aldığı excel dosyası yıldızın adına göre oluşturulan bir klasör içerisine kaydedilmektedir.

3.3. Aur-OB2 Oymağı

3.3.1. Oymağın bulunduğu bölgenin belirlenmesi

Aur-OB2 oymağı, üyelerinin belirlenmesi ve bu üyelerin Gaia-EDR3 verileri kullanılarak SED analizinin yapılması için seçilmiştir. Oymağın uzaklığı, çapı ve merkez koordinatları için literatür taraması yapılmıştır ve sonucunda $d = 2420 pc$, $R = 206 pc$ ve $(\alpha_0, \delta_0) = (82.069, +34.894)$ olarak elde edilmiştir. Bu bilgiler, oymağın kabaca sınırlarını belirlemek açısından yeterli olmuştur.



Şekil 3.1. "ABCD" ve "KLMN" noktaları arasında kalan bölge Aur-OB2 oymağının bulunduğu bölgeyi göstermektedir. Oymağın merkezi "O" ile sınırları ise " $(\pm\delta, \pm\alpha, \pm\pi)$ " ile gösterilmiştir.

Şekil 3.1'deki ABCD ve KLMN noktaları arasında kalan bölge oymağın bulunduğu bölgeyi temsil etmektedir. Şekilde gösterilen kutup noktalarına göre oymağın sınırları belirlenmiştir. İlk olarak Q açısı derece cinsinden hesaplandıktan sonra yarısı alınıp merkez koordinatlara eklenerek oymağın (α, δ) sınırları elde edilmiştir:

$$Q = \frac{R}{d} \Rightarrow \frac{206}{2420} \Rightarrow 0.085 \text{ rad} \Rightarrow Q = 4.877^\circ \quad (3.6)$$

$$\frac{Q}{2} = 2.439^\circ \quad (3.7)$$

$$+\alpha = \alpha + \frac{Q}{2} \Rightarrow 82.069 + 2.439 \Rightarrow +\alpha = 84.508^\circ$$

$$-\alpha = \alpha - \frac{Q}{2} \Rightarrow 82.069 - 2.439 \Rightarrow -\alpha = 79.631^\circ$$

$$+\delta = \delta + \frac{Q}{2} \Rightarrow 34.894 + 2.439 \Rightarrow +\delta = 37.332^\circ$$

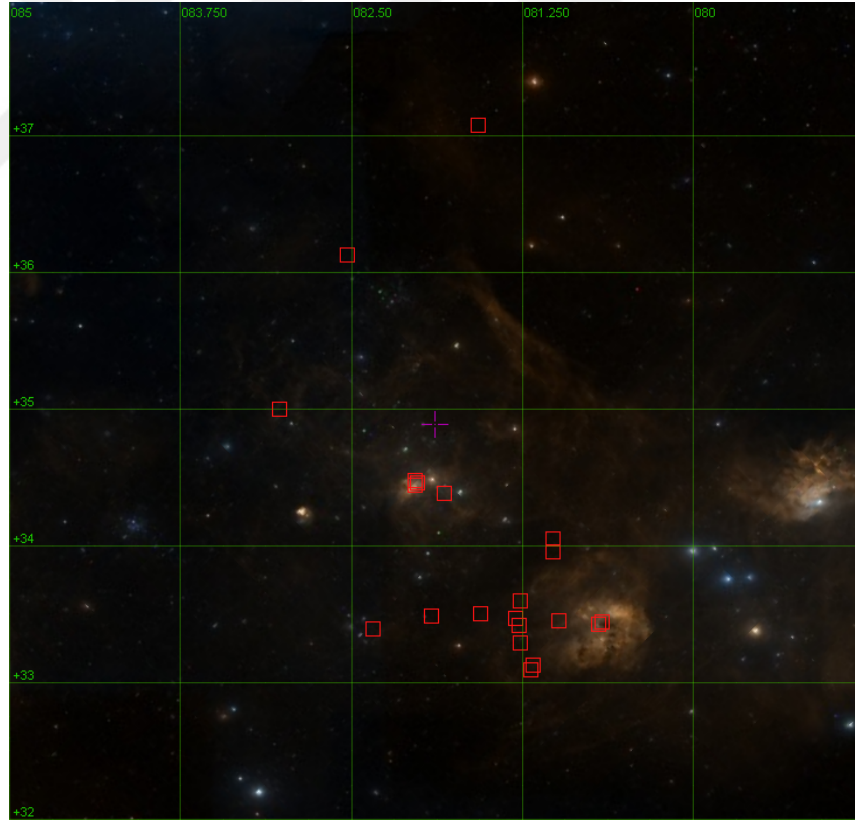
$$-\delta = \delta - \frac{Q}{2} \Rightarrow 34.894 - 2.439 \Rightarrow -\delta = 32.455^\circ$$

Oymağın sınırlarını belirlemedeki bir diğer önemli husus ise $+\pi$ ve $-\pi$ değerlerini belirlemektir. Bunun için şu adımlar izlenmiştir:

$$+\pi = \frac{1000}{d + \frac{R}{2}} \Rightarrow \frac{1000}{2420 + 103} \Rightarrow +\pi = 0.396^\circ$$

$$-\pi = \frac{1000}{d - \frac{R}{2}} \Rightarrow \frac{1000}{2420 - 103} \Rightarrow -\pi = 0.432^\circ$$

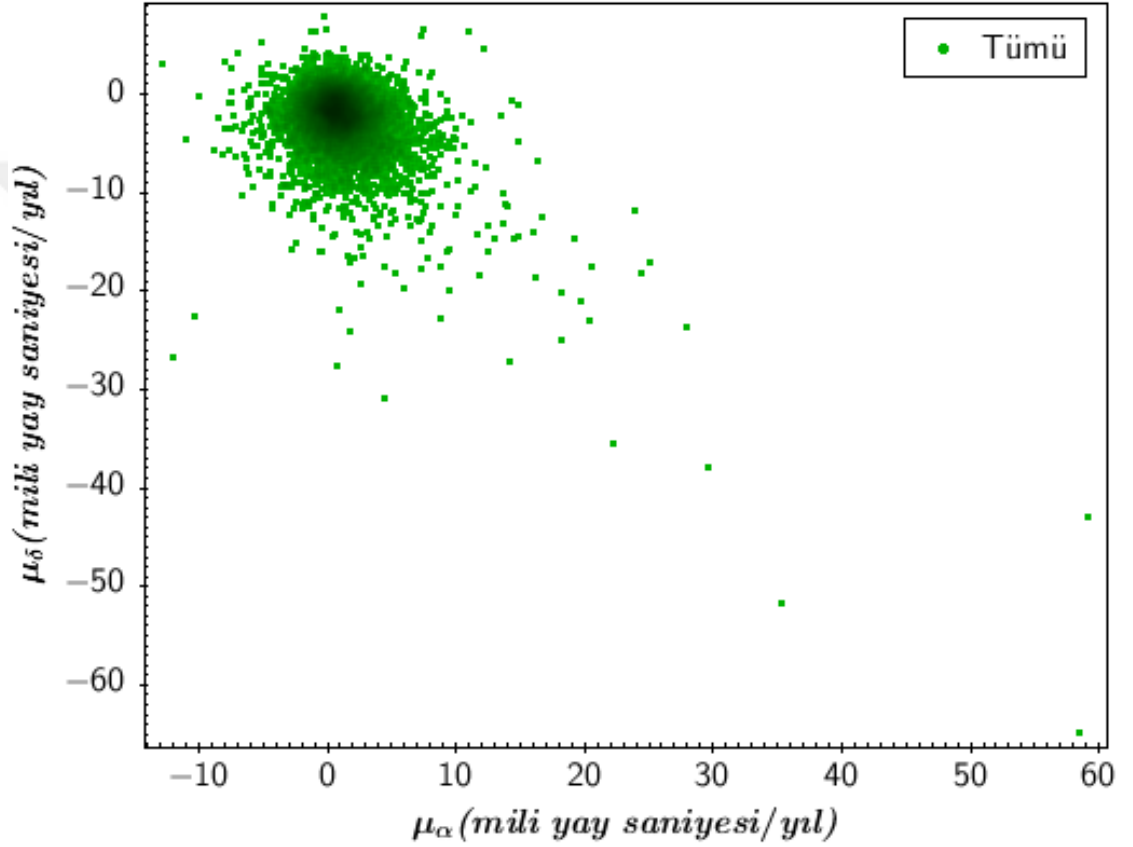
Dolayısıyla bu işlemler sonucunda oymağın sınırları elde edilmiştir.



Şekil 3.2. Elde edilen sınırlara göre Aur-OB2 oymağının bulunduğu bölge.

3.3.2. Oymak üyelerinin ve atmosfer parametrelerinin belirlenmesi

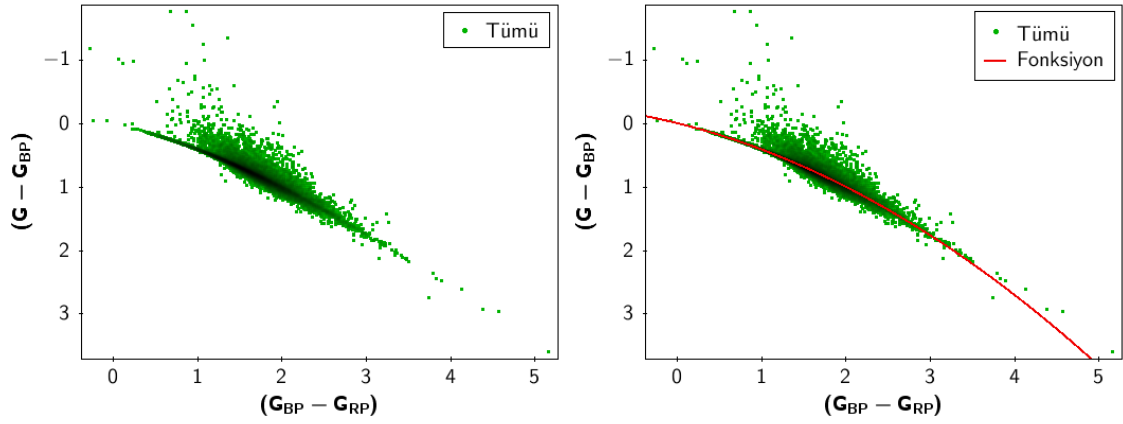
Aur-OB2 oymağının sınırları belirlendikten sonra, Gaia Archive (<https://gea.esac.esa.int/archive/>) üzerinden, Gaia EDR3'e göre bu sınırlar içerisinde bulunan sistemler belirlenmiştir. Toplamda 22932 adet sistem bulunmuştur. Elde edilen sistemlerin bulunduğu tablo .csv formatında sisteme indirilerek TOPCAT (<http://www.starlink.ac.uk/topcat/>) aracında açılmıştır ve (μ_α, μ_δ) grafiği Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. 22932 adet sistemin (μ_α, μ_δ) düzlemindeki konumu.

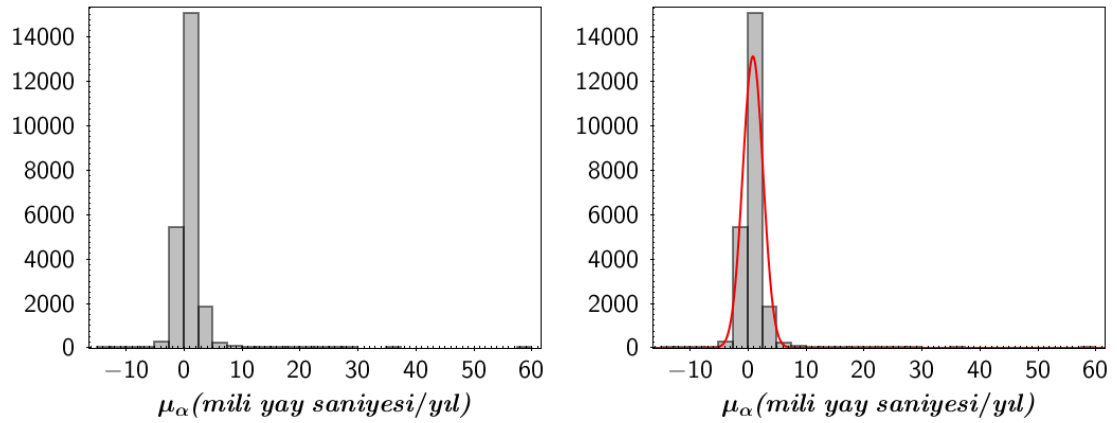
22932 adet sistemin renk-renk diyagramı ve renk-renk diyagramındaki verilerle birlikte çizdirilen, Bakış ve Eker (2022) tarafından verilen 3.8 denklemindeki fonksiyon Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Yıldızlara ait Gaia renk verilerinin kullanılan fonksiyon ile uyumlu olduğu görülmektedir.

$$(G - G_{BP}) = -0.005 + 0.3266 * (G_{BP} - G_{RP}) + 0.0876 * (G_{BP} - G_{RP})^2 \quad (3.8)$$



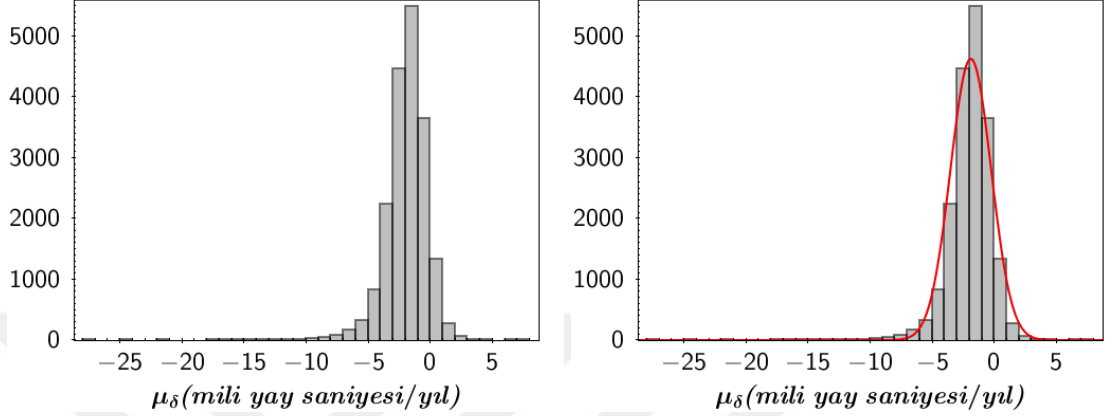
Şekil 3.4. Soldaki görselde Aur-OB2 oynağının koordinat sınırları içerisinde bulunan 22932 adet sisteme ait $(G - G_{BP}) - (G_{BP} - G_{RP})$ grafiği verilmiştir. Sağdaki görselde ise 22932 adet sisteme ait verilerin üzerinden 3.8 denklimindeki fonksiyonun geçirildiği grafik gösterilmiştir.

22932 adet sistemin öz hareketlerine bakıldığında 1σ içerisinde kalan sistemler belirlenmiştir. Bunun için ilk olarak μ_α değerlerine göre histogramları Şekil 3.5'te verildiği gibi elde edilmiştir. Burada μ_α değerlerinin ortalamasının 0.831 ve standart sapmasının 1.745 olduğu görülmüştür. $\pm 1\sigma$ sınırları girildiğinde μ_α 'ya göre 2.576 ile -0.914 arasında değerlere sahip olan 18992 adet sistem bulunmuştur.



Şekil 3.5. Soldaki görselde μ_α değerlerinin histogram grafiği verilmiştir. Sağdaki görselde ise μ_α değerlerinin üzerinden Gauss fonksiyonu geçirilmiştir.

Elde edilen 18992 adet sistemin μ_δ değerlerine göre histogramları Şekil 3.6’da görüldüğü gibi çizdirildiğinde ortalaması -1.895 ve standart sapması 1.639 olarak elde edilmiştir. Bu değerler doğrultusunda μ_δ ’ya göre sınırlar -0.256 ile -3.534 olarak hesaplanmıştır. Toplamda 14336 adet sistemin bu sınırlar içerisinde yer aldığı görülmüştür.

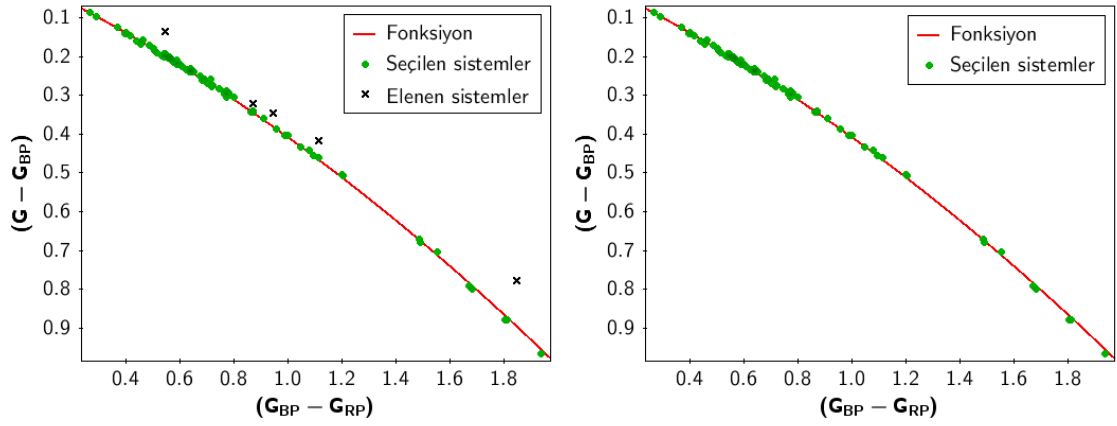


Şekil 3.6. Soldaki görselde μ_δ değerlerinin histogram grafiği verilmiştir. Sağdaki görselde ise μ_δ değerlerinin üzerinde gauss fonksiyonu geçirilmiştir.

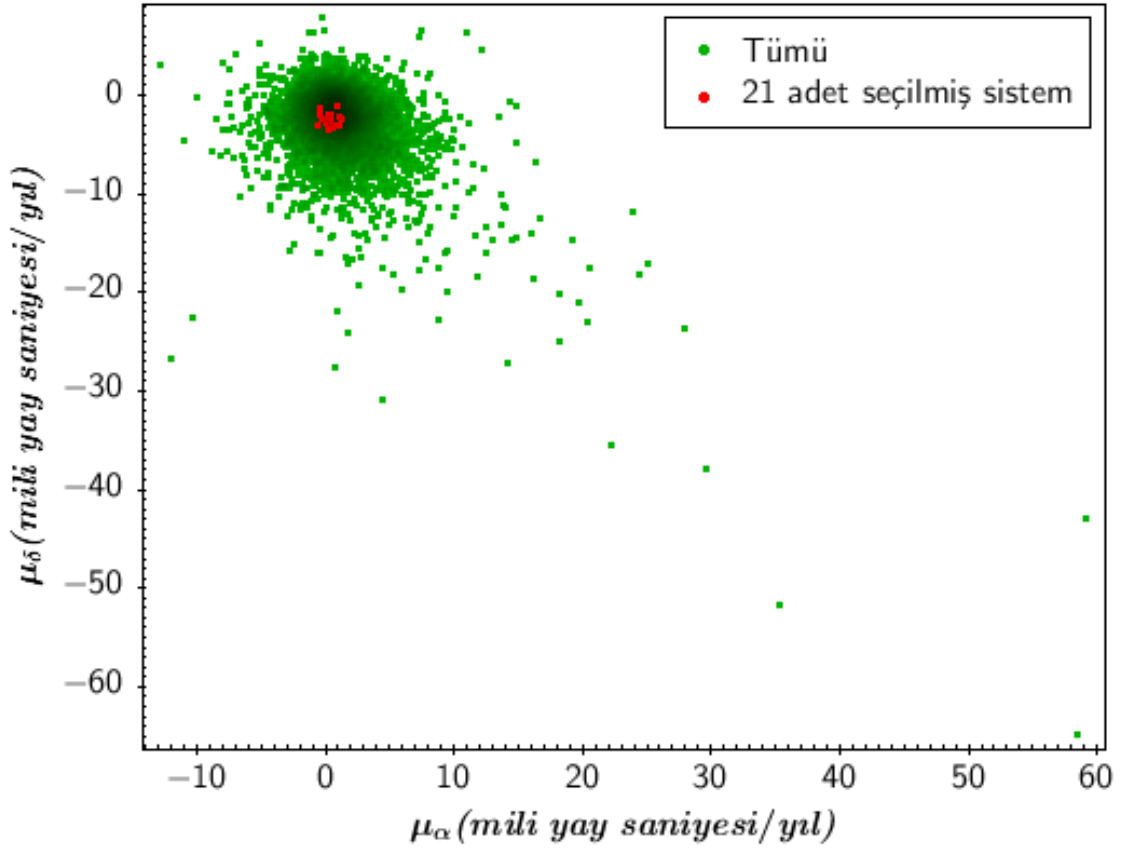
Geriye kalan 14336 adet sistem arasından, Gaia EDR3 verilerine göre etkin sıcaklığı bulunan ve oluşturduğumuz sentetik tayf kütüphanesine ait Çizelge 3.1’deki T_{eff} değer aralığına göre 7319 adet sistem bulunmuştur. Aynı şekilde $\log(g)$ değer aralığına bakıldığında 7319 adet sistem arasından 6832 tanesinin istenilen $\log(g)$ değer aralığında olduğu görülmüştür. Bu sistemlerin de 4179 tanesi istenilen $[M/H]$ değeri aralığında yer almaktadır. Elde edilen 4179 adet sistem arasından en parlak olanları seçilerek 14 kadire kadar parlak olan sistemler ele alındığı takdirde geriye 83 adet sistem kalmıştır.

Elde edilen 83 adet sistemin renk-renk diyagramına göre verilerinin üzerinden geçirilen 3.8 denkleminde yer alan fonksiyon ile en uyumlu olanları seçilmiştir. Bu doğrultuda Şekil 3.7’de gösterildiği gibi 5 tanesi atılmıştır ve geriye 78 adet sistem bırakılmıştır.

Dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur ise SIMBAD veri tabanında sistemler hakkında koordinat ve paralaks bilgilerinin bulunması olduğu için geriye kalan 78 adet sistemin sadece 21 tanesi hakkında bilgiye ulaşılmıştır. Elde edilen bu sistemlerin SED analizi için yeterli olduğu düşünülmüştür. Dolayısıyla çalışmaya 21 adet sistem ile devam edilmiştir.



Şekil 3.7. Soldaki görselde, Gaia EDR3’te bulunan atmosfer parametrelerine göre seçilen 83 adet yıldızdan seçilen ve atılanlara ait renk-renk diyagramı. Sağdaki görselde ise, seçilen 78 adet sisteme ait renk-renk diyagramı gösterilmiştir.

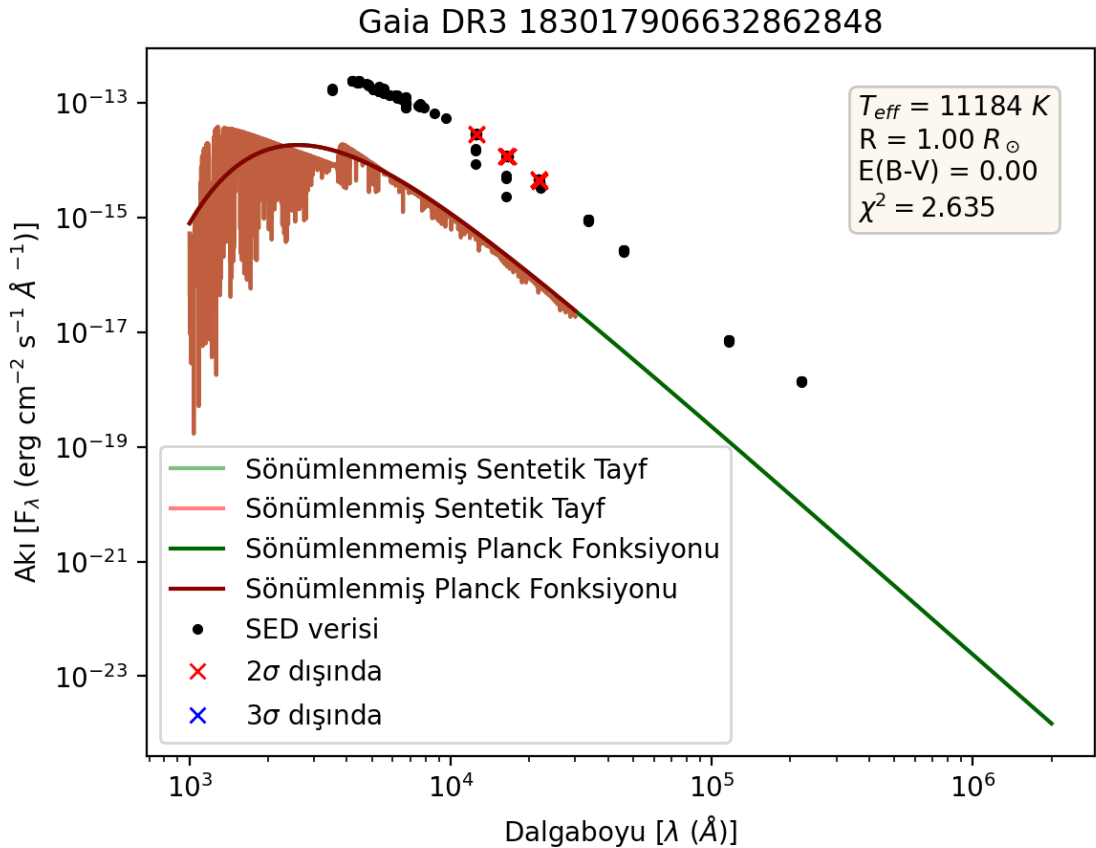


Şekil 3.8. 22932 adet sistem içerisinde seçilmiş olan 21 adet sistemin $\mu_\alpha - \mu_\delta$ düzlemindeki konumu gösterilmiştir.

3.3.3. Oymak üyelerinin SED analizi

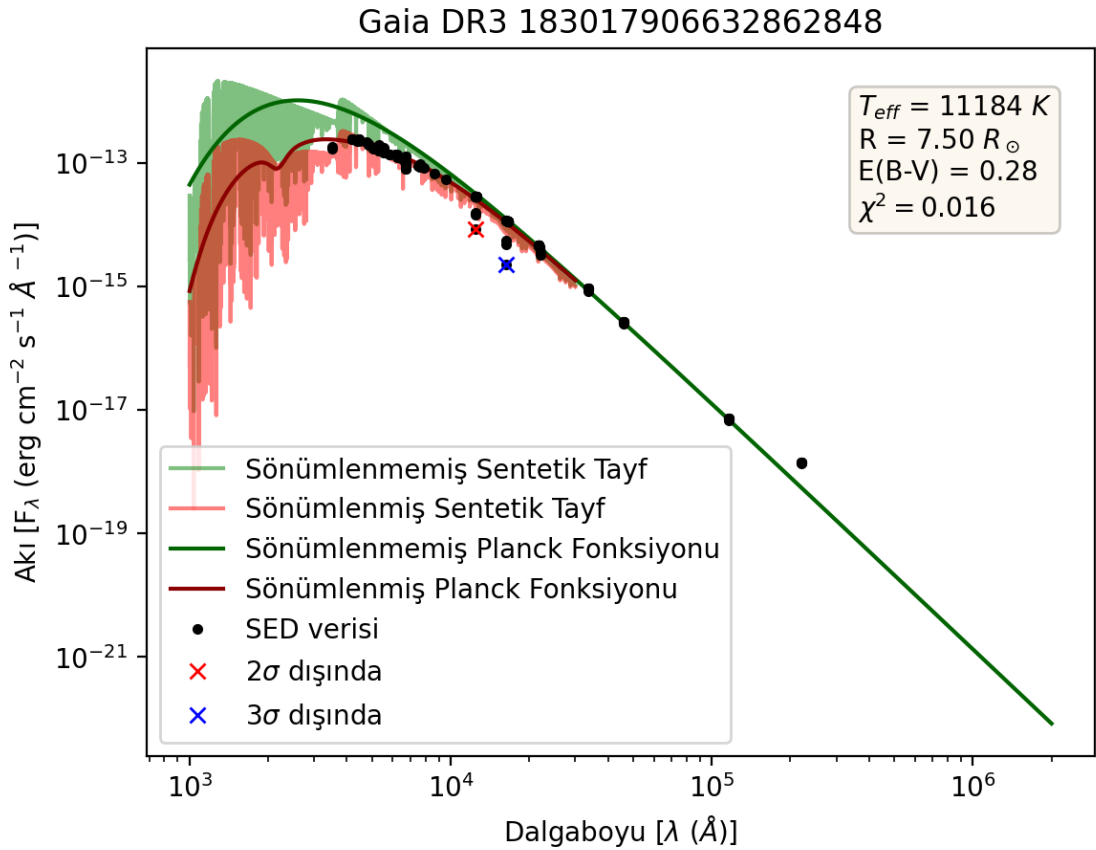
Aur-OB2 oymağının üyesi olduğu belirlenen ve atmosfer parametreleri Gaia EDR3 verilerine göre elde edilen 21 adet sistemin SED analizi için ilk olarak geliştirilen python kodundaki sentetik yöntem kullanılmıştır. Daha sonrasında elde edilen sonuçlar kullanılarak optimizasyon yöntemine geçilmiştir. Bu sayede elde edilmesi gereken parametrelerin hassasiyetinin artırılması sağlanmıştır.

21 adet sistemin SED analizinde, sentetik yöntemi kullanabilmek için Gaia EDR3 verilerine göre belirlenen T_{eff} , $\log(g)$ ve $[M/H]$ değerleri kaydedilmiştir. $V_t = 0$ alınarak 21 adet sistemin her biri için sabit olarak bırakılmıştır. R ve $E(B-V)$ değerleri olmadığı için sentetik yöntem kullanılarak kabaca belirlenmesi amaçlanmıştır. 21 sistemin her biri için Çizelge 3.3’de bulunan dosya içeriği kısmına sırasıyla yıldızın adı, $E(B-V) = 0$, T_{eff} , $R = 1$, $\log(g)$, $[M/H]$ ve $V_t = 0$ olarak başlangıç değerleri girilmiştir.



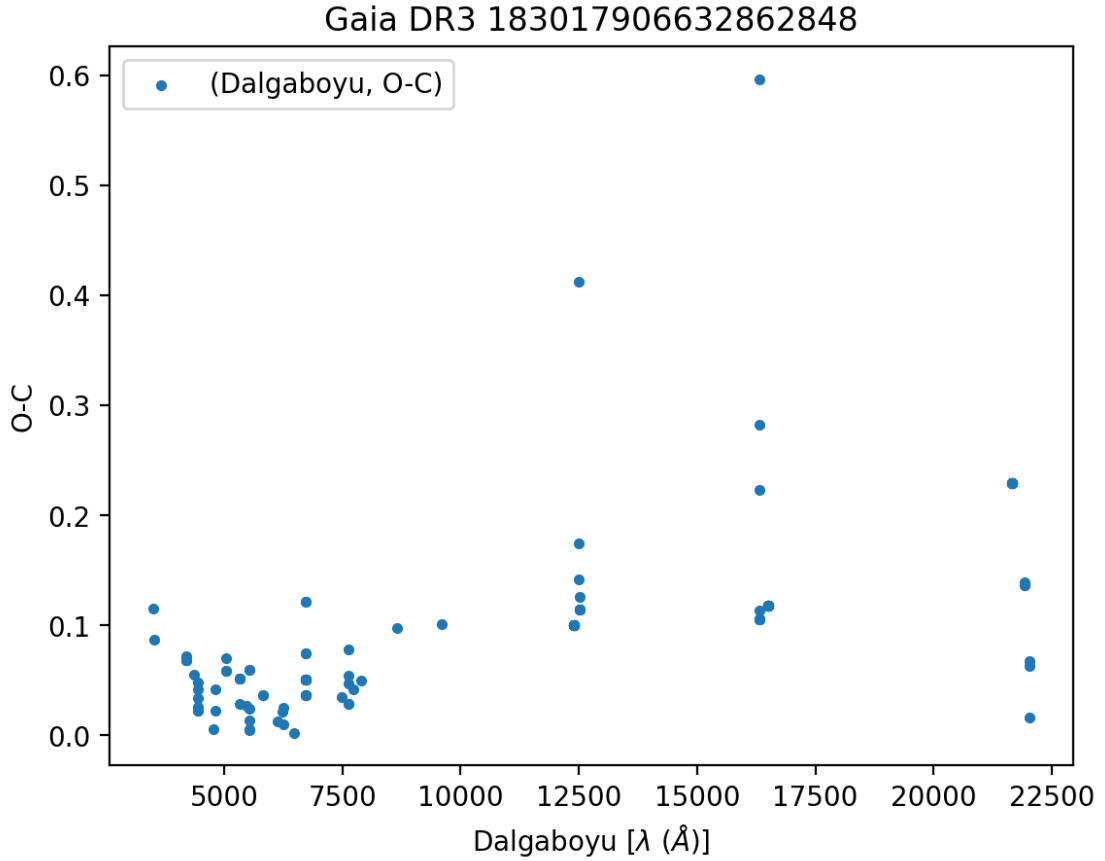
Şekil 3.9. $E(B-V) = 0$ ve $R = 1$ olarak başlangıç değerleri alınan, SED verileri, sönümlenmiş ve sönümlenmemiş Planck fonksiyonu ile sentetik tayfin yer aldığı grafik.

Parametreler girildikten sonra 3.2.1 bölümünde anlatıldığı gibi SED verileri, sönümlenmiş ve sönümlenmemiş Planck fonksiyonları ile sentetik tayflar elde edilmiştir. Daha sonrasında sentetik tayf ile SED verileri arasında χ^2 hesabı yapıldıktan sonra elde edilen oymak üyesi sistemlerden Gaia DR3 183017906632862848 isimli yıldız örnek alınarak Şekil 3.9'daki gibi bir grafik elde edilmiştir. Başlangıç değeri olarak $E(B-V) = 0$ ve $R = 1$ değerleri alındığı için χ^2 hesabından elde edilen değerin çok yüksek olduğu ve SED verileri ile sentetik tayfin birbiri ile uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Sentetik yöntemin avantajı sayesinde $E(B-V)$ ve R değerleri programı sonlandırmadan değiştirilerek tekrardan bir χ^2 hesabının yapılması sağlanmış ve bu bilgiler doğrultusunda yeni oluşan grafik elde edilmiştir. χ^2 hesabından elde edilen değerin en düşük olduğu ve SED verileri ile sentetik tayf arasında uyumun gözlendiği grafik elde edilene kadar $E(B-V)$ ve R değerleri değiştirilerek işlemlere devam edilmiştir.



Şekil 3.10. Sentetik yöntem kullanılarak elde edilen $E(B-V)$ ve R değerlerine göre oluşturulan grafik.

Şekil 3.10'daki gibi bir grafik elde edildikten sonra oluşan grafik ile birlikte son girilen parametre değerleri .xlsx uzantılı bir dosyaya kaydedilmiştir. Aynı zamanda yıldıza ait $O - C$ grafiği de Şekil 3.11'deki gibi sonuçlanmış ve kaydedilmiştir. Elde edilen iki grafik ve yıldıza ait parametrelerin bulunduğu tablo yıldızın adına göre açılan bir klasöre aktarılmıştır. 21 sistemin her biri için bu işlemler uygulanarak sentetik yöntemle göre parametreler elde edilmiştir. Sonrasında ise optimizasyon yöntemi uygulanmıştır.

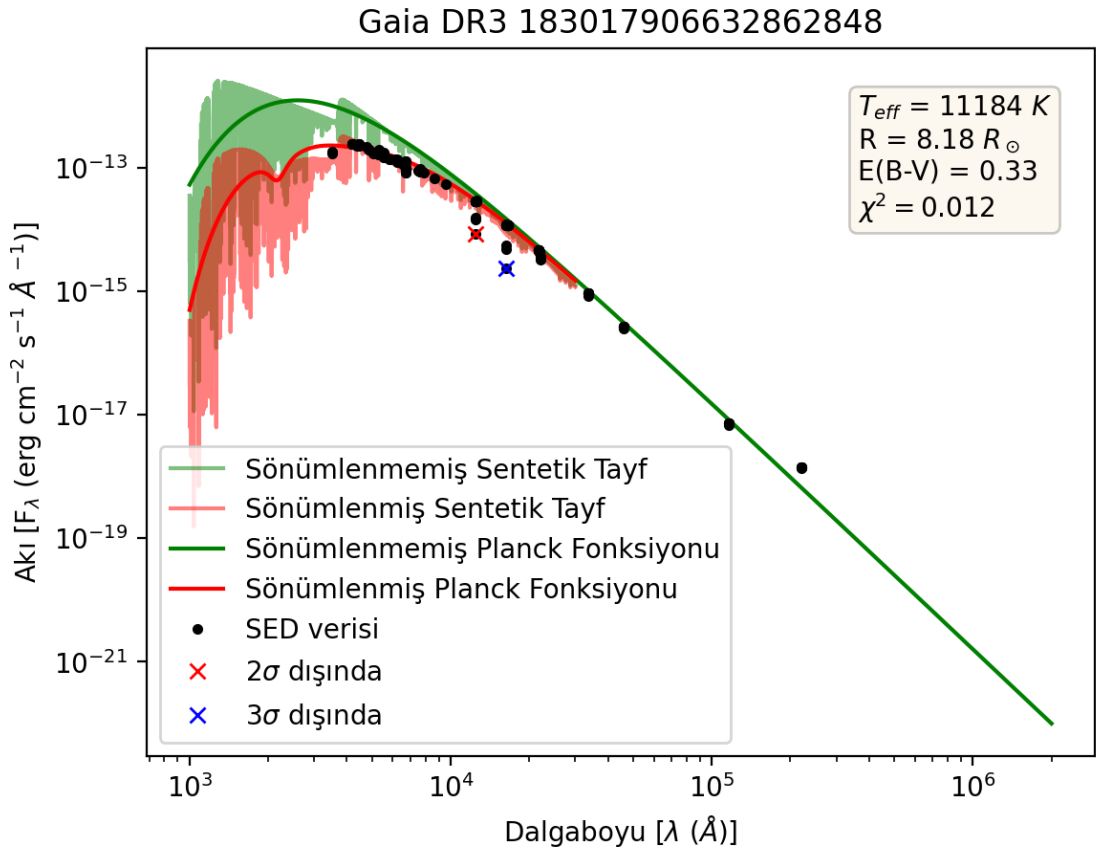


Şekil 3.11. $O - C$ grafiği.

Sentetik yöntem ile elde edilen parametre değerleri optimizasyon yönteminde girdi parametreleri olarak kullanılmıştır. Çizelge 3.3'de yer alan dosya içeriği kısmında bulunan ilk satıra; $E(B-V)$ ve R değerlerinin serbest bırakılması gerektiği için "110000" değeri girilmiştir. Bu sayede girilen ilk T_{eff} , $\log(g)$, $[M/H]$ ve V_t değerleri optimizasyon yöntemi boyunca sabit bırakılırken $E(B-V)$ ve R değerlerinin serbest bırakılması sağlanmıştır. Bu doğrultuda Çizelge 3.4'de gösterildiği gibi $E(B-V)$ ve R değerleri için sırasıyla ± 0.05 ve $\pm \%10$ R aralıklarında, 0.01 ve $\%1$ R adım aralığında değişimleri sağlanmıştır.

Sentetik tayf, T_{eff} , $\log(g)$, $[M/H]$ ve V_t değerleri kullanılarak elde edildiği için ve yöntem içerisinde bu parametreler sabit olarak bırakılması nedeniyle her bir yıldız için bir adet sentetik tayf ele alınmıştır. Fakat 3.1 denkleminde görüldüğü gibi tüm $E(B-V)$ ve R değerleri yerine koyularak, sentetik tayfa göre elde edilen yer atmosferi dışında ölçülen monokromatik akı değerleri, tek bir sentetik tayf için elde edilmiştir.

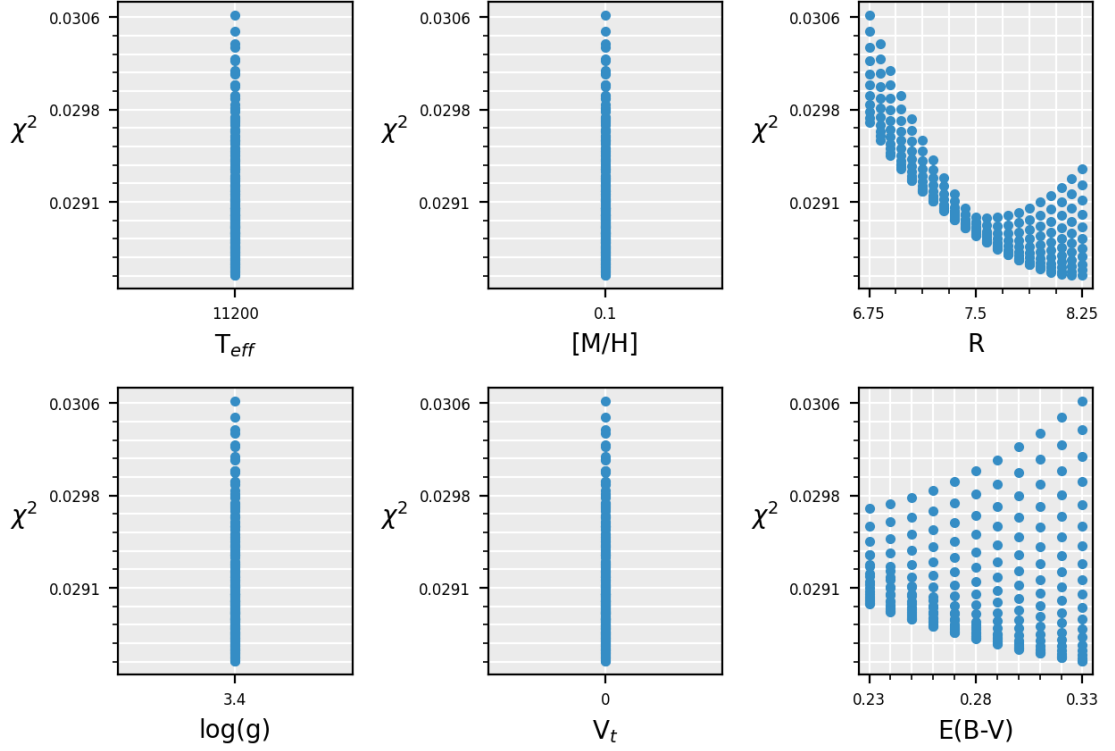
Sentetik tayf öncesinde SED verileri ve Planck fonksiyonuna göre elde edilen yer atmosferi dışında ölçülen monokromatik akıya ulaşabilmek için de aynı işlemler uygulanmıştır. Bu hesaplamalar ve işlemler uygulandıktan sonra her bir $E(B-V)$ ve R değerlerine göre değişen sentetik tayf ile SED verileri arasında χ^2 hesabı yapılmıştır. χ^2 hesabından elde edilen değerlerin en küçük olanı bulunduktan sonra bu değer ulaşıldığı parametre değerleri bulunmuştur. Elde edilen bu değerlere göre SED verileri, sönümlenmiş ve sönümlenmemiş Planck fonksiyonları ve sentetik tayflar Şekil 3.12'deki gibi olduğu gözlenmiştir.



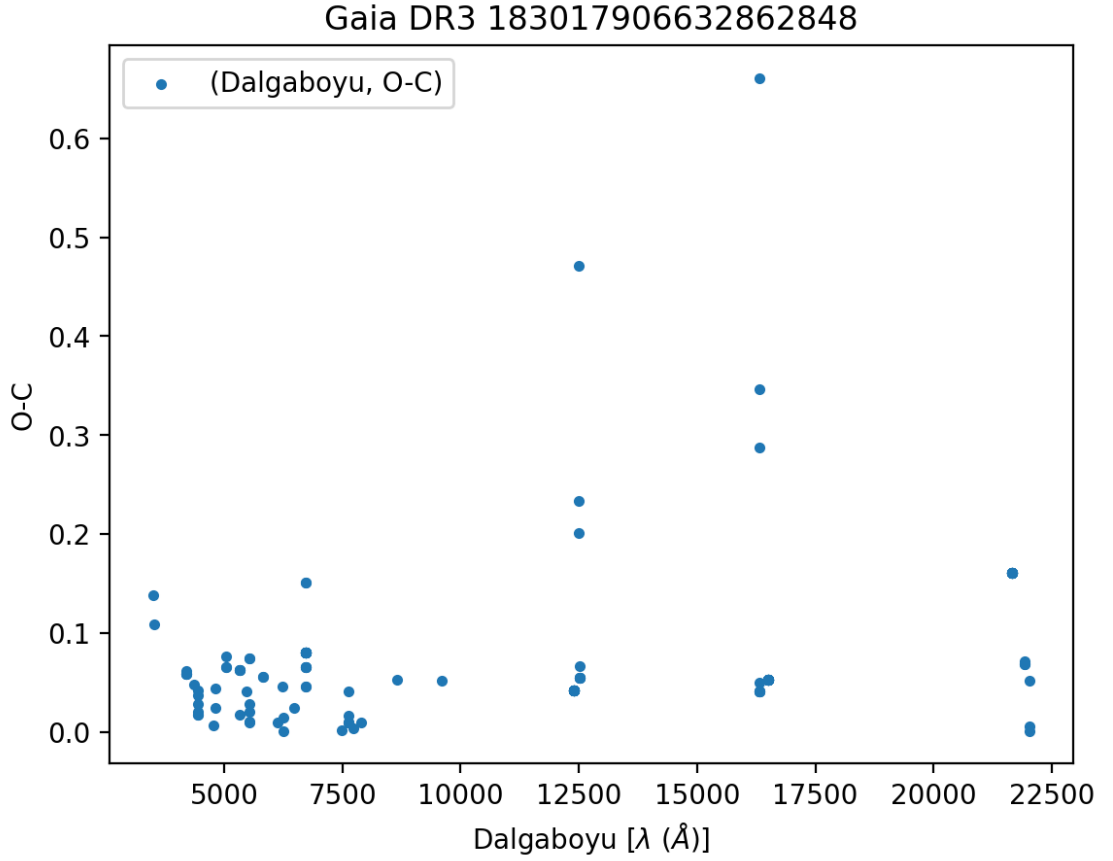
Şekil 3.12. Optimizasyon yöntemi ve en küçük χ^2 değeri kistas alınarak oluşturulan grafik.

Daha sonrasında yöntem boyunca elde edilen sabit ve değişken parametrelere karşılık χ^2 hesabından elde edilen değerlerin bulunduğu grafik Şekil 3.13'te görüldüğü üzere elde edilmiştir. Son olarak $O - C$ grafiği de Şekil 3.14'te olduğu gibi sonuçlanmıştır.

Gaia DR3 183017906632862848



Şekil 3.13. Optimizasyon yöntemi ile elde edilen parametre değerlerine karşılık χ^2 hesabından elde edilen değerlere göre oluşan grafik. T_{eff} , $\log(g)$, $[M/H]$ ve V_t değerleri sabit bırakıldığı için χ^2 hesabından elde edilen değerler tek bir noktada toplanırken R ve $E(B-V)$ değerleri için χ^2 hesabından elde edilen değerler grafikteki gibi sonuçlanmıştır.



Şekil 3.14. Optimizasyon yöntemi ile elde edilen $O - C$ grafiği.

21 adet sistemin her biri için optimizasyon yöntemi kullanılarak parametre değerleri daha hassas bir şekilde elde edilmiştir. Daha sonrasında bu yöntemlerde kullanılan Gaia EDR3'e göre elde edilen T_{eff} değerleri yerine Bakış ve Eker (2022)'den alınan Çizelge 3.5'te verilen bağıntı kullanılarak etkin sıcaklık değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 3.5. G_{BP} ve G_{RP} parlaklıkları ile T_{eff} arasındaki ilişki.

$$\log(T_{eff}) = a + b(G_{BP} - G_{RP}) + c(G_{BP} - G_{RP})^2 + d(G_{BP} - G_{RP})^3 + e(G_{BP} - G_{RP})^4$$

a	b	c	d	e
4.04695	-0.595137	0.42341	-0.199622	0.0351755

İlk olarak SIMBAD veri tabanından 21 adet sisteme ait parlaklık değerleri Çizelge 3.6 ile Çizelge 3.7'de verildiği üzere hataları ile birlikte elde edilmiştir. Etkin sıcaklık değerlerini elde etmek için Çizelge 3.7'de yer alan parlaklık değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.6. Aur-OB2 oymağı üyelerinin B , V ve $TESS$ parlaklık değerleri ve hataları.

Gaia DR3	B	$hata$	V	$hata$	$TESS$	$hata$
	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)
182479657030500608	14.261	0.043	13.982	0.092	13.681	0.024
182637338169389056	14.037	0.030	14.090	0.149	13.511	0.079
180917770702391168	14.315	0.000	13.988	0.092	13.620	0.023
182468700573623680	14.563	0.037	13.953	0.103	13.438	0.019
182477870324325632	14.304	0.008	13.839	0.069	13.503	0.060
180964770528058112	14.558	0.256	13.904	0.069	13.319	0.020
182706573041332608	14.143	0.006	13.782	0.126	13.435	0.018
182473510936934144	14.329	0.165	13.803	0.069	13.277	0.030
182485365046753408	15.340	0.001	14.083	0.114	12.714	0.019
182693928657655680	14.088	0.000	13.610	0.092	13.180	0.057
182493297846396416	13.821	0.070	13.446	0.080	13.106	0.029
181174472307076736	13.739	0.110	13.115	0.069	12.621	0.098
182636513535671552	13.210	0.016	12.956	0.114	12.456	0.051
184224070884642560	13.288	0.067	12.713	0.069	12.187	0.027
181174021333388928	12.180	0.001	12.477	0.046	12.194	0.026
182638094083721472	12.411	0.013	12.203	0.080	12.005	0.062
183358927034410112	11.905	0.353	11.878	0.035	11.631	0.015
182439731014291840	11.656	0.261	11.521	0.023	11.664	0.027
182660840230419968	12.111	0.017	11.855	0.069	11.554	0.057
3449049164657828864	11.568	0.245	11.181	0.017	11.054	0.100
183017906632862848	11.062	0.156	10.966	0.014	10.624	0.099

Çizelge 3.7. Aur-OB2 oymağı üyelerinin G , G_{BP} ve G_{RP} parlaklık değerleri ve hataları.

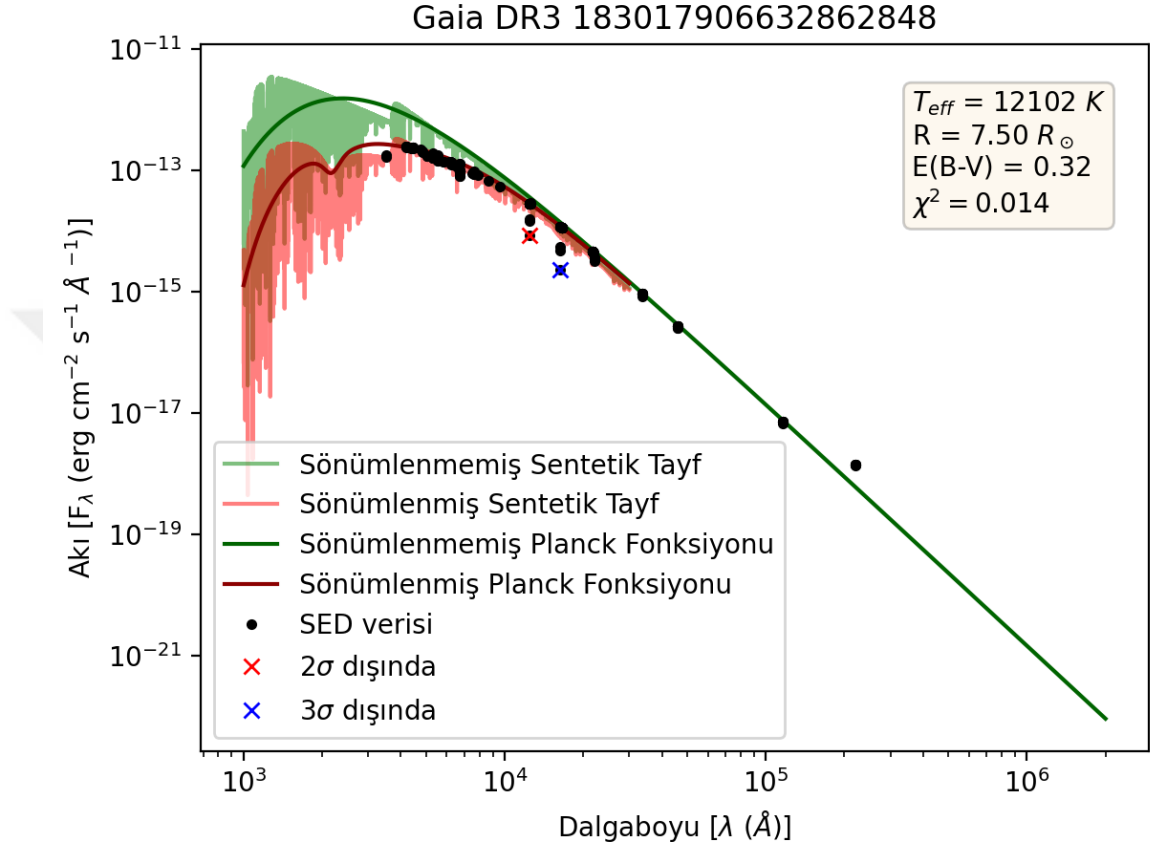
Gaia DR3	G	<i>hata</i>	G_{BP}	<i>hata</i>	G_{RP}	<i>hata</i>
	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)
182479657030500608	13.880	0.003	14.048	0.003	13.593	0.004
182637338169389056	13.863	0.003	14.122	0.003	13.410	0.004
180917770702391168	13.862	0.003	14.060	0.003	13.529	0.004
182468700573623680	13.794	0.003	14.070	0.003	13.354	0.004
182477870324325632	13.778	0.003	13.998	0.003	13.411	0.004
180964770528058112	13.707	0.003	14.011	0.003	13.238	0.004
182706573041332608	13.696	0.003	13.902	0.003	13.339	0.004
182473510936934144	13.633	0.003	13.903	0.003	13.203	0.004
182485365046753408	13.545	0.003	14.343	0.003	12.667	0.004
182693928657655680	13.501	0.003	13.752	0.003	13.078	0.004
182493297846396416	13.340	0.003	13.529	0.003	13.016	0.004
181174472307076736	12.998	0.003	13.286	0.003	12.518	0.004
182636513535671552	12.718	0.003	12.950	0.003	12.314	0.004
184224070884642560	12.545	0.003	12.836	0.003	12.072	0.004
181174021333388928	12.395	0.003	12.588	0.003	12.045	0.004
182638094083721472	12.110	0.003	12.235	0.003	11.868	0.004
183358927034410112	11.861	0.003	12.056	0.003	11.511	0.004
182439731014291840	11.765	0.003	11.861	0.003	11.572	0.004
182660840230419968	11.746	0.003	11.906	0.003	11.448	0.004
3449049164657828864	11.119	0.003	11.205	0.003	10.940	0.004
183017906632862848	10.783	0.003	10.953	0.003	10.468	0.004

Çizelge 3.8. Aur-OB2 oymağı üyelerinin optimizasyon yöntemi sonucunda elde edilen G , G_{BP} ve G_{RP} parlaklıkları için sönükleştirme miktarları.

Gaia DR3	A_G (mag)	$A_{G_{BP}}$ (mag)	$A_{G_{RP}}$ (mag)
182479657030500608	0.924	1.063	0.579
182637338169389056	1.636	1.902	1.038
180917770702391168	1.043	1.202	0.656
182468700573623680	1.409	1.642	0.901
182477870324325632	0.780	0.909	0.499
180964770528058112	1.402	1.639	0.900
182706573041332608	0.805	0.941	0.518
182473510936934144	1.261	1.468	0.806
182485365046753408	1.584	2.005	1.166
182693928657655680	1.295	1.506	0.825
182493297846396416	0.723	0.841	0.461
181174472307076736	1.793	2.085	1.136
182636513535671552	0.635	0.758	0.419
184224070884642560	1.684	1.954	1.061
181174021333388928	1.186	1.362	0.736
182638094083721472	0.861	0.981	0.526
183358927034410112	1.162	1.332	0.718
182439731014291840	0.570	0.649	0.350
182660840230419968	1.066	1.221	0.660
3449049164657828864	0.702	0.798	0.429
183017906632862848	1.030	1.181	0.639

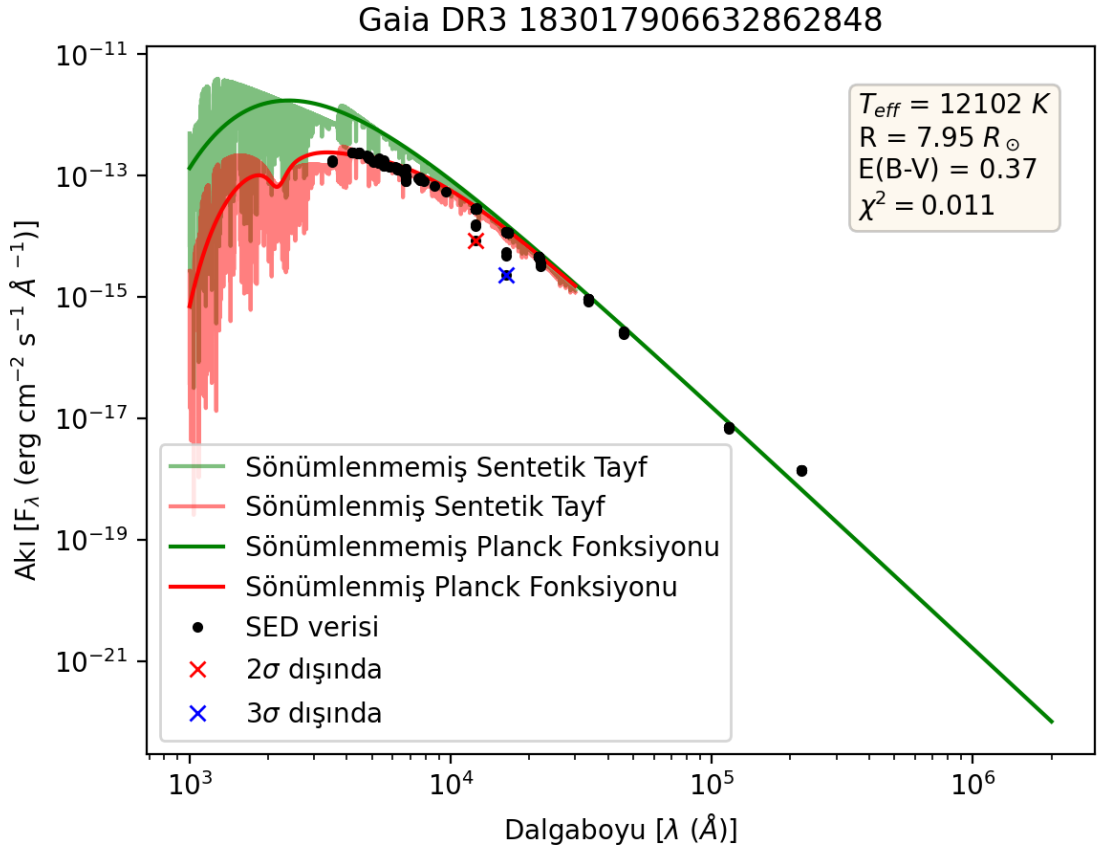
Optimizasyon yöntemi kullanılarak elde edilen ve Çizelge 3.8’de verilen sönükleştirme miktarları, bu parlaklıklardan çıkarılarak sönümlemenin etkisinden arındırılmıştır. Sonuç olarak elde edilen parlaklık değerleri Çizelge 3.5’te verilen bağıntıda yerine konularak tüm sistemler için etkin sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

Python kodu sayesinde elde ettiğimiz son parametrelere ek olarak etkin sıcaklık değerleri değiştirilmiştir. Bu parametre değerleri tekrardan ilk olarak sentetik yöntemde girdi parametresi olarak kullanılmıştır. Yöntem sonucunda örnek olarak Şekil 3.15'te olduğu gibi bir grafik elde edilmiştir.



Şekil 3.15. Çizelge 3.5'te bulunan bağıntı kullanılarak elde edilen etkin sıcaklık değerleri ile SED analizi için sentetik yöntem ve en küçük χ^2 değeri kıstas alınarak oluşturulan grafik.

Sentetik yöntem sonucunda elde edilen parametre değerleri optimizasyon yönteminde girdi parametreleri olarak kullanılmıştır. Sonucunda elde edilen grafik örnek olarak Şekil 3.16'da görüldüğü gibi elde edilmiştir. 21 adet sistemin her biri için bu işlemler uygulanmıştır. Sonucunda oluşan grafikler ve parametrelerin yer aldığı tablo yıldızın adına göre oluşturulan bir klasör içerisine aktarılmıştır.



Şekil 3.16. Sentetik yöntem ile hesaplanan parametre değerleri, optimizasyon yönteminde kullanılarak elde edilen en küçük χ^2 değerine göre oluşan grafik.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında oluşturulan sentetik tayf kütüphanesi kullanarak yapılan SED analizi sonucunda elde edilen sonuçlara 5. bölümde yer verilmiştir. Sonuçların doğruluğunu karşılaştırmak amacıyla literatürde bulunan iki farklı yöntemle ısıtma (L) değerleri hesaplanmıştır ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

İlk yöntemde ısıtmayı elde edebilmek için, hesaplanan T_{eff} değerleri ile SED analizi sonucunda elde edilen R değerleri 4.9 denkleminde yerine yerleştirilerek tüm sistemler için ilk yöntemle ısıtmaya ulaşılmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 4.14'te verilmiştir.

$$L_1 = L_{\odot} * 10^{(2\log(R)+4\log(\frac{T_{eff}}{5772}))} \quad (4.9)$$

Diğer yöntemde ise Çizelge 5.15'te yer alan π , Çizelge 5.16'da yer alan sönukleştirme miktarları ve SIMBAD veri tabanından alınan parlaklıklar 4.10 denkleminde yerine koyularak filtrele göre mutlak parlaklıklar hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler Çizelge 4.10 ile Çizelge 4.11'de gösterilmektedir.

$$M_{\lambda} = m_{\lambda} + 5\log\left(\frac{\pi}{1000}\right) + 5 - A_{\lambda} \quad (4.10)$$

Diğer bir yandan Bakış ve Eker (2022)'den alınan Çizelge 4.9'daki katsayılar ve Çizelge 3.5'te bulunan denklemden elde edilen T_{eff} değerleri 4.11 denkleminde yerine koyularak filtrele göre BC_{λ} değerlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 4.9. Filtrelere göre BC_{λ} 'nin elde edildiği fonksiyonda kullanılan katsayılar.

Katsayılar	BC_B	BC_V	BC_G	BC_{GBP}	BC_{GRP}	BC_{TESS}
a	-1272.43	-3767.98	-1407.14	-3421.55	-1415.67	-318.533
b	1075.85	3595.86	1305.08	3248.19	1342.38	232.298
c	-337.831	-1286.59	-453.605	-1156.82	-475.827	-55.2916
d	46.8074	204.764	70.2338	183.372	74.9702	4.27613
e	-2.42862	-12.2469	-4.1047	-10.9305	-4.44923	—

$$BC_{\lambda} = a + b(\log(T_{eff})) + c(\log(T_{eff}))^2 + d(\log(T_{eff}))^3 + e(\log(T_{eff}))^4 \quad (4.11)$$

Çizelge 4.10. Aur-OB2 oymağı üyelerinin B , V ve $TESS$ filtrelerine göre hataları ile birlikte mutlak parlaklık değerleri.

Gaia DR3	M_B	<i>hata</i>	M_V	<i>hata</i>	M_{TESS}	<i>hata</i>
	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)	(<i>mag</i>)
182479657030500608	0.894	0.120	0.972	0.142	1.044	0.109
182637338169389056	-0.475	0.268	0.243	0.304	0.364	0.276
180917770702391168	0.631	0.110	0.762	0.141	0.877	0.107
182468700573623680	0.376	0.107	0.327	0.142	0.406	0.096
182477870324325632	0.960	0.107	0.848	0.125	0.891	0.118
180964770528058112	0.422	0.285	0.308	0.142	0.297	0.123
182706573041332608	0.625	0.106	0.638	0.162	0.690	0.101
182473510936934144	0.520	0.192	0.472	0.117	0.453	0.097
182485365046753408	0.868	0.104	0.243	0.152	-0.380	0.100
182693928657655680	0.232	0.092	0.213	0.127	0.267	0.102
182493297846396416	0.444	0.114	0.424	0.117	0.462	0.088
181174472307076736	-0.756	0.167	-0.716	0.141	-0.511	0.156
182636513535671552	-0.095	0.226	-0.016	0.251	-0.155	0.228
184224070884642560	-0.969	0.127	-0.981	0.125	-0.916	0.105
181174021333388928	-1.271	0.120	-0.585	0.126	-0.464	0.118
182638094083721472	-0.660	0.114	-0.562	0.136	-0.442	0.124
183358927034410112	-1.536	0.367	-1.185	0.103	-1.038	0.096
182439731014291840	-1.254	0.279	-1.134	0.099	-0.725	0.097
182660840230419968	-1.223	0.102	-1.121	0.119	-1.051	0.110
3449049164657828864	-1.344	0.315	-1.475	0.197	-1.339	0.219
183017906632862848	-2.452	0.223	-2.170	0.158	-2.118	0.185

Çizelge 4.11. Aur-OB2 oymağı üyelerinin G , G_{BP} ve G_{RP} filtrelerine göre hataları ile birlikte mutlak parlaklık değerleri.

Gaia DR3	M_G	<i>hata</i>	$M_{G_{BP}}$	<i>hata</i>	$M_{G_{RP}}$	<i>hata</i>
	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)
182479657030500608	0.862	0.109	0.868	0.110	0.986	0.106
182637338169389056	0.041	0.265	-0.027	0.266	0.313	0.264
180917770702391168	0.641	0.107	0.625	0.109	0.822	0.105
182468700573623680	0.188	0.097	0.195	0.099	0.364	0.094
182477870324325632	0.803	0.103	0.855	0.105	0.826	0.101
180964770528058112	0.134	0.123	0.179	0.125	0.256	0.121
182706573041332608	0.567	0.102	0.597	0.104	0.623	0.099
182473510936934144	0.317	0.094	0.360	0.096	0.416	0.092
182485365046753408	-0.006	0.101	0.367	0.103	-0.410	0.098
182693928657655680	0.111	0.088	0.147	0.090	0.201	0.085
182493297846396416	0.325	0.086	0.350	0.088	0.400	0.083
181174472307076736	-0.812	0.123	-0.849	0.125	-0.564	0.121
182636513535671552	-0.221	0.224	-0.156	0.225	-0.275	0.223
184224070884642560	-1.142	0.104	-1.119	0.106	-0.988	0.102
181174021333388928	-0.680	0.117	-0.664	0.118	-0.580	0.115
182638094083721472	-0.673	0.110	-0.683	0.112	-0.552	0.108
183358927034410112	-1.213	0.097	-1.189	0.099	-1.126	0.094
182439731014291840	-0.904	0.096	-0.920	0.098	-0.795	0.093
182660840230419968	-1.248	0.097	-1.249	0.098	-1.127	0.094
3449049164657828864	-1.558	0.196	-1.583	0.197	-1.430	0.195
183017906632862848	-2.365	0.158	-2.367	0.159	-2.242	0.156

Filtrelere göre mutlak parlaklık ve BC_λ değerleri 4.12 denkleminde kullanılarak tüm filtrelerde bolometrik parlaklıklar hesaplanmıştır. Ulaşılan değerler Çizelge 4.12 ile Çizelge 4.13'te yer almaktadır.

$$M_{bol} = M_\lambda + BC_\lambda \quad (4.12)$$

Çizelge 4.12. Aur-OB2 oymağı üyelerinin B , V ve $TESS$ filtrelerine göre hataları ile birlikte bolometrik parlaklık değerleri.

Gaia DR3	$M_{bol(B)}$	<i>hata</i>	$M_{bol(V)}$	<i>hata</i>	$M_{bol(TESS)}$	<i>hata</i>
	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)
182479657030500608	0.364	0.182	0.443	0.186	0.386	0.156
182637338169389056	-1.296	0.301	-0.641	0.327	-0.752	0.297
180917770702391168	0.125	0.175	0.267	0.185	0.264	0.154
182468700573623680	-0.146	0.173	-0.191	0.186	-0.238	0.147
182477870324325632	0.642	0.173	0.704	0.173	0.770	0.162
180964770528058112	-0.013	0.316	-0.079	0.186	-0.171	0.166
182706573041332608	0.289	0.172	0.440	0.202	0.489	0.150
182473510936934144	0.090	0.235	0.092	0.168	-0.005	0.147
182485365046753408	0.197	0.172	0.288	0.194	0.174	0.150
182693928657655680	-0.259	0.164	-0.260	0.175	-0.318	0.151
182493297846396416	0.103	0.178	0.216	0.168	0.245	0.142
181174472307076736	-1.664	0.216	-1.694	0.185	-1.747	0.191
182636513535671552	-0.397	0.264	-0.033	0.278	-0.065	0.254
184224070884642560	-1.723	0.186	-1.789	0.173	-1.937	0.153
181174021333388928	-1.910	0.182	-1.257	0.174	-1.309	0.162
182638094083721472	-1.312	0.178	-1.249	0.182	-1.308	0.167
183358927034410112	-2.142	0.392	-1.815	0.158	-1.829	0.146
182439731014291840	-1.750	0.311	-1.615	0.156	-1.321	0.148
182660840230419968	-1.912	0.170	-1.852	0.169	-1.973	0.156
3449049164657828864	-2.033	0.343	-2.208	0.231	-2.263	0.245
183017906632862848	-3.037	0.262	-2.772	0.199	-2.873	0.216

Çizelge 4.13. Aur-OB2 oymağı üyelerinin G , G_{BP} ve G_{RP} filtrelerine göre hataları ile birlikte bolometrik parlaklık değerleri.

Gaia DR3	$M_{bol(G)}$	<i>hata</i>	$M_{bol(G_{BP})}$	<i>hata</i>	$M_{bol(G_{RP})}$	<i>hata</i>
	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)
182479657030500608	0.287	0.155	0.360	0.168	0.380	0.152
182637338169389056	-0.888	0.287	-0.843	0.294	-0.734	0.286
180917770702391168	0.100	0.154	0.147	0.167	0.259	0.151
182468700573623680	-0.376	0.147	-0.303	0.161	-0.228	0.144
182477870324325632	0.607	0.151	0.659	0.165	0.743	0.149
180964770528058112	-0.301	0.166	-0.210	0.178	-0.166	0.163
182706573041332608	0.318	0.150	0.359	0.164	0.461	0.148
182473510936934144	-0.111	0.145	-0.022	0.159	0.003	0.143
182485365046753408	0.097	0.150	0.196	0.163	0.190	0.147
182693928657655680	-0.409	0.141	-0.313	0.155	-0.335	0.138
182493297846396416	0.066	0.140	0.105	0.154	0.223	0.137
181174472307076736	-1.837	0.165	-1.749	0.178	-1.726	0.163
182636513535671552	-0.286	0.250	-0.263	0.258	-0.147	0.248
184224070884642560	-1.995	0.152	-1.869	0.165	-1.942	0.149
181174021333388928	-1.397	0.161	-1.294	0.173	-1.366	0.158
182638094083721472	-1.405	0.156	-1.326	0.169	-1.357	0.153
183358927034410112	-1.888	0.147	-1.783	0.161	-1.860	0.144
182439731014291840	-1.432	0.146	-1.387	0.160	-1.341	0.144
182660840230419968	-2.023	0.147	-1.930	0.160	-1.986	0.144
3449049164657828864	-2.335	0.225	-2.266	0.234	-2.292	0.223
183017906632862848	-3.013	0.193	-2.937	0.203	-2.941	0.190

Elde edilen bolometrik parlaklıklar 4.13 denkleminde kullanılmıştır. Böylece filtreden bağımsız hale getirilmiştir. Ulaşılan değerler Çizelge 4.14’te gösterilmektedir.

$$M_{bol(ort)} = \frac{\sum M_{bol}}{N} \quad (4.13)$$

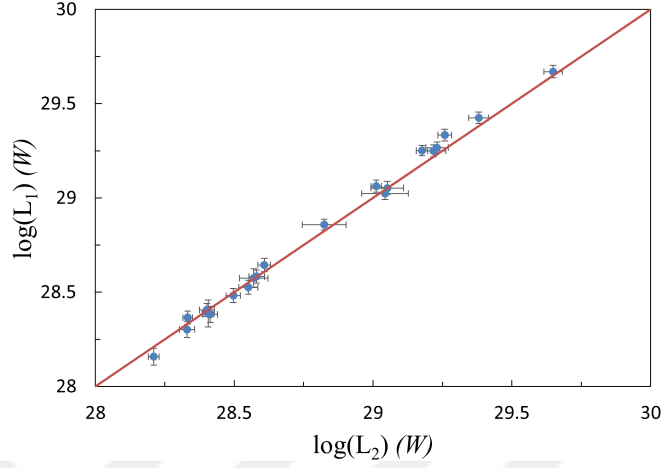
Bu bolometrik parlaklık değerleri ise 4.14 denkleminde yerine koyularak ikinci yõteme göre ışıma değerleri elde edilmiştir ve sonuçlar Çizelge 4.14'te yer almaktadır.

$$L_2 = 10^{-\left(\frac{M_{bol(ort)} - 71.197425}{2.5}\right)} \quad (4.14)$$

Çizelge 4.14. Aur-OB2 oymağı üyelerinin hataları ile birlikte $\log(L_1)$, $\log(L_2)$ ve $M_{bol(ort)}$ değerleri.

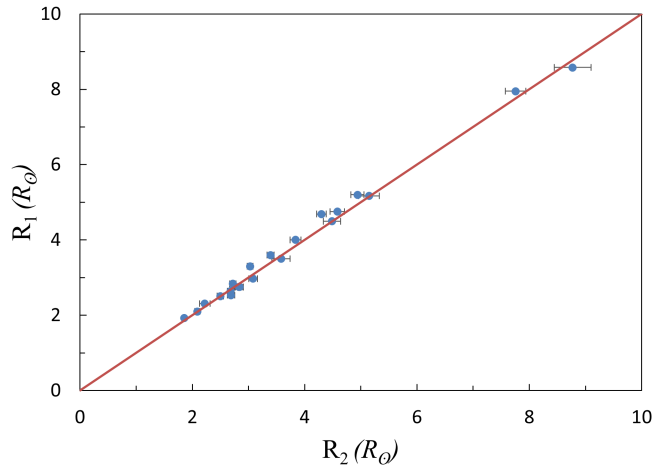
Gaia DR3	$\log(L_1)$ (W)	<i>hata</i> (W)	$\log(L_2)$ (W)	<i>hata</i> (W)	$M_{bol(ort)}$ (mag)	<i>hata</i> (mag)
182479657030500608	28.365	0.034	28.332	0.017	0.284	0.037
182637338169389056	28.858	0.028	27.707	0.079	-0.948	0.031
180917770702391168	28.406	0.035	26.224	0.027	0.183	0.038
182468700573623680	28.583	0.035	26.330	0.028	-0.260	0.038
182477870324325632	28.158	0.045	26.467	0.020	0.803	0.048
180964770528058112	28.526	0.038	28.241	0.035	-0.117	0.041
182706573041332608	28.303	0.043	26.807	0.028	0.441	0.046
182473510936934144	28.482	0.038	26.268	0.026	-0.008	0.041
182485365046753408	28.387	0.072	26.878	0.021	0.230	0.078
182693928657655680	28.644	0.036	25.449	0.023	-0.412	0.039
182493297846396416	28.382	0.042	26.915	0.026	0.242	0.046
181174472307076736	29.251	0.027	26.064	0.020	-1.930	0.029
182636513535671552	28.574	0.050	27.161	0.051	-0.239	0.054
184224070884642560	29.267	0.030	26.055	0.041	-1.970	0.032
181174021333388928	29.024	0.032	26.137	0.084	-1.362	0.035
182638094083721472	29.062	0.032	25.598	0.018	-1.458	0.034
183358927034410112	29.249	0.033	25.934	0.045	-1.926	0.035
182439731014291840	29.053	0.035	26.586	0.059	-1.434	0.038
182660840230419968	29.333	0.031	25.658	0.025	-2.136	0.033
3449049164657828864	29.425	0.031	27.004	0.036	-2.365	0.033
183017906632862848	29.670	0.033	26.643	0.033	-2.977	0.036

Sonuç olarak iki farklı yöntem ile ısıtma değerleri 21 adet sistem için elde edilmiştir. İki ısıtma değeri Şekil 4.17’de karşılaştırılmıştır. Bu sayede aralarında bir uyum olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.17. İki farklı yöntemle elde edilen ısıtma değerlerinin karşılaştırılması.

21 adet sistemin 4.14 denklemini kullanılarak ulaşılan ısıtma değerleri ile 4.9 denklemini birbirine eşitlenerek R_2 değerleri elde edilmiştir. Bu sayede elde edilen R_2 değerleri ile SED analizi sonucunda elde edilen ve Çizelge 5.15’te yer alan R değerleri (R_1) Şekil 4.18’de karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.18. SED analizi sonucunda elde edilen yarıçap değerleri ile ısıtma kullanılarak elde edilen yarıçap arasındaki ilişki.

5. SONUÇLAR

21 adet sistemin SED analizi sonuçları bu kısımda yer almaktadır. T_{eff} değerleri Çizelge 3.5'te verilen formül kullanılarak elde edilmiştir. $\log(g)$, $[M/H]$ ve π Gaia EDR3'ten alınmıştır. $V_t = 0$ kabul edilmiştir. SIMBAD veri tabanındaki SED verileri sorgulanırken ilgili yıldızın 1 *mas* yarıçaplı daire içerisinde bulunan koordinatlarda arama yaptırılmıştır.

Çizelge 5.15. Aur-OB2 oymağı üyelerinin kullanılan parametre değerleri.

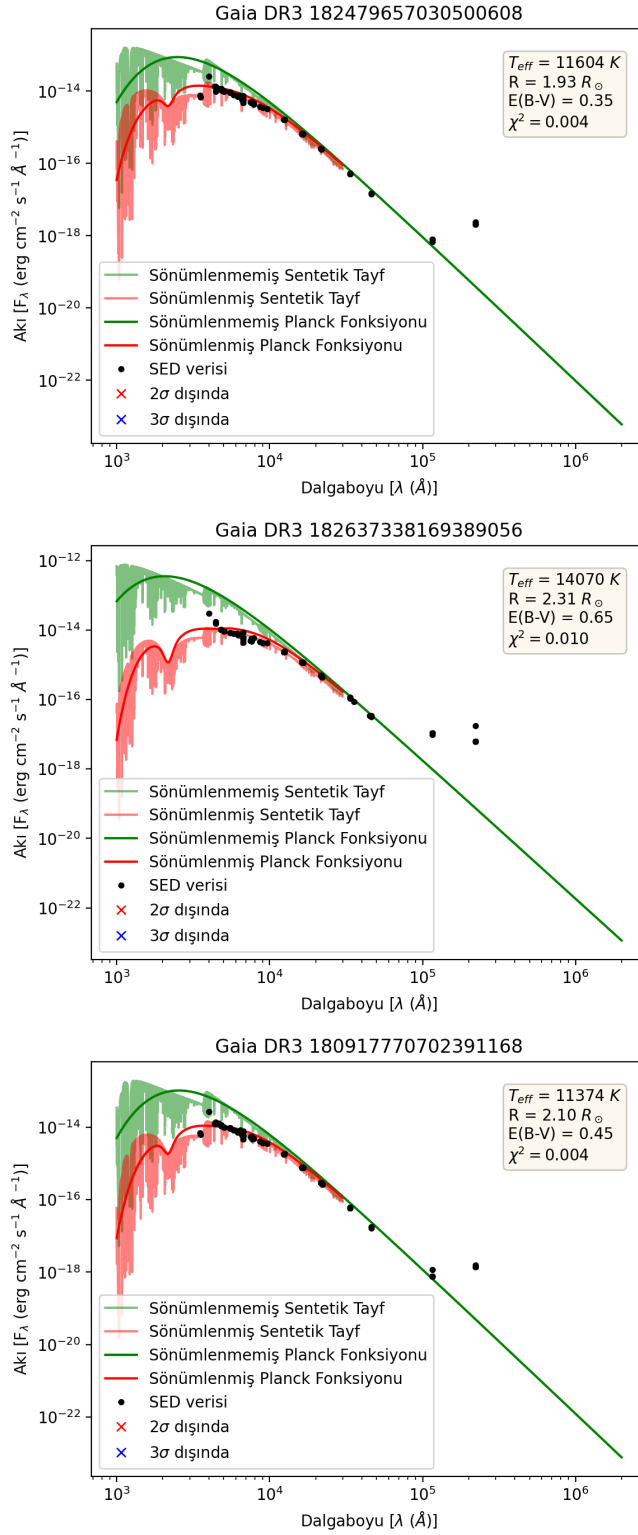
Gaia DR3	T_{eff} (K)	$\log(g)$ (cgs)	$[M/H]$ (dex)	π (mas)
182479657030500608	11604	3.789	-0.818	0.411
182637338169389056	14070	3.518	-0.760	0.427
180917770702391168	11374	3.955	-0.567	0.429
182468700573623680	11529	3.654	0.003	0.411
182477870324325632	8985	3.737	-0.597	0.415
180964770528058112	10651	3.523	-0.065	0.405
182706573041332608	9366	4.039	-1.148	0.396
182473510936934144	10601	3.859	-0.298	0.420
182485365046753408	5567	3.040	-0.040	0.423
182693928657655680	11230	3.736	-0.667	0.397
182493297846396416	9436	3.602	-0.326	0.409
181174472307076736	14760	3.935	-0.974	0.431
182636513535671552	7989	3.512	-1.511	0.406
184224070884642560	13530	3.370	-0.910	0.398
181174021333388928	12575	3.610	-0.183	0.419
182638094083721472	12683	3.913	-0.539	0.429
183358927034410112	12288	3.863	-0.255	0.413
182439731014291840	11284	3.449	-0.010	0.420
182660840230419968	12986	3.729	-0.152	0.418
3449049164657828864	12998	3.977	-0.187	0.420
183017906632862848	12102	3.417	0.136	0.399

Çizelge 5.15'te bulunan değerler SED analizi için optimizasyon yönteminde kullanılarak Çizelge 5.16'da yer alan sonuçlara ulaşılmıştır. Sönükleştirme miktarlarının hata değerleri: $A_B = \pm 0.040$, $A_V = \pm 0.030$, $A_{TESS} = \pm 0.194$, $A_G = \pm 0.029$, $A_{GBP} = \pm 0.035$ ve $A_{GRP} = \pm 0.019$ şeklinde Eker ve Bakış (2023)'ten alınmıştır.

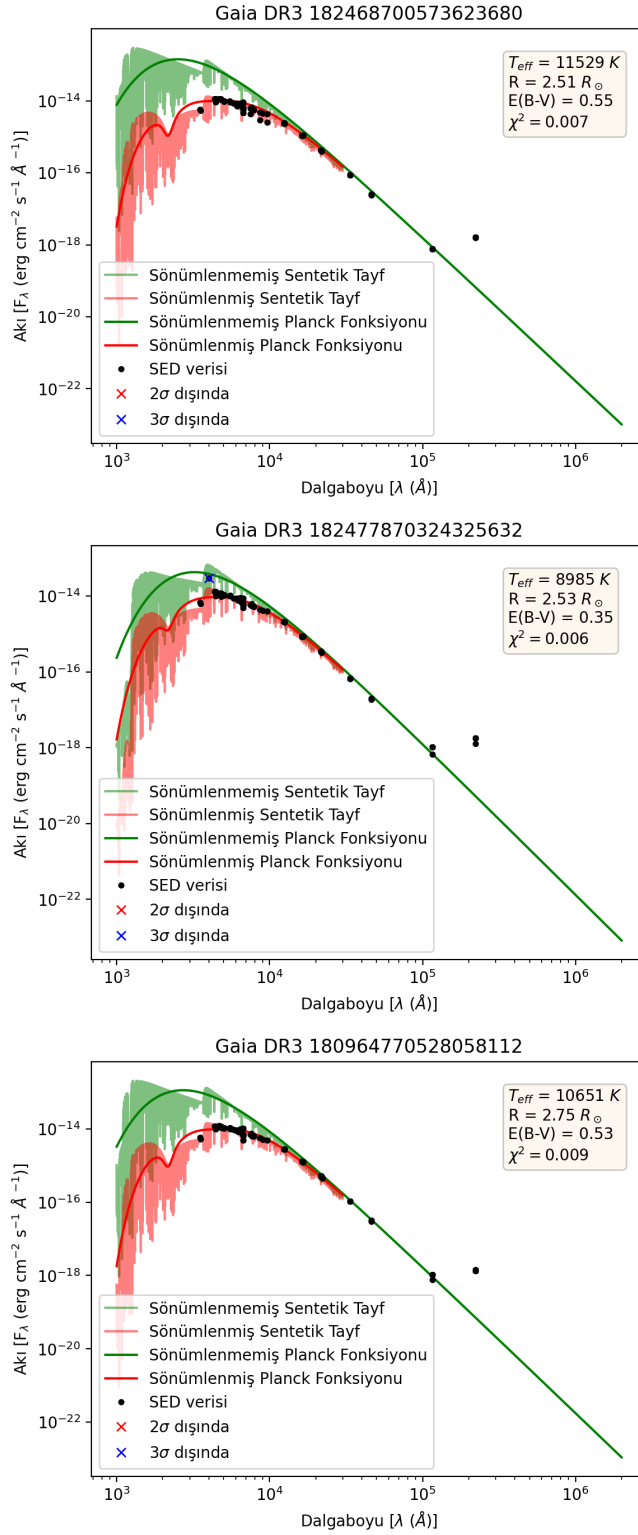
Çizelge 5.16. SED analizi ile elde edilen astrofiziksel parametreler ve değerleri.

Gaia DR3	$E(B-V)$	R	A_B	A_V	A_{TESS}	A_G	A_{BP}	A_{RP}
	(mag)	(R_\odot)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)
182479657030500608	0.350	1.930	1.438	1.081	0.708	1.089	1.251	0.678
182637338169389056	0.650	2.310	2.667	2.002	1.301	1.976	2.303	1.252
180917770702391168	0.450	2.100	1.846	1.388	0.905	1.383	1.597	0.869
182468700573623680	0.550	2.510	2.256	1.695	1.101	1.675	1.944	1.059
182477870324325632	0.350	2.530	1.433	1.079	0.700	1.064	1.231	0.674
180964770528058112	0.530	2.750	2.173	1.633	1.059	1.610	1.869	1.019
182706573041332608	0.370	2.750	1.515	1.141	0.742	1.126	1.302	0.713
182473510936934144	0.470	2.640	1.927	1.449	0.942	1.434	1.660	0.905
182485365046753408	0.650	8.580	2.604	1.972	1.226	1.684	2.109	1.209
182693928657655680	0.450	2.830	1.847	1.388	0.904	1.381	1.596	0.868
182493297846396416	0.350	2.970	1.435	1.080	0.702	1.072	1.237	0.674
181174472307076736	0.650	3.300	2.666	2.002	1.303	1.981	2.306	1.253
182636513535671552	0.330	5.170	1.348	1.015	0.655	0.983	1.149	0.632
184224070884642560	0.550	4.000	2.258	1.695	1.105	1.688	1.957	1.061
181174021333388928	0.380	3.500	1.562	1.174	0.769	1.187	1.363	0.737
182638094083721472	0.300	3.600	1.234	0.927	0.610	0.945	1.081	0.583
183358927034410112	0.370	4.750	1.520	1.143	0.749	1.154	1.325	0.717
182439731014291840	0.250	4.490	1.029	0.773	0.508	0.788	0.899	0.485
182660840230419968	0.350	4.690	1.439	1.082	0.710	1.099	1.260	0.679
3449049164657828864	0.250	5.200	1.029	0.773	0.510	0.794	0.905	0.487
183017906632862848	0.370	7.950	1.521	1.143	0.749	1.155	1.327	0.717

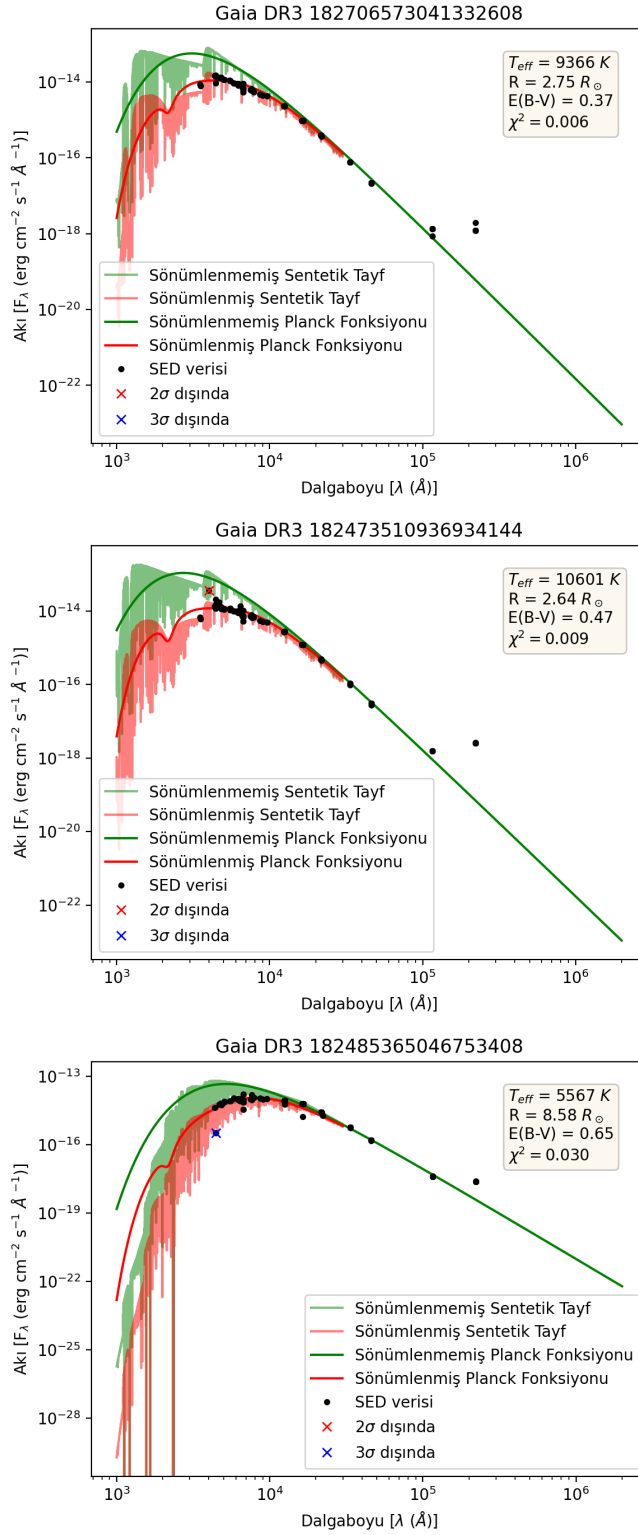
SED analizi sonucunda elde edilen grafikler ise şu şekilde sonuçlandırılmıştır:



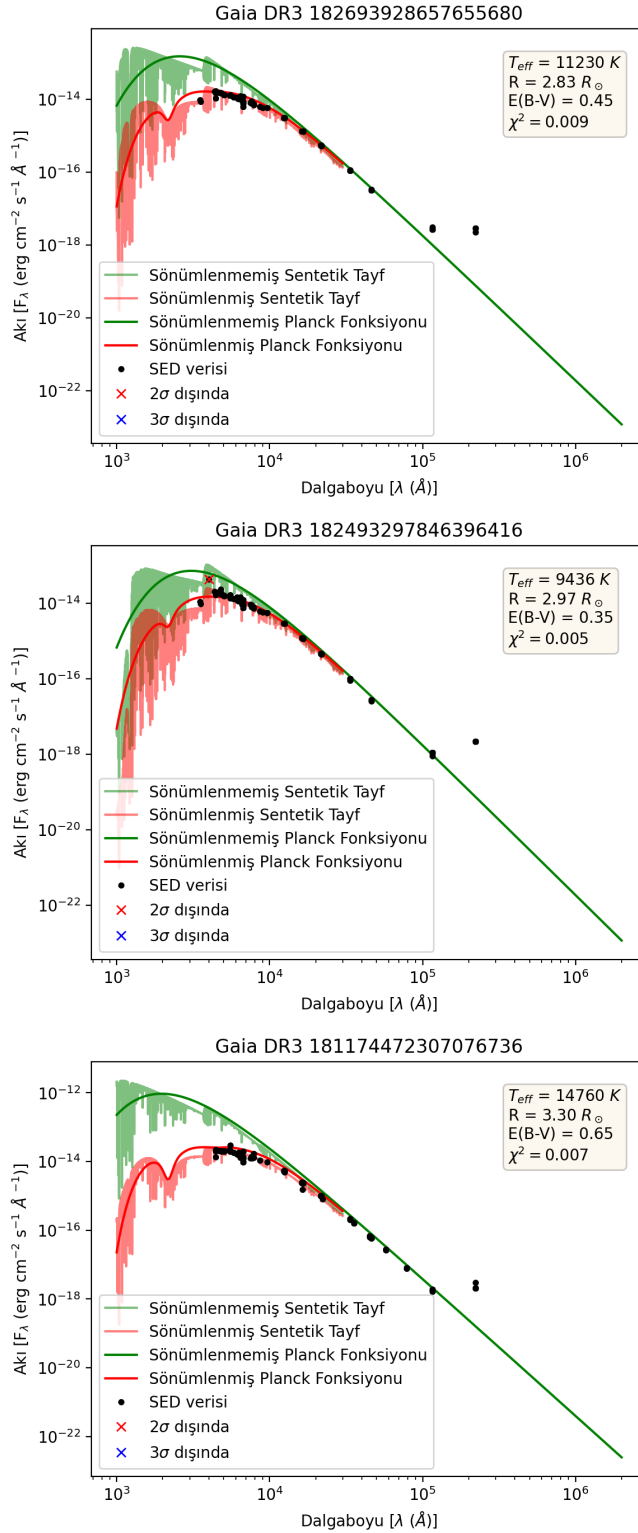
Şekil 5.19. Gaia DR3 182479657030500608, Gaia DR3 182637338169389056 ve Gaia DR3 180917770702391168 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.



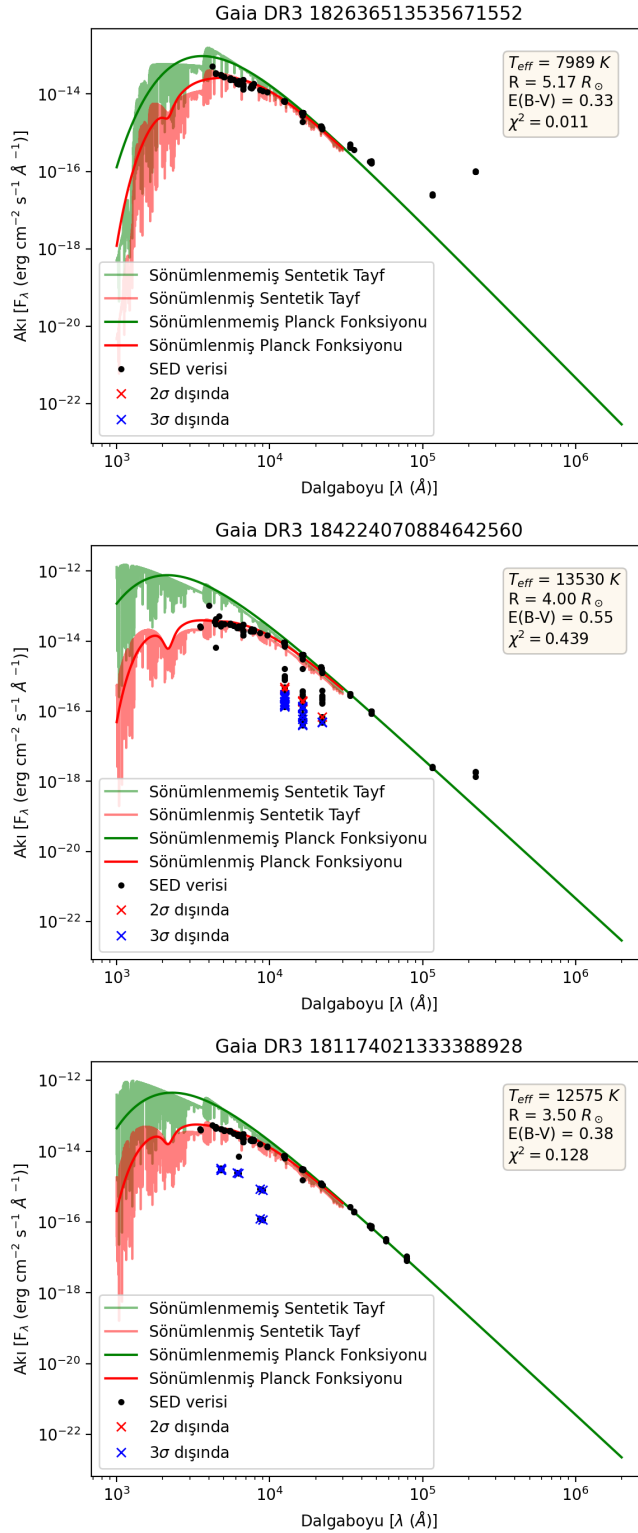
Şekil 5.20. Gaia DR3 182468700573623680, Gaia DR3 182477870324325632 ve Gaia DR3 180964770528058112 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.



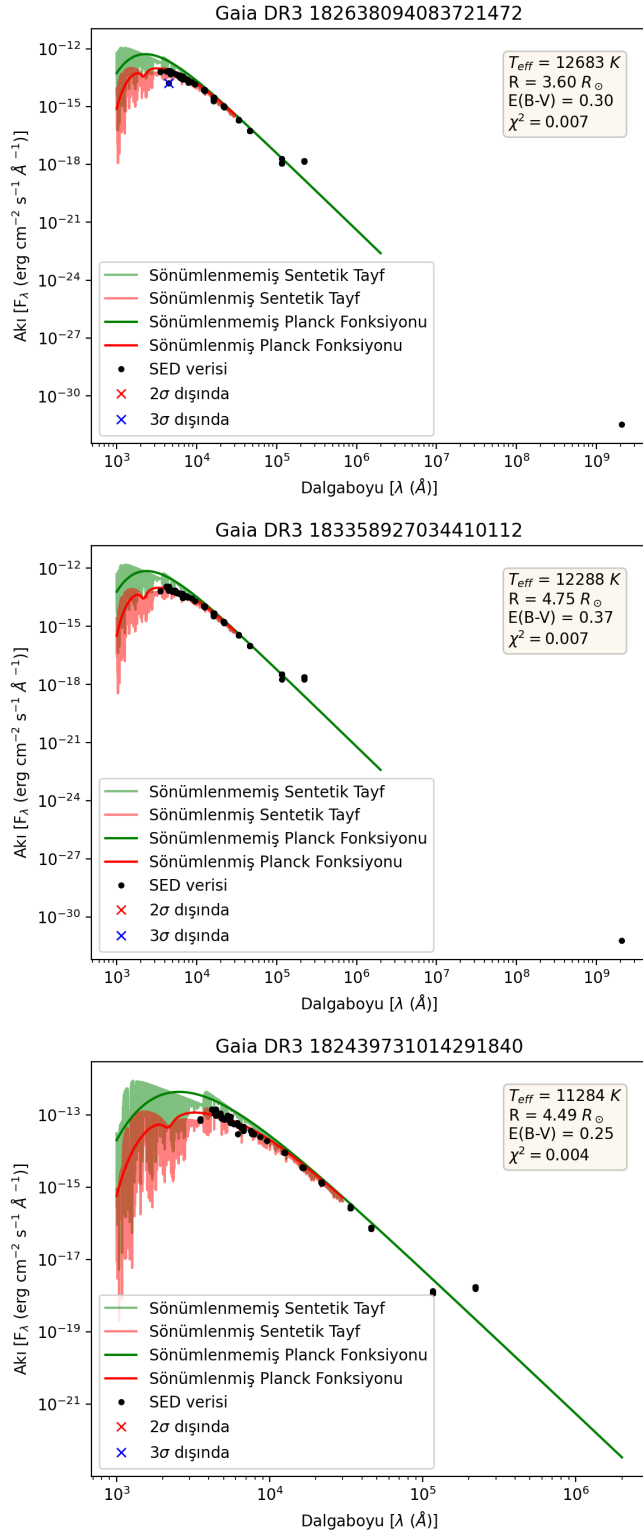
Şekil 5.21. Gaia DR3 182706573041332608, Gaia DR3 182473510936934144 ve Gaia DR3 182485365046753408 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.



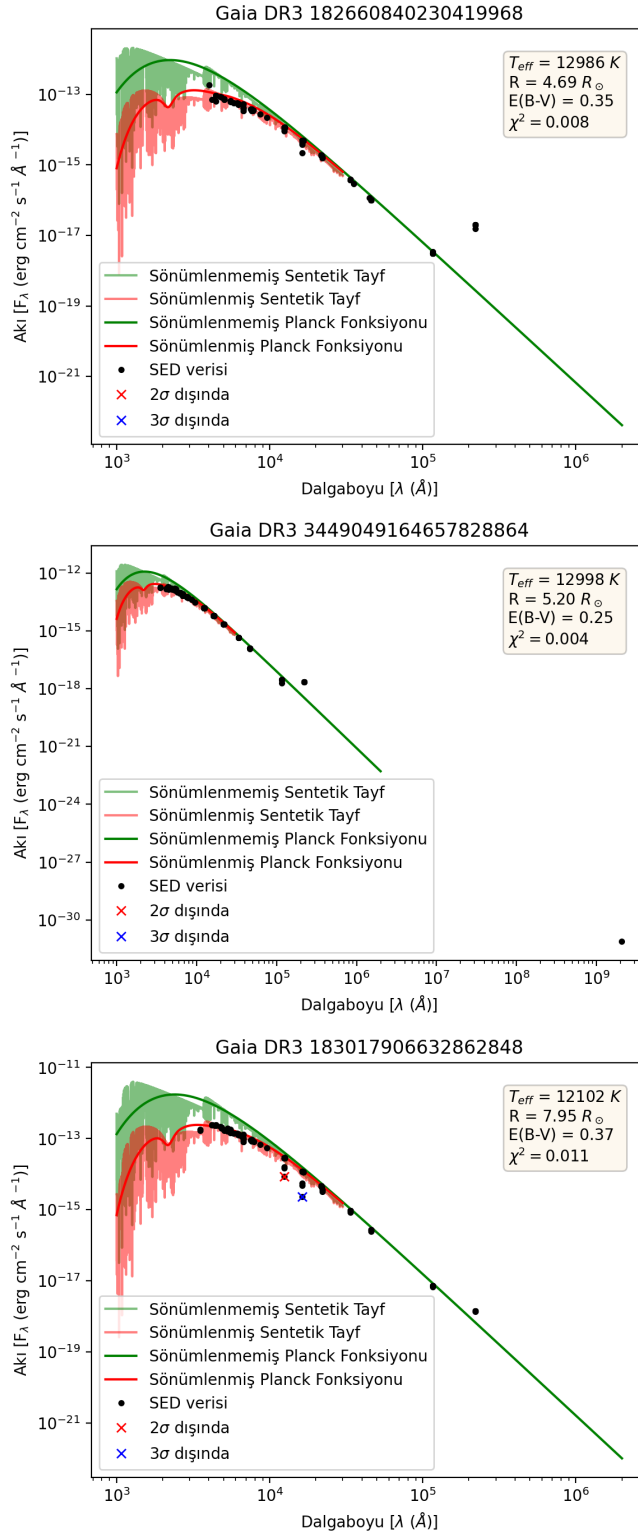
Şekil 5.22. Gaia DR3 182693928657655680, Gaia DR3 182493297846396416 ve Gaia DR3 181174472307076736 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.



Şekil 5.23. Gaia DR3 182636513535671552, Gaia DR3 184224070884642560 ve Gaia DR3 181174021333388928 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.



Şekil 5.24. Gaia DR3 182638094083721472, Gaia DR3 183358927034410112 ve Gaia DR3 182439731014291840 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.



Şekil 5.25. Gaia DR3 182660840230419968, Gaia DR3 3449049164657828864 ve Gaia DR3 183017906632862848 olarak adlandırılan yıldızların SED verileri ile en uyumlu sentetik tayfin yer aldığı grafikler.

6. KAYNAKLAR

- Bakış, V. ve Eker, Z. 2022. A Method of Improving Standard Stellar Luminosities with Multiband Standard Bolometric Corrections. *ACTA ASTRONOMICA*, 195-232.
- Eker Z., Bakış V., Bilir S., Soyduğan F., Steer I., Soyduğan E., Bakış H., Aliçavuş F., Aslan G. ve Alpsoy M. 2018. Interrelated main-sequence mass-luminosity, mass-radius, and mass-effective temperature relations. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 5491-5511.
- Eker Z., Soyduğan F., Bilir S., Bakış V., Aliçavuş F., Özer Ş., Aslan G. E., Alpsoy M., Köse Y. 2020. Empirical bolometric correction coefficients for nearby main-sequence stars in the Gaia era. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 3887-3905.
- Eker, Z. ve Bakış, V. 2023. Testing multiband (G, GBP, GRP, B, V, and TESS) standard bolometric corrections by recovering luminosity and radii of 341 host stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2440-2452.
- Hubeny, I. 1988. A computer program for calculating non-LTE model stellar atmospheres. *Computer Physics Communications*, 103-132.
- Hubeny, I. ve Lanz, T. 1995. Non-LTE Line-blanketed Model Atmospheres of Hot Stars. I. Hybrid Complete Linearization/Accelerated Lambda Iteration Method. *The Astrophysical Journal*, 875.
- Hubeny, I. ve Lanz, T. 2003. Model Photospheres with Accelerated Lambda Iteration. *Astronomical Society of the Pacific*, 51.
- Johnson, H. L. ve Morgan, W. W. 1953. Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the Revised System of the Yerkes Spectral Atlas. *The Astrophysical Journal*, 313.
- Kurucz, Robert L. 1994. Computation of Opacities for Diatomic Molecules. *Lecture Notes in Physics*, 282.

- Mel'nik, A. M. ve Dambis, A. K. 2017. Kinematics of OB-associations in Gaia epoch. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 3887-3905.
- Sbordone, L., Bonifacio, P., Castelli, F., Kurucz, R. L. 2004. ATLAS and SYNTHÉ under Linux. *Memorie della Società Astronomica Italiana Supplement*, 93.
- Schlegel, David J., Finkbeiner, Douglas P. ve Davis, Marc 1998. Maps of Dust Infrared Emission for Use in Estimation of Reddening and Cosmic Microwave Background Radiation Foregrounds. *The Astrophysical Journal*, 525-553.
- Tunç, E. 2022. Oymak-Açık Küme İlişkisinin GAIA Uydu Verileri Yardımıyla İncelenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 140-163. (Doktora tezi)

ÖZGEÇMİŞ

Yasin YALÇIN

ÖĞRENİM BİLGİLERİ:

Yüksek Lisans 2021-Devam ediyor	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı Antalya
Lisans 2015-2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü Antalya

ESERLER:

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Bakış, V., Eker, Z., Bakış, H., Kayacı, S., Yücel, G., Tunç, E., Taşpınar, Ö., Yalçın, Y., Melnik, A. ve Esendağlı, Ç. 2022. Orbital Period Changes in IO Cep, IM Cep and TX Ari: Path to Masses of Distant Components. *New Astronomy*, 93, 101754.