



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**KATAKLİSMİK DEĞİŞENLERDE YIĞILMA DİSKİNİN  
YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

**İ. Cem ULUYAZI**

**Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı**

**Danışman**

**Prof.Dr. M. Türker ÖZKAN**

**Nisan, 2010**

**İSTANBUL**



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**KATAKLİSMİK DEĞİŞENLERDE YIĞILMA DİSKİNİN  
YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

**İ. Cem ULUYAZI**

**Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı**

**Danışman**

**Prof.Dr. M. Türker ÖZKAN**

**Nisan, 2010**

**İSTANBUL**

Bu çalışma 02/04/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Danışman Adı (Danışman)  
Prof. Dr. Türker Özkan  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

Jüri Adı  
Prof. Dr. Salih Karaali  
Beykent Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi

Jüri Adı  
Prof. Dr. Talat Saygıç  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

Jüri Adı  
Doç. Dr. Tansel Ak  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

Jüri Adı  
Doç. Dr. Zeynep Gürel  
Marmara Üniversitesi  
Fen Fakültesi

## **ÖNSÖZ**

Tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü yardımdan dolayı Prof. Dr. M. Türker Özkan, Prof. Dr. A. Talat Saygıç, Doç. Dr. Ersin Göğüş'e en içten dileklerle teşekkür ederim. Eşime de tez çalışması sırasında verdiği destek ve gösterdiği sabırdan dolayı ayrıca teşekkür ediyorum. Bir dönem tez jüri üyeliğinde bulunan, 2007 yılında kaybettiğimiz Prof. Dr. F. Şenel Boydağ'ı da saygıyla anıyoruz.

**Nisan, 2010**

**Cem ULUYAZI**

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİL LİSTESİ .....	iii
TABLO LİSTESİ .....	v
SEMBOL LİSTESİ .....	vii
ÖZET .....	viii
SUMMARY .....	ix
I. GİRİŞ .....	1
II. GENEL KISIMLAR .....	2
II.1. GEÇMİŞ VE SINIFLANDIRMA .....	2
II.2. ÇEŞİTLİ DALGABOYLARINDA KATAKLİSMİK DEĞİŞENLER'İN İŞİNİMLARI .....	5
III. MALZEME VE YÖNTEM .....	11
IV. BULGULAR .....	21
V. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	46
KAYNAKLAR .....	49
ÖZGEÇMİŞ .....	52

## ŞEKİL LİSTESİ

<b>Şekil II.1</b>	: Kataklistik Değişenler’de sistem bileşenlerinin gösterimi.....	3
<b>Şekil II.2</b>	: Kutupsal sistem yapısı .....	4
<b>Şekil II.3</b>	: Yarı kutupsal sistem yapısı .....	4
<b>Şekil II.4</b>	: P Cygni profili için örnek tayf .....	6
<b>Şekil II.5</b>	: P Cygni profili oluşumunun şekil üzerinde gösterimi .....	7
<b>Şekil II.6</b>	: Yığılma diski için yüzey yoğunluğu ile sıcaklık arasındaki ilişki ve çevirimi gösteren grafik .....	8
<b>Şekil III.1</b>	: CY Lyr sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. ....	15
<b>Şekil III.2</b>	: CN Ori sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. ....	16
<b>Şekil III.3</b>	: RU Peg sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. ....	16
<b>Şekil III.4</b>	: TT Crt sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. ....	17
<b>Şekil III.5</b>	: UZ Ser sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi .....	17
<b>Şekil III.6</b>	: Sistemlerin periyodlarının histogram şeklinde gösterimi.....	18
<b>Şekil IV.1</b>	: RU Peg sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi .....	23
<b>Şekil IV.2</b>	: RU Peg sistemi IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması.....	24
<b>Şekil IV.3</b>	: Hamilton ve diğ. çalışmasında, RU Peg sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny’e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması.....	25
<b>Şekil IV.4</b>	: CY Lyr sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi.....	27
<b>Şekil IV.5</b>	: CY Lyr sistemi IUE verileri ile Tlusty – Synspec - Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması .....	28
<b>Şekil IV.6</b>	: Hamilton ve diğ. çalışmasında, CY Lyr sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny’e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması .....	29
<b>Şekil IV.7</b>	: TT Crt sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi.....	31
<b>Şekil IV.8</b>	: TT Crt sistemi IUE verileri ile Tlusty – Synspec - Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması .....	32
<b>Şekil IV.9</b>	: Hamilton ve diğ. Çalışmasında, TT Crt sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny’e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması .....	33

<b>Şekil IV.10</b>	: TW Vir sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi.....	35
<b>Şekil IV.11</b>	: TW Vir sistemi IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması. ....	36
<b>Şekil IV.12</b>	: Hamilton ve diğ. çalışmasında, TW Vir sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması .....	37
<b>Şekil IV.13</b>	: CN Ori sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi.....	39
<b>Şekil IV.14</b>	: CN Ori sistemi IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması .....	40
<b>Şekil IV.15</b>	: Hamilton ve diğ. çalışmasında, CN Ori sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması .....	41
<b>Şekil IV.16</b>	: UZ Ser sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi.....	43
<b>Şekil IV.17</b>	: UZ Ser sistemi IUE verileri ile Tlusty – Synspec - Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması .....	44
<b>Şekil IV.18</b>	: Hamilton ve diğ. çalışmasında, UZ Ser sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması .....	45

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo III.1</b>	: Tlusty programı için girilen değerler.....	13
<b>Tablo III.2</b>	: Synspec-Disksyn programları için girilen değerler.....	13
<b>Tablo III.3</b>	: Sistemlerin periyod değerlerinin tablo halinde verilışı.....	21
<b>Tablo III.4</b>	: Sistemlere ait IUE uydu verileri ile ilgili bilgiler.....	19
<b>Tablo III.5</b>	: Sistemlere ait E(B-V) değerleri.....	20
<b>Tablo IV.1</b>	: Tez çalışmasında RU Peg sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.....	22
<b>Tablo IV.2</b>	: RU Peg sistemi için Tlusty – Synspec - Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	24
<b>Tablo IV.3</b>	: RU Peg sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında, Wade ve Hubeny’e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	25
<b>Tablo IV.4</b>	: Tez çalışmasında CY Lyr sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.....	26
<b>Tablo IV.5</b>	: CY Lyr sistemi için Tlusty – Synspec - Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	28
<b>Tablo IV.6</b>	: CY Lyr sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında, Wade ve Hubeny’e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	29
<b>Tablo IV.7</b>	: Tez çalışmasında TT Crt sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.....	30
<b>Tablo IV.8</b>	: TT Crt sistemi için Tlusty – Synspec - Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	32
<b>Tablo IV.9</b>	: TT Crt sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında, Wade ve Hubeny’e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	33
<b>Tablo IV.10</b>	: Tez çalışmasında TW Vir sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.....	34
<b>Tablo IV.11</b>	: TW Vir sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.....	36
<b>Tablo IV.12</b>	: TW Vir sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında, Wade ve Hubeny’e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	37
<b>Tablo IV.13</b>	: Tez çalışmasında CN Ori sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.....	38



<b>Tablo IV.14</b>	: CN Ori sistemi için Tlustý – Synspec - Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	40
<b>Tablo IV.15</b>	: CN Ori sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında, Wade ve Hubeny'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.....	41
<b>Tablo IV.16</b>	: Tez çalışmasında UZ Ser sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.....	42
<b>Tablo IV.17</b>	: UZ Ser sistemi için Tlustý – Synspec - Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	44
<b>Tablo IV.18</b>	: UZ Ser sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında, Wade ve Hubeny'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler .....	45

## SEMBOL LİSTESİ

<b>P</b>	: Cüce novanın yörünge periyodu
<b>M<sub>bc</sub></b>	: Beyaz cüce kütlesi
<b>R<sub>bc</sub></b>	: Beyaz cüce yarıçapı
<b>d</b>	: Sisteme ait uzaklık
<b>i</b>	: Sistemin eğimi
<b>Σ</b>	: Yüzey yoğunluğu
<b>m<sub>yığ</sub></b>	: Diskteki yığılma hızı
<b>σ</b>	: Stefan–Boltzmann sabiti
<b>v<sub>θ</sub></b>	: Açısal hız
<b>M<sub>☉</sub></b>	: Güneş kütlesi

## ÖZET

### **KATAKLİSMİK DEĞİŞENLERDE YIĞILMA DİSKİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

Tez çalışmasında yığılma diskleri için morötesi dalgaboylarında sentetik tayf üretilirken en çok kullanılan bilgisayar programları (TLUSTY, SYNSPEC) [1] ile tayflar elde edilmiş, daha sonra bunlar kataklismik değişen (U Gem) sınıfından bazı sistemlerin IUE uydu gözlemleri ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan karşılaştırma ile bu sistemler için patlama evresindeki diskteki yığılma hızı değerleri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra yine patlama döneminde, yığılma diskindeki halkalar için sıcaklık değerleri bulunmuş ve diskteki sıcaklık dağılımı kontur haritası ile gösterilmiştir. Tez çalışmasında tespit edilen yığılma hızı değerleri, literatürdeki ilgili tek yayımla [3] uyumludur. Sistemler için elde edilen sıcaklık değerleri ise, yığılma diski için beklenen değer aralıkları [19] arasındadır.

Giriş ve genel kısımlar bölümünde kataklismik değişenler sınıfı hakkında genel ve tarihsel bilgiler verilmektedir. Takip eden Malzeme-Yöntem bölümünde kullanılan bilgisayar programları hakkında bilgi verilip, uydu verileri ve model tayflarının hazırlanışı anlatılmaktadır. Bulgular bölümünde, tez çalışmasında kullanılan ve elde edilen fiziksel değerlere, tayflara ve kontur haritalarına yer verilmiş, karşılaştırma amacıyla da literatürdeki ilgili çalışmadan değerler ve tayflar sunulmuştur.

En sonda yer alan Tartışma-Sonuç bölümünde ise elde edilen sonuçlar özetlenerek yığılma diskleri açısından yorumlanmış, ileride yapılabilecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

## **SUMMARY**

### **STRUCTURAL BEHAVIOURS OF ACCRETION DISKS IN CATAclySMIC VARIABLES**

In this thesis, using (TLUSTY, SYNSPEC) [1], the most widely used spectrum synthesis program for the ultraviolet wavelengths, synthetic spectra were produced and afterwards compared with IUE spectra of some systems in the U Gem subclass of cataclysmic variables.

By this comparison, the accretion rates for the disks are determined in these systems during outburst. Besides, during outburst, temperature values of the rings in the accretion disks are found and contour maps are used to represent the temperature distribution in disks. The accretion rates found for these systems are consistent with the only relevant paper [3] from the literature and temperature values of the rings in the accretion disks are in the range of expected temperature values for accretion disks [19].

In the first two chapters, a brief history and general characteristics of cataclysmic variables are given. Some information is presented regarding the computer codes (Tlusty, Synspec, Disksyn) and preparation procedures of IUE spectra and the synthetic spectra of the systems are explained in the third chapter. In chapter four, the input and the output physical values, contour maps and the synthetic spectra for the systems can be found in comparison with the results and the spectra from the relevant paper from the literature.

Finally, the results found are summarized and discussed in the context of accretion disks, and some ideas are proposed for use in future studies.

## I. GİRİŞ:

Kataklismik değişenler sınıfı incelenmeye başlandığından beri astrofizikte üzerinde en çok çalışma yapılan alanlardan biri olmuştur. Bu sınıfa ait sistemlerin yığılma disklerinde plazmaların bulunduğu fiziksel ortamlar, geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. IUE (International Ultraviolet Explorer) ve morotesi dalgaboylarında gözlem yapan diğer uydular sayesinde uydu verilerinin artması ve bunların analiz edilmesi bu sistemlerin anlaşılması açısından yararlı olmaktadır.

Genel kısımlar bölümünde kataklismik değişenler sınıfı hakkında genel ve tarihsel bilgiler verilmektedir. Takip eden Malzeme ve Yöntem bölümünde kullanılan bilgisayar programları ile uydu verilerinin ve model tayfların hazırlanışı anlatılmaktadır. Bulgular bölümünde tez çalışmasında kullanılan, elde edilen değer, tayf ve sıcaklık dağılımı haritalarına yer verilmiştir. En sonda yer alan Tartışma ve Sonuç bölümünde ise elde edilen sonuçlar özetlenerek yorumlanmış, ileride yapılabilecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Tez çalışmasında, yığılma disklerine sentetik tayf üretmek için geliştirilmiş bilgisayar programları (TLUSTY, SYNSPEC) [1] kullanılarak tayflar elde edilmiş, daha sonra bu tayflar kataklismik değişen sınıfından CY Lyr, TT Crt, TW Vir, UZ Ser, RU Peg, CN Ori sistemlerinin patlama dönemindeki uydu gözlemleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma ile incelenen sistemler için bulunmaya çalışılan, patlama evresindeki diskteki yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ ) değerleri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra yine patlama döneminde, yığılma diskindeki halkalar için sıcaklık değerleri bulunmuş ve diskteki sıcaklık dağılımı kontur haritası ile gösterilmiştir. Söz konusu sistemler için literatürde daha önce böyle bir çalışma yapılmamış olup, sistemlerin patlama evresindeki IUE uydu verileri sadece, rüzgar çizgilerinin analizi ve zamana bağlı değişimler açısından incelenmiştir.

## **II. GENEL KISIMLAR:**

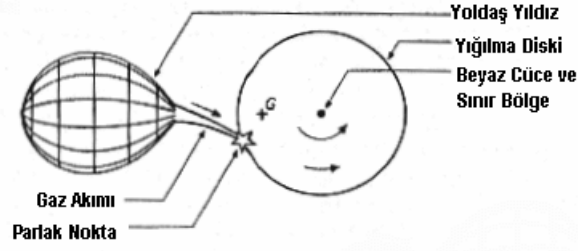
Kompakt yıldızlar etrafındaki yığılma disklerine dair ilk teoriler 1960'lı yıllarda gelişmeye başladığı zaman, kataklismik değişenler olarak adlandırılan sınıf astrofizikteki araştırma alanları arasında üst sıralardaki yerini almaya başladı. IUE (International Ultraviolet Explorer) ile 1970'lerin sonlarına doğru evrene morotesi penceresi açıldığı zaman, kataklismik değişenler astrofiziğin en ilgi çekici cisimleri haline geldi.

Özellikle Smak, Paczynski, Bath ve Mantle'in başını çektiği araştırmacılar ile çift yıldız sistemlerinde madde transferi problemi incelenmeye başlandı [4]. Yığılma diskleri hakkında en önemli çalışmalardan biri, 1970'lerin başında Shakura ve Sunyaev [5] tarafından yayınlanmıştır. Bu makalenin, çift yıldız sistemlerindeki kompakt cisimlerin etrafında yer alan yığılma diskleri hakkında öngörülen teorilerin hemen hepsine katkısı olmuştur.

### **II.1 GEÇMİŞ VE SINIFLANDIRMA:**

1950'lerde kataklismik değişenler'de gözlenen çeşitli olayların, düşük kütleli bir yoldaş yıldızdan, bir beyaz cücenin üzerine doğru madde akışının sonucu olarak gerçekleştiği fark edildi. Diğer bir deyişle kataklismik değişenler bir K veya M tipi kırmızı cüce ile etrafında bir yığılma diski olan bir beyaz cüceden oluşmuş yakın çift yıldızlardır. Şekil-II.1'de görüldüğü gibi yoldaş yıldız Roche lobunu doldurmuş ve beyaz cücenin yığılma diskine madde aktarmaktadır.

Bugün çok sayıda kataklismik değişen bilinmektedir, çoğunluğu görsel gözlemler ya da beyaz cücenin manyetik alanının kuvvetli olduğu sistemlerde X-ışın gözlemleri ile tespit edilmiştir [4].



**Şekil-II.1** Şekilde G kütle merkezidir, beyaz cücenin kütlesi, yoldaş yıldızın kütlesinin üç katı alınmıştır [6].

İlk dönemlerde kataklismik değişenler fotometrik olarak gözleendiği ve değişkenlikleri çok düzenli olmadığı için kataklismik adı verilmiştir (Yunanca kataklysmos : şiddetli, yıkıcı sel, fırtına anlamına gelir) [4]. Gözlemsel veriler arttıkça, bu cisimlerin çeşitli sebeplerden dolayı parlaklığı değişen ikili sistemler oldukları anlaşıldı; Bazılarında parlaklık değişimi daha düzenli iken (tekrarlayan novalar ve cüce novalar), bazıları sadece bir kere parlaklık değişimi (klasik novalar) gösterirler.

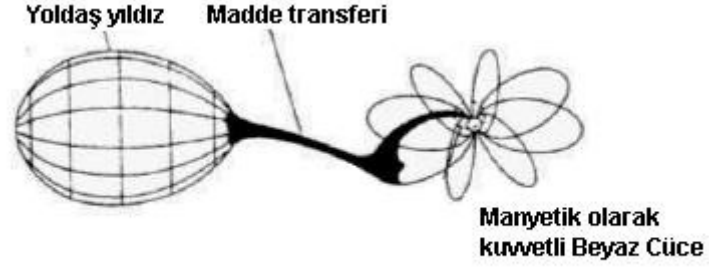
Kataklismik değişenler sınıflandırılması, görsel patlama özelliklerine göre yapılmıştır ve bu sistemler aşağıdaki şekilde dört gruba ayrılır:

- 1- Klasik Novalar
- 2-Tekrarlayan Novalar
- 3-Cüce Novalar
- 4-Nova benzeri sistemler.

Ancak bu sınıflandırma kendi içinde tam olarak tutarlı değildir. Öncelikle gözlenen yığılma davranışını göz önünde bulundurmak daha uygundur [4]. Buna göre:

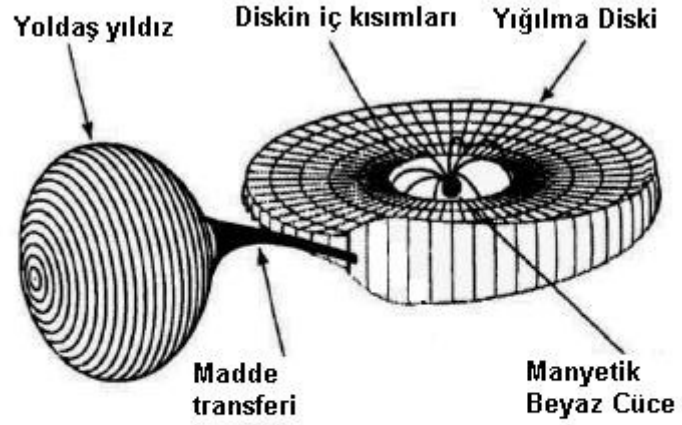
Beyaz cücedeki manyetik alanın büyüklüğüne bağlı olarak, yoldaş yıldızdan baş yıldızın doğru olan madde yığılması bir yığılma diski yoluyla (manyetik olmayan kataklismik değişenler adını alır) veya manyetik kutuplara doğru alan çizgilerini takip ederek (polar sistemler – kutupsal sistemler) veya bu ikisi birden olacak şekilde (intermediate polar sistemler – yarı kutupsal sistemler) gerçekleşebilir [4].

Kutupsal (Polar) sistemlerde beyaz cücenin manyetik alanı kuvvetli olduğundan etrafında bir yığılma diski oluşmasına engel olur ve madde manyetik alan çizgilerini takip ederek yığılır (Şekil-II.2) [4].



Şekil-II.2 Kutupsal (polar) sistem yapısı [4].

Yarı Kutupsal (intermediate polar) sistemlerde ise beyaz cücenin manyetik alanı kutupsal (polar) sistemlere göre daha zayıftır ve bir yığılma diski oluşabilir ancak diskin iç kısımları manyetik alan sebebiyle boşaltılmış haldedir (Şekil-II.3) [4].



Şekil-II.3 Yarı kutupsal (intermediate polar) sistem yapısı [4].



Yığılma yapısı kriteri ile tanımlanan son grup, manyetik olmayan kataklismik değişenlerdir. Bu sistemlerde, beyaz cüce manyetik alanı daha zayıf olduğundan, yığılma diski beyaz cücenin yüzeyine doğru genişleyebilir ve bir sınır tabaka oluşturabilir [4].

## **II.2 KATAKLİSMİK DEĞİŞENLER'DE TOPLAM IŞINIMA KATKI SAĞLAYAN BİLEŞENLER:**

Kataklismik değişenler'de toplam ışınım katkı sağlayan bileşenler şunlardır:

1-Yoldaş yıldızlar: Tayfsal tipi G8'den M6'ya değişen (buna karşılık gelen yüzey sıcaklıkları 5000-3000 K olan) soğuk anakol yıldızlarıdır. Bu yüzden toplam ışınımını büyük ölçüde sadece kırmızı ya da kızılötesi bölgededir.

2-Baş yıldızlar: Beyaz cücelerin sıcaklıkları sadece bazı durumlarda belirlenebilir: Eğimi büyük olan sistemlere ait oldukları veya yığılma diskinde düşük yığılma hızları söz konusu olduğu zaman ki bu da sakin dönemi ifade etmektedir. Beyaz cücelerin yüzey sıcaklıkları 10000 ile 50000 K arasında değişir [4].

Dolayısıyla beyaz cücelerin morötesi bölgede ışınım yapması beklenir ama eğer çok sıcak değillerse ayrıca görsel bölgede de görünürler. Ancak kataklismik değişenler'de beyaz cüceler boyut olarak yığılma diskinin yanında ihmal edilebilir kalır ve bunun sonucu olarak da ışınımını ihmal edilebilir mertebededir. Beyaz cüceler, düşük miktarda madde transferinin olduğu sistemlerde sakin dönemde görünür haldedirler ve WZ Sge sisteminin IUE gözlemlerinde olduğu gibi  $L\alpha$  soğurma çizgisinin geniş kırmızı kanadının varlığı ile kendilerini gösterirler [8].

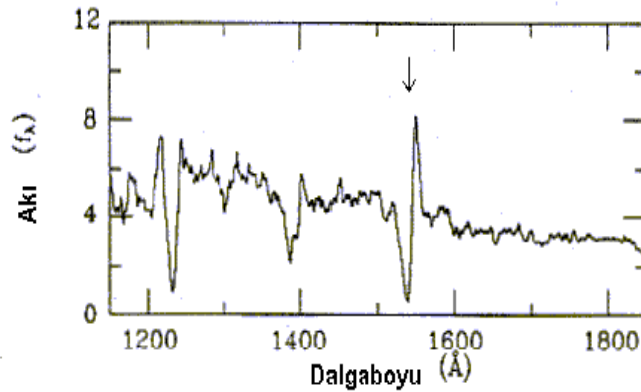
3-Sınır tabaka: Yığılma diskinden gelen ışınım genelde görsel ve morötesi bölgede yayınlanır. Yığılma hızı düşük seviyelerde iken, sınır tabaka optik olarak incedir ve sert X-ışınımı (0.1-4.5 KeV) yayınlanır, akı dağılımı termal Bremsstrahlung ışınımı ile iyi şekilde ifade edilebilir [4]. Buna karşın patlama dönemlerinde (yüksek yığılma hızlarında) sınır tabakadan gelen optikçe kalın ışınım yumuşak X-ışınları (0.18-0.5 KeV) bölgesindedir. Yumuşak X-ışınları tayfı  $KT_{\text{kcisim}} \approx 25-30$  eV mertebesindeki kara

cisim ile veya  $KT_{\text{brems}} \approx 30\text{-}40$  eV mertebesindeki Bremsstrahlung tayfi ile uyumludur [4].

4-Gaz akıntıları: Tamamen optikçe ince ve soğuktur. Çoğunlukla az miktarda madde içerir. Bu yüzden büyük olasılıkla bütün dalgaboylarında kataklismik değişenler'in toplam ışınımına olan katkısı süreklilik seviyesi açısından ihmal edilebilir. Buna karşın, kızıl ve kızılötesi bölgesindeki çizgi oluşumlarına katkısı olabilir [4].

5-Parlak Nokta: Yapıları ve ışınım karakterleri halâ tam olarak çözülmemiş bir problemdir. Birçok sistemin yörüngesel ışık eğrilerindeki periyodik olarak oluşan tepeler olarak, optik fotometriyle tespit edilebilir, buna karşılık kızılötesinde biraz daha az olarak gözlenir, morötesinde ise neredeyse hiç görülmez. Sıcaklığı  $\leq 10000$  K olmalıdır [4].

6-Rüzgarlar: Kataklismik değişenler'de IUE uydusu ile tespit edilmiş önemli gözlemsel bulgulardan biri de yüksek hızlı rüzgarlardır. Kataklismik değişenler'e dahil birçok sistem morötesi bölgede patlama sırasında C IV (1549 Å), N V (1240 Å) ve S IV (1400 Å) 'de 3000-5000 km/sn veya daha büyük hızlarda kısa dalgaboyu tarafına kaymış absorpsiyon bileşeni gösterirler. Bu çizgilerde özellikle en belirginini C IV 'te olmak üzere kırmızıya kaymış bir emisyon bileşeni de gözlenir. Bu iki bileşen "P Cygni Profili"ni oluşturur.

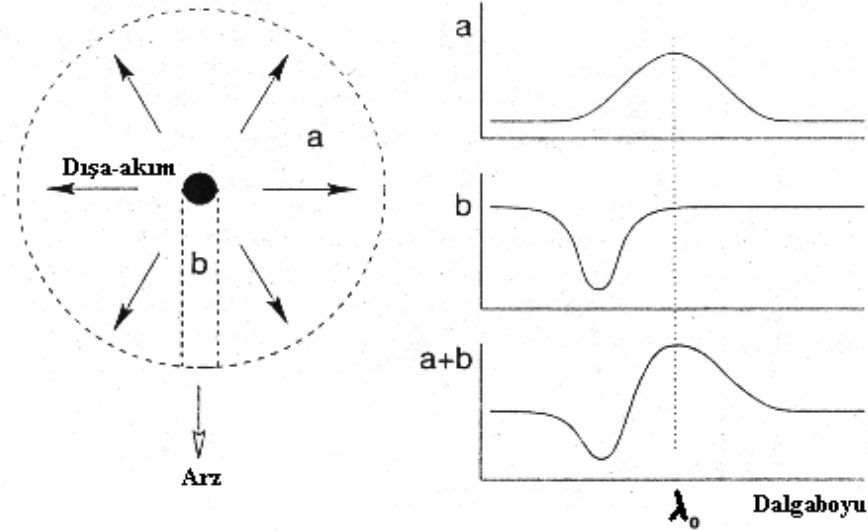


**Şekil-II.4** Cüce Nova YZ Cnc'den alınan tayfta okla gösterilen P Cygni profiline örnektir [16].

P Cygni çizgilerinin diskten uzaklaşan maddenin rüzgarlarından ortaya çıktığı düşünülmektedir [17].

P Cygni profilinin nasıl oluşabileceği şu şekilde özetlenebilir:

Süreklilik kaynağı önünde, gözlemciye doğru rüzgarın içinde gelen madde, fotonları görüş doğrultusundan dışarı doğru saçarak maviye kaymış absorpsiyon bileşenini verir (Şekil-II.5). Rüzgarın (süreklilik kaynağının arkasında kalanların dışında) diğer bütün kısımlarından, görüş doğrultusuna doğru saçılan fotonları (emisyon bileşenini) alırız (Şekil-II.5). Rüzgarın bu kısımlarının görüş doğrultusundaki hızları pozitiften negatife değiştiğinden, emisyon bileşeni,  $\lambda_0$  (geçişin dalgaboyu) etrafında kabaca simetrik gibidir.

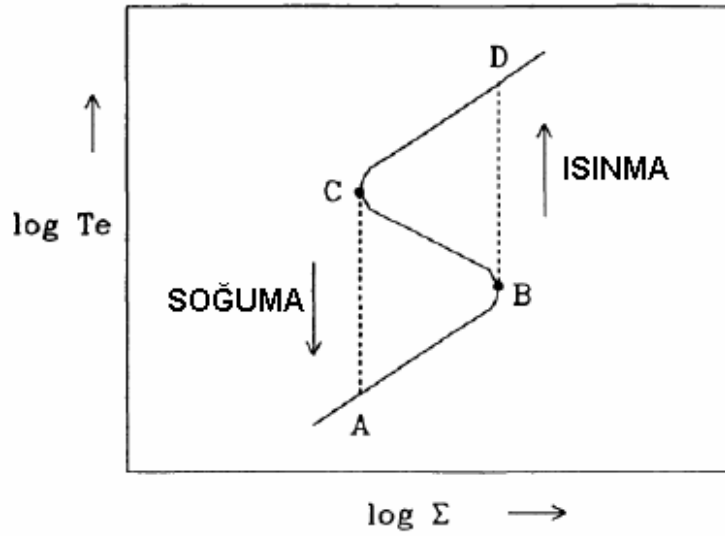


**Şekil-II.5** Üstte sol tarafta görülen diskten çıkan dışa-akımdır. Sağda en üstte (a) ile gösterilen emisyon bileşenini, ortadaki (b) absorpsiyon bileşenini ifade etmektedir. En altta (a+b) ile gösterilen ise üstteki iki bileşenin toplamından oluşan P Cygni profilidir [19].

7-Yığılma diski: Yığılma diskinden gelen gözlenen akıları açıklayabilmek için farklı uzaklıklardaki disk halkalarının kara cisim gibi ışına yaptığı düşünülür ve bunlar toplanır. Gözlenen morötesi ışınımın çok büyük çoğunluğunun diskten geldiği bu yolla anlaşılmaktadır. Yine diskten görsel bölgedeki ışınımına da bir miktar katkı söz konusudur, diskin dış kısımları ise kızılötesi bölgede kendini göstermektedir [4].

İlk olarak Meyer ve Meyer-Hofmeister 1981’de cüce nova patlamalarını açıklamak için, hidrojenin iyonlaşmasına karşılık gelen sıcaklık aralığında oluşan disk kararsızlığı mekanizmasını ortaya attılar:

Sakin dönemde diski kararlı olarak (A noktası yakınında) düşünebiliriz, ancak yoldaş yıldızdan gelen madde miktarı, viskozitenin de bu dönemde düşük olması sebebiyle, diskin iç kısımlarına yığılan madde miktarından fazla olacağından, diskin yüzey yoğunluğu giderek artacaktır. Bu artış Şekil-II.6’da B noktasına kadar devam eder, buradan itibaren disk yüksek sıcaklık ve viskozitenin söz konusu olduğu duruma geçer (D noktası). Yüksek viskozite sebebiyle diskteki madde, diskin iç kısımlarına yığılabilmektedir. Ancak bu durumda artık yoldaş yıldızdan gelen madde miktarı, diskin iç kısımlarına yığılan madde miktarından az olacağından, yüzey yoğunluğu ve sıcaklık giderek azalır. Şekil-II.6’da C noktasına geldiğinde sıcaklık ve viskozite düşer ve disk tekrar sakin döneme dönmüş olur (A noktası). [19]



**Şekil-II.6** Yığılma diski için yüzey yoğunluğu ( $\Sigma$ ) ile sıcaklık ( $T_e$ ) arasındaki ilişki ve çevirimi gösteren grafik [4].

Yığılma diskinde, beyaz cüceden uzaklaştıkça, sıcaklığın nasıl değiştiğini gösteren ifadeyi elde etmek için şu yol izlenebilir:

Diskte birim alandan, birim zamanda maddenin içe yığılması ile kaybedilen potansiyel enerji,

$$D(R) = \left( \frac{3GM_{bc}\dot{m}_{yig}}{4\pi R^3} \right) \left( 1 - \left( \frac{R_{bc}}{R} \right)^{1/2} \right) \quad (\text{II.1})$$

ile gösterilir [35]. Burada  $M_{bc}$  beyaz cüce kütleini,  $\dot{m}_{yig}$  diskteki yığılma hızını,  $R_{bc}$  ise beyaz cüce yarıçapını göstermektedir. Buna  $Q^+$  diyelim:

$$Q^+ = D(R) \quad (\text{II.2})$$

Yığılma diskinde maddenin  $T_e(R)$  olacak şekilde karacisim ışıması yaptığı düşünülürse, diskten yayınlanan enerji,

$$Q^- = 2\sigma T_e^4(R) \quad (\text{II.3})$$

ifadesi ile verilebilir. Buradaki 2 çarpanı, diskin iki yüzünden de enerji yayınlandığı için eklenmiştir. Diskten yayınlanan enerjinin ( $Q^-$ ), diskte kaybedilen enerjiye ( $Q^+$ ) eşit olduğu düşünülürse

$$Q^+ = Q^- \quad (\text{II.4})$$

ifadeleri eşitlenip düzenlendiğinde

$$T_e(R) = \left\{ \left( \frac{3GM_{bc}\dot{m}_{yig}}{8\pi\sigma R^3} \right) \left( 1 - \left( \frac{R_{bc}}{R} \right)^{1/2} \right) \right\}^{1/4} \quad (\text{II.5})$$

eşitliği elde edilir. Burada  $M_{bc}$  beyaz cüce kütlelerini,  $\dot{m}_{yig}$  diskteki yığılma hızını,  $R_{bc}$  beyaz cüce yarıçapını,  $\sigma$  ise Stefan–Boltzmann sabitini göstermektedir. (II.5) eşitliği yığılma diskinde, beyaz cüceden uzaklaştıkça yani  $R$ 'ye bağlı olarak, sıcaklığın nasıl değiştiğini göstermektedir.

Hubeny I. ve Lanz T. [23] tarafından geliştirilen (TLUSTY, SYNSPEC, DISKSYN) [1] programları yığılma diski üzerindeki halkalara ait sıcaklıkları hesaplar (II.5) ifadesini kullanmaktadır. Tez çalışmasında da bu programlar ile, incelenen sistemlerin patlama döneminde, yığılma diskindeki halkaların sıcaklık değerleri bulunarak, tablo halinde Bulgular bölümünde verilmiştir. Ayrıca bulunan sıcaklık değerlerinden itibaren diskteki sıcaklık dağılımı kontur haritası ile gösterilmiştir. Sıcaklık haritaları oluşturulurken diskteki halkaların ve beyaz cücenin orantılı büyüklükleri kullanılmıştır. Bunun yanı sıra incelenen sistemlerin IUE uydu gözlemleri ile (TLUSTY, SYNSPEC, DISKSYN) programlarının ürettiği tayflar karşılaştırılarak, sistemler için bulunmaya çalışılan, patlama evresinde diskteki yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ ) değerleri tespit edilmiştir.

### III. MALZEME ve YÖNTEM:

(TLUSTY, SYNSPEC) [1], özellikle morötesi dalgaboylarında, yığılma diskleri için tayf üretmek amacıyla hazırlanmış, literatürde en fazla kullanılan bilgisayar programlarıdır. Tez çalışmasında bu programlar vasıtasıyla tayflar elde edilerek kataklismik değişen sınıftan CY Lyr, TT Crt, TW Vir, UZ Ser, RU Peg, CN Ori sistemlerinin, patlama evresindeki uydu gözlemleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma ile incelenen sistemlerin patlama evresinde hem diskteki yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ ) değerleri hem de yığılma diskindeki halkaların sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. Literatürdeki birçok makalede benzer sistemler için  $\dot{m}_{yig}$  değerleri bulunmaya çalışılmaktadır. Ek olarak tezde elde edilen diskteki yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ ) değerleri, literatürdeki ilgili tek çalışma [3] ile karşılaştırılmıştır.

Tlusty ver.202 ve Synspec ver.43 programlarını çalışır hale getirmek için şu aşamalar gerçekleştirilmiştir: Öncelikle ilgili internet sitesinden [22] programların kaynak kodları elde edilmiştir. Daha sonra SUSE 10.0 Linux işletim sistemi üzerinde GNU Fortran (GCC-3.4.6) derleyicisi kurulup yapılandırılmıştır. Tlusty ver.202 kaynak kodunun derleme işlemi Tlusty kılavuzundaki [23] komutlara uygun olarak yapılmıştır. Synspec ver.43 programının kaynak kodlarını GNU Fortran derleyicisi ile derleyebilmek için ise gerekli program düzeltmeleri internet sitesinden [24] elde edildikten sonra bu derleme işlemi kılavuzdaki [25] komutlara uygun olarak gerçekleştirildi.

(TLUSTY, SYNSPEC) [1] programlarının ele aldığı yığılma diskleri, eksenel simetriye sahip olup, disk düzleminden yukarı yönde (z-yönünde) hidrostatik denge söz konusudur. Ek olarak disk geometrik olarak ince ve Kepleryen dönmeye sahiptir, diğer bir deyişle diskteki gaz, beyaz cüce etrafında dairesel yörüngede hareket etmektedir. Bu hareket esnasında merkezkaç kuvveti ile kütle çekim kuvveti birbirini dengelemektedir:

$$\frac{v_{\Theta}^2}{r} = \frac{GM}{r^2} \quad (\text{III.1})$$

(III.1) eşitliğinde  $v_{\Theta}$  açısal hızı göstermektedir. Bunun yanı sıra diskteki diferansiyel dönme sebebi ile paralel akışkan tabakalarının birbirine göre görelî hareketleri söz konusudur. Bu görelî hareketlerin sonucu olarak viskozite etkisiyle gaz potansiyel enerji kaybeder ve kaybedilen enerji de karacisim ışıması ile diskten (II.3) ile yayınlanır.

$$Q^- = 2\sigma T_e^4(R)$$

Bir başka deyişle diskte viskozite ile kaybedilen enerji (II.4) uyarınca karacisim ışıması şeklinde yayınlanan enerjiye eşittir.

$$Q^+ = Q^-$$

Yığılma diskinde ait yüzey yoğunluğu ise Shakura ve Sunyaev'in 1973'te geliştirdiği standart disk modeline [5] uygundur [23].

$$v\Sigma = \frac{\dot{m}_{yig}}{3\pi} \left( 1 - \left( \frac{R_{bc}}{R} \right)^{1/2} \right) \quad (\text{III.2})$$

Burada  $v$  viskoziteyi,  $\Sigma$  ise diskteki yüzey yoğunluğunu göstermektedir.

$$T_e(R) = \left\{ \left( \frac{3GM_{bc}\dot{m}_{yig}}{8\pi\sigma R^3} \right) \left( 1 - \left( \frac{R_{bc}}{R} \right)^{1/2} \right) \right\}^{1/4}$$



(II.5) eşitliği ile söz konusu programlar yığılma diskinde, beyaz cüceden R kadar uzaktaki bir halkada, sıcaklığın nasıl değiştiğini hesaplamaktadır. Burada  $M_{bc}$  beyaz cüce kütlelerini,  $\dot{m}_{yig}$  diskteki yığılma hızını,  $R_{bc}$  beyaz cüce yarıçapını,  $\sigma$  ise Stefan–Boltzmann sabitini göstermektedir. Madde, yığılma diskinde Alfvén yarıçapına kadar içe doğru yığılabilmektedir.

Plusty ver.202 programının yığılma diskindeki bir halkanın model atmosferini üretebilmesi için gerekli parametreler şunlardır:

**Tablo-III.1** Plusty programı için girilen değerler.

<b>TLUSTY PROGRAMI İÇİN GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<b><i>Değer Adı:</i></b>	<b><i>Birim:</i></b>
Beyaz cüce kütlesi ( $M_{bc}$ )	$M_{\odot}$
Beyaz cüce yarıçapı ( $R_{bc}$ )	cm
Diskteki yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ )	$M_{\odot}/yıl$
Diskteki halkanın $R_{bc}$ cinsinden beyaz cüceden uzaklığı	$R/R_{bc}$

Synspec ver.43 programının yığılma diskindeki bir halkaya ait tayf üretebilmesi için gerekli büyüklükler ise şunlardır:

**Tablo-III.2** Synspec-Disksyn programları için girilen değerler.

<b>SYNSPEC VE DİSKSYN PROGRAMLARI İÇİN GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<b><i>Değer Adı:</i></b>	<b><i>Birim:</i></b>
Beyaz cüce kütlesi ( $M_{bc}$ )	$M_{\odot}$
Beyaz cüce yarıçapı ( $R_{bc}$ )	cm
Uzaklık (d):	pc.
Eğim (i):	Derece

Bunların yanı sıra Synspec ver.43 programı, Plusty ver.202 programının ürettiği model atmosferini de kullanmaktadır.

Plusty ver.202 programı, verilen girdi dosyalarını kullanarak bir model atmosferi oluştururken, Synspec ver.43 programı, Plusty ver.202 programının çıktı dosyalarını ve yukarıda tabloda gösterilen büyüklükleri kullanarak seçilebilen bir dalgaboyu aralığında sentetik tayf üretmektedir.

Girdi dosyalarının Plusty ver.202 ve Synspec ver.43 programlarına verilmesi ve çıktıların çeşitli dosyalara yönlmesi için Linux Kabuk Programlama (Linux Shell Scripting) komutlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla ilgili çalışmalar yapılarak gerekli komutlar tespit edilmiştir.

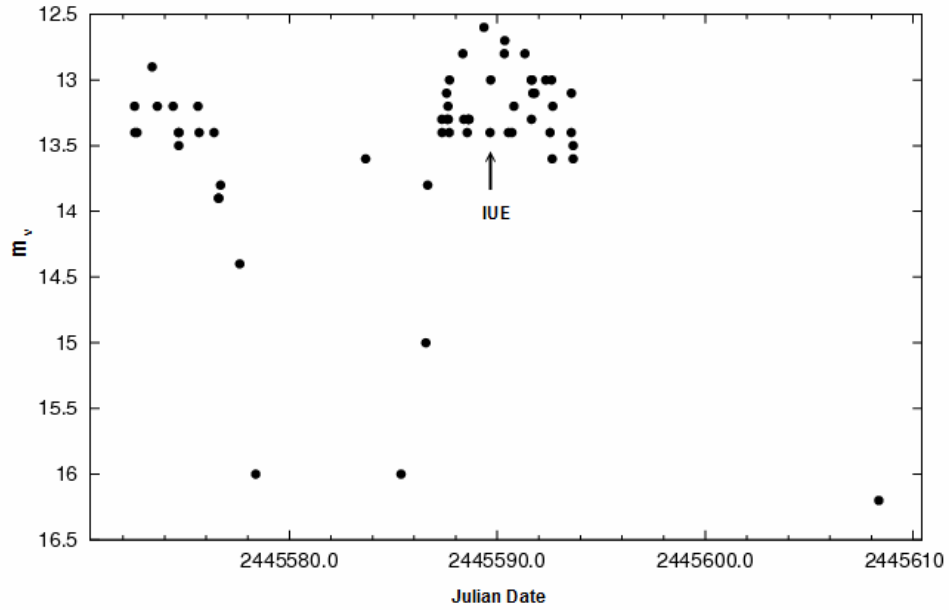
Plusty ver.202 ve Synspec ver.43 programları yığılma diski üzerindeki beyaz cüceden verilen bir R uzaklığındaki bir halka için tayf üretmektedir. Söz konusu programlarda yığılma diski, beyaz cüceden farklı uzaklıktaki halkaların toplamı olarak düşünüldüğünden bu halkalara ait tayfları integre ederek uydu gözlemleri ile karşılaştırılabilir tayfı verecek program ise Disksyn'dir. Bu program da yazılımcısı (Ivan Hubeny – Arizona Üniversitesi/ABD) ile iletişime geçilerek elde edilmiş ve çalışır hale getirilmiştir. Plusty ver.202 ve Synspec ver.43 programlarının, Disksyn programı ile her disk halkası için tekrar ve müdahale gerektirmeden çalışması için bir miktar daha Linux Kabuk Programlama script'leri hazırlanmıştır.

Çalışmanın takip eden bölümünde literatürde Plusty ve Synspec programları kullanılarak yapılan makaleler incelenmiştir. Bu makalelerde IUE (International Ultraviolet Explorer), HST (Hubble Space Telescope), FUSE (Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer) uyduları ile kataklismik değişen sınıftan çeşitli sistemler için alınan veriler analiz edilmiştir. Yapılacak çalışma için bunların arasından U Gem tipi sistemler seçilmiştir. Manyetik olan sistemlere göre fiziksel olarak daha az karmaşık bir yapıda olmalarından dolayı ve doktora öğrenimi süresince bu sınıfla ilgili literatür çalışmaları ayrıntılı incelenmiş olduğu için, analizlerde U gem tipi sistemler üzerinde durulacaktır. U gem tipi değişen yıldızlar birkaç hafta ile iki yıl arasında değişebilen sürelerde patlama gösterirler, patlamalar sırasında parlaklıkları 2 - 5 kadir kadar artar [4]. Bahsedilen makalelerin yanısıra, isimleri tespit edilen U Gem tipi sistemlerin

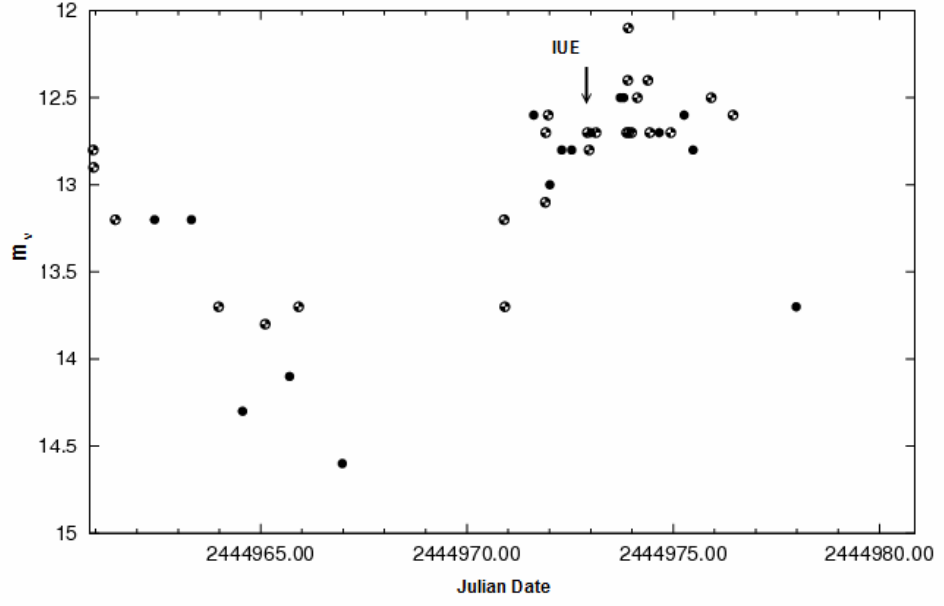
yukarıda ismi geçen uydularca gözlemlerinin mevcut olup olmadığı ve bunların bir makalede yayınlanıp yayınlanmadığı da araştırılmıştır.

U Gem tipinde; TW Vir, TT Crt, RU Peg, UZ Ser, CY Lyr, CN Ori sistemlerinin, patlama evrelerine ait IUE uydusu ile alınan verilerin tezde planlanan çalışma için uygun olduğu tespit edilmiştir. Literatürde bu sistemlerin patlama evresindeki IUE uydu verileri hep rüzgar çizgilerinin incelenmesi ve zamana bağlı değişimleri belirleyebilmek amacıyla kullanılmıştır. Sadece Hamilton ve diğ. [3], Wade ve Hubeny'e ait hazır tablolardaki tayfları [26] kullanarak, bu sistemler için,  $m_{yig}$  değerleri tespit etmişlerdir ancak yığılma diskindeki halkaların sıcaklık değerleri ile ilgili bir çalışma mevcut değildir.

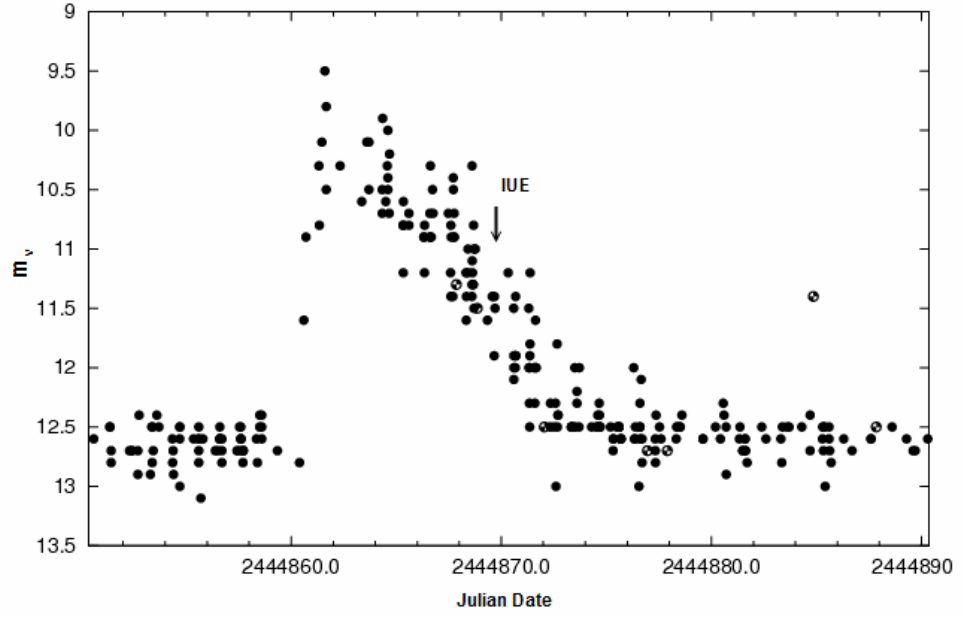
Seçilen sistemlerin IUE verileri alındığı döneme ait AAVSO ışık eğrileri şekil (III.1-5)'te görülmektedir.



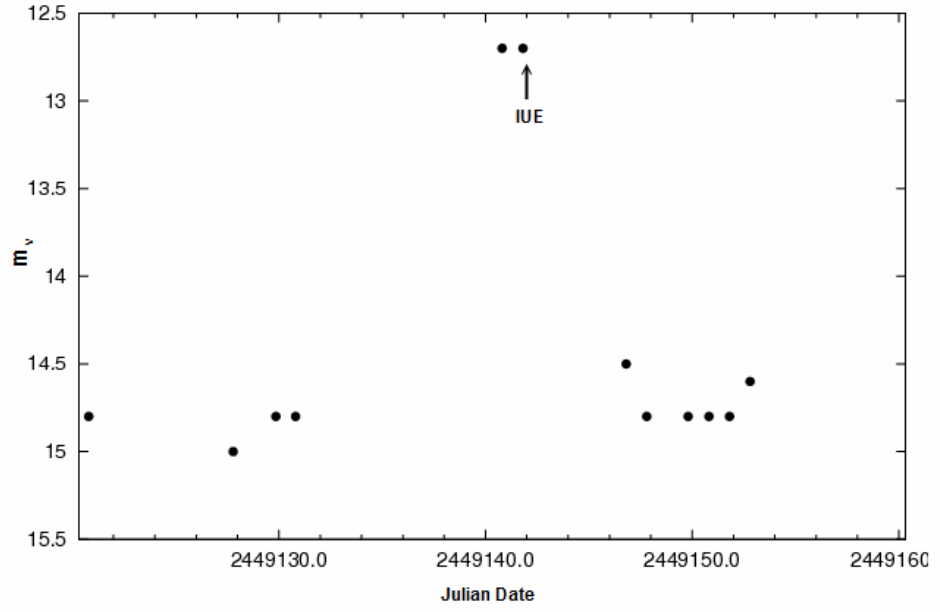
**Şekil-III.1** CY Lyr sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. IUE gözlemi ok ile gösterilmiştir.



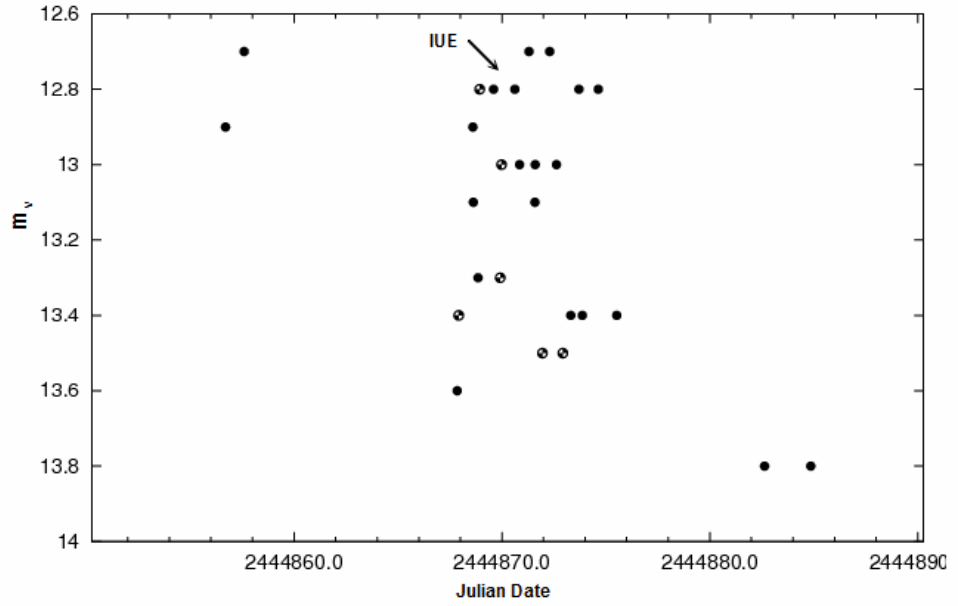
**Şekil-III.2** CN Ori sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. IUE gözlemi ok ile gösterilmiştir. Şekilde siyah noktalar tam kontrolleri yapılmış ölçümleri, siyah-beyaz noktalar ise ön kontrolleri yapılmış ölçümleri göstermektedir.



**Şekil-III.3** RU Peg sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. IUE gözlemi ok ile gösterilmiştir. Şekilde siyah noktalar tam kontrolleri yapılmış ölçümleri, siyah-beyaz noktalar ise ön kontrolleri yapılmış ölçümleri göstermektedir.

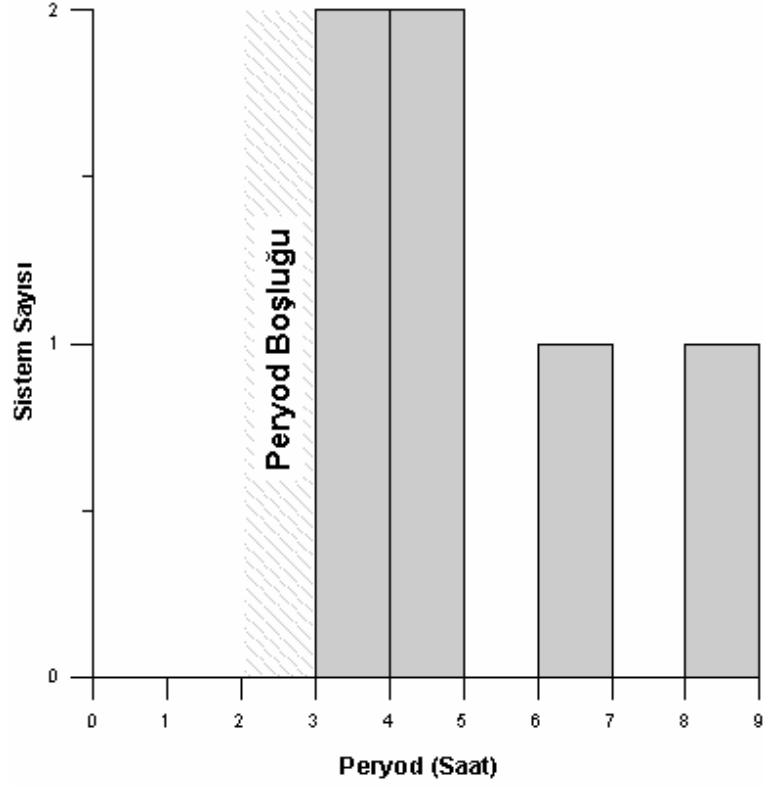


**Şekil-III.4** TT Crt sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. IUE gözlemi ok ile gösterilmiştir.



**Şekil-III.5** UZ Ser sisteminin IUE verileri alındığı döneme ait patlama evresi AAVSO ışık eğrisi. IUE gözlemi ok ile gösterilmiştir. Şekilde siyah noktalar tam kontrolleri yapılmış ölçümleri, siyah-beyaz noktalar ise ön kontrolleri yapılmış ölçümleri göstermektedir.

TW Vir sistemi için IUE verileri alındığı döneme AAVSO ışık eğrisi bulunmamaktadır.



Şekil-III.6 Sistemlerin periyodlarının histogram şeklinde gösterimi. Bütün sistemlerin periyodları, periyod boşluğunun yukarısında kalmaktadır.

Tablo-III.3 Sistemlerin periyod değerlerinin tablo halinde verilışı.

<b>SİSTEMLERE AİT PERİYOD DEĞERLERİ:</b>		
<i>Sistem Adı:</i>	<i>Peryod (Saat):</i>	<i>Ref:</i>
<i>CY Lyr</i>	3.81	[3]
<i>CN Ori</i>	3.91	[34]
<i>RU Peg</i>	8.99	[10]
<i>TT Crt</i>	6.33	[11]
<i>UZ Ser</i>	4.15	[34]
<i>TW Vir</i>	4.36	[9]

Sistemler belirlendikten sonra, TW Vir, TT Crt, RU Peg, UZ Ser, CY Lyr ve CN Ori'ye ait patlama evresinde IUE uydusu ile alınan veriler Multimission Archive at Space Telescope (MAST) IUE arşivinden elde edilmiştir [27]. Alınan SWP tayfları 5 Å çözünürlükte ve 1170 - 2000 Å aralığındadır. Tayflar geniş açıklıkta düşük dispersiyon ile alınmıştır. Verilerin analizleri sırasında kullanılacak olan IDL 6.0 (Interactive Data Language) ortamı hazırlanmış, çalışması için gerekli komutlar hakkında araştırma yapılarak, notlar çıkarılmıştır.

**Tablo-III.4** Sistemlere ait IUE uydu verileri ile ilgili bilgiler.

<b>SİSTEMLERE AİT IUE UYDUSU VERİLERİ:</b>			
<i>Sistem Adı:</i>	<i>Gözlem Dosyası Adı:</i>	<i>Gözlem Tarihi:</i>	<i>Gözlem Süresi (sn):</i>
<i>CY Lyr</i>	SWP21030	1983-09-12	3600
<i>CN Ori</i>	SWP15950	1982-01-04	2400
<i>RU Peg</i>	SWP15079	1981-09-22	840
<i>TT Crt</i>	SWP47805	1993-06-04	3300
<i>UZ Ser</i>	SWP15078	1981-09-22	2400
<i>TW Vir</i>	SWP10951	1981-01-03	3600

Elde edilen verilere daha sonra Massa ve Fitzpatrick [28] akı kalibrasyon düzeltmeleri yapılmıştır. Düzeltmeler için gerekli IDL kodu [29] ve onun çalışması için gerekli olan diğer IDL yazılımları (IDL Astronomy User's Library) [30] elde edilerek verilere uygulanmış ve çeşitli sistematik etkiler temizlenmiştir. Düzeltmelerin ayrıntıları Massa ve Fitzpatrick [28] makalesinde incelenebilir.

Daha sonra sistemlere ait verilerin yıldızlararası ortamdan kaynaklanan kızarmadan arındırılması için International Ultraviolet Explorer (IUE) Data Analysis Center'ın geliştirdiği IDL yazılım kütüphaneleri [31] alınarak, içinde bulunan IDL kodu UNRED kullanılmıştır. Literatürden alınan E(B-V) değerleri UNRED koduna verilerek düzeltmeler yapılmıştır.

**Tablo-III.5** Sistemlere ait E(B-V) değerleri.

<b>SİSTEMLERE AİT E(B-V) DEğERLERİ:</b>		
<i>Sistem adı:</i>	<i>E(B-V):</i>	<i>Ref:</i>
<i>CY Lyr</i>	0.18	[3]
<i>CN Ori</i>	0	[3]
<i>RU Peg</i>	0	[3]
<i>TT Crt</i>	0	[3]
<i>UZ Ser</i>	0.35	[3]
<i>TW Vir</i>	0	[3]

Bu şekilde söz konusu sistemlerin IUE verileri, Tlusty ve Synspec programları ile üretilecek sentetik tayflar ile karşılaştırılabilir hale gelmiştir. Bu sistemler için Tlusty, Synspec ve Disksyn programları ile yığılma diskindeki halkalara ait sentetik tayflar üretildikten sonra, bunlardan diskin tamamı için tek bir sentetik tayf elde edilip, IUE uydusu verileri ile karşılaştırılmak üzere hazırlanmıştır.

Programlara girdi olarak yukarıda Tablo III.1 ve III.2’de belirtilen büyüklükler verilerek, TW Vir, TT Crt, RU Peg, UZ Ser, CY Lyr, CN Ori sistemlerinin uydu verileri ile karşılaştırılabilecek tayflar oluşturulmuştur. Tek serbest parametre olan  $\dot{m}_{yig}$  değerleri belirlenirken, uydu verilerinin Tlusty, Synspec, Disksyn programları kullanılarak üretilen tayflarla karşılaştırılmasında, uyumun sağlandığı  $\dot{m}_{yig}$  değerleri alınmıştır. Uyumun sağlandığına karar verilirken indirgenmiş  $\chi^2$  değerleri kullanılmıştır. Yine uyumun sağlandığı  $\dot{m}_{yig}$  değerleri belirlendiğinde, programlardan diskteki halkalar için sıcaklık değerleri alınmıştır.

Sıcaklık değerleri tespit edildikten sonra sistemlerin yığılma diskindeki patlama evresine ait sıcaklık dağılımı kontur haritası ile gösterilmiştir. Sistemlere ait sıcaklıkların değer aralıkları bir renk ölçeğine yerleştirilerek her sistem için aynı ölçek kullanılmıştır. Bunun yanı sıra sıcaklık haritaları oluşturulurken diskteki halkaların ve beyaz cücenin orantılı büyüklükleri (tablolarda da verilerek) kullanılmıştır.



#### IV. BULGULAR:

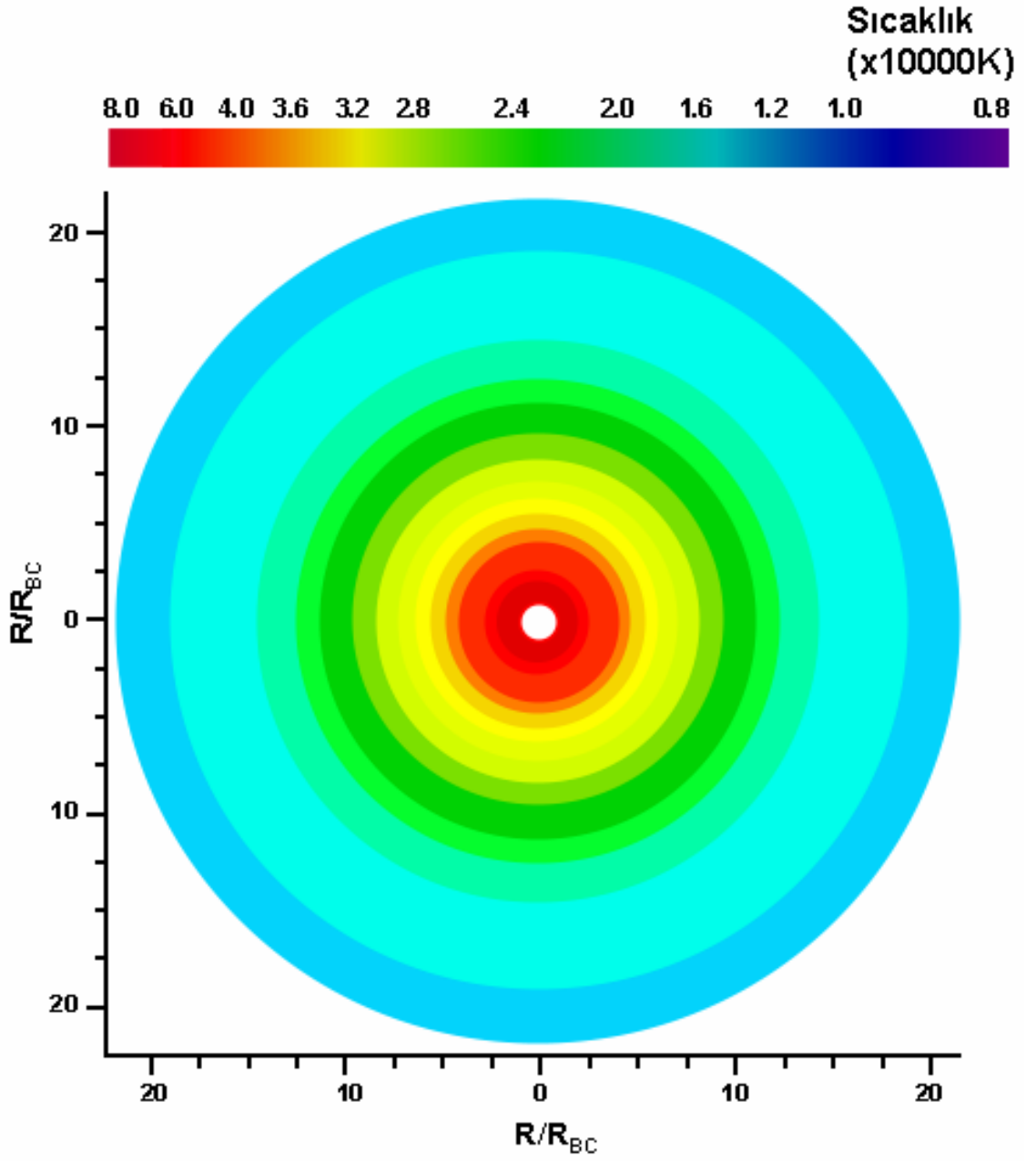
Bu bölümde CY Lyr, TT Crt, TW Vir, UZ Ser, RU Peg, CN Ori sistemlerinin patlama evrelerine ait IUE uydusu ile alınan verilerinin analizleri yer almaktadır. Öncelikle her sistem için Tlusty, Synspec ve Disksyn programları kullanılarak, patlama dönemi için tespit edilen, yığılma diskindeki halkaların sıcaklık değerleri tablo olarak verilmiştir. Bu tablolarda, diskteki her halkanın beyaz cüceden uzaklığı ve elde edilen sıcaklık değeri görülmektedir. Halkaların beyaz cüceden uzaklığı için kullanılan değerler Wade ve Hubeny'nin kullandığı değerler [26] ile aynıdır. Wade ve Hubeny ise bu değerleri, sıcaklık değişimlerini iyi örnekleyebilecek şekilde seçmişler, yaklaşık olarak 10000 K'den daha düşük sıcaklıklardaki diskin dış kısımları morötesi ışınımına fazla katkıda bulunmayacağından, diskin en dış kısmını bu sıcaklıktaki halkalar olarak almışlardır [26]. Değerlerin tablo olarak verilmesinin ardından diskteki sıcaklık dağılımı kontur haritası ile gösterilmiştir. Kontur haritalarında diskteki halkaların ve beyaz cücenin büyüklükleri orantılıdır. Kontur haritalarını takiben sistemlerin patlama evrelerine ait IUE uydusu ile alınan verilerinin, Tlusty, Synspec ve Disksyn programları ile üretilen tayflarla karşılaştırılması verilmiştir. Karşılaştırmalar ile beraber girdi olarak kullanılan değerler ile patlama evresindeki diskteki yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ ) değerleri gösterilmiştir.

Wade ve Hubeny, Tlusty, Synspec, Disksyn programlarını kullanarak bazı beyaz cüce kütlesi, yarıçapı,  $\dot{m}_{yig}$  değerleri için elde edilen tayflardan oluşan, hazır tablolar üretmiştir [26]. Daha sonra birçok araştırmacı tarafından kataklismik değişenler sınıfından çeşitli sistemlerin morötesi dalgaboylarındaki uydu verileri ile bu tablolardaki tayflar karşılaştırılarak sistemler için  $\dot{m}_{yig}$  değerleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Hamilton ve diğ. [3] ise, Wade ve Hubeny'e ait hazır tablolardaki tayfları [26] kullanarak, TW Vir, TT Crt, RU Peg, UZ Ser, CY Lyr, CN Ori sistemlerinin patlama evrelerine ait IUE uydusu ile alınan verileri için  $\dot{m}_{yig}$  değerleri elde etmişlerdir.

Tezde elde edilen tayflarla, IUE uydusu ile alınan verilerinin karşılaştırılmasının hemen arkasından, her sistem için, Hamilton ve diğ.'nin [3], Wade ve Hubeny'e ait hazır tablolardaki tayfları [26] kullanarak, aynı uydu verileri için, kullandığı ve elde ettiği değerler ile tayf, karşılaştırma amacıyla verilmiştir. Hamilton ve diğ.'nin yığılma diskindeki halkaların sıcaklık değerleriyle ilgili bir çalışması yoktur. Ek bilgi olarak bu sistemler için tezde girdi olarak kullanılan değerler, Hamilton ve diğ.'nin [3] çalışmasındaki değerler ile aynıdır.

**Tablo-IV.1** Tez çalışmasında RU Peg sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.

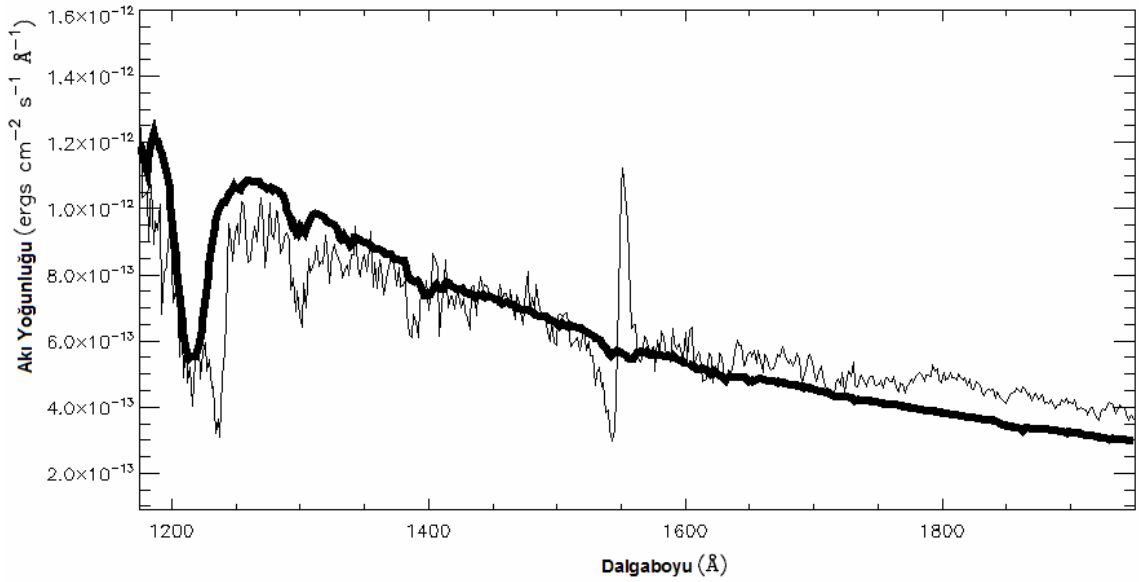
<b>RU Peg YIĞILMA DİSKİNDEKİ HALKALAR İÇİN ELDE EDİLEN SICAKLIK DEĞERLERİ:</b>			
<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>	<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>
1.05	53527	5.40	34560
1.20	66775	6.20	30636
1.36	68749	7.10	28803
1.56	67457	8.20	26119
1.80	64416	9.40	23782
2.05	60953	10.80	21602
2.35	57010	12.40	19617
2.70	52918	14.30	17747
3.10	48901	16.40	16108
3.55	45097	18.90	14562
4.10	41252	21.70	13194
4.70	37821		



**Şekil-IV.1** RU Peg sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi. Haritanın hemen üst kısmındaki ölçekte renklerin temsil ettiği sıcaklıklar verilmektedir. Beyaz cüce merkezde  $R$  yarıçapındaki beyaz daire ile gösterilirken, halkaların yerleşimi de beyaz cüceye olan uzaklıklarına uygun şekildedir.

**Tablo-IV.2** RU Peg sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler. Girilen değerler [3] numaralı referanstan alınmıştır.

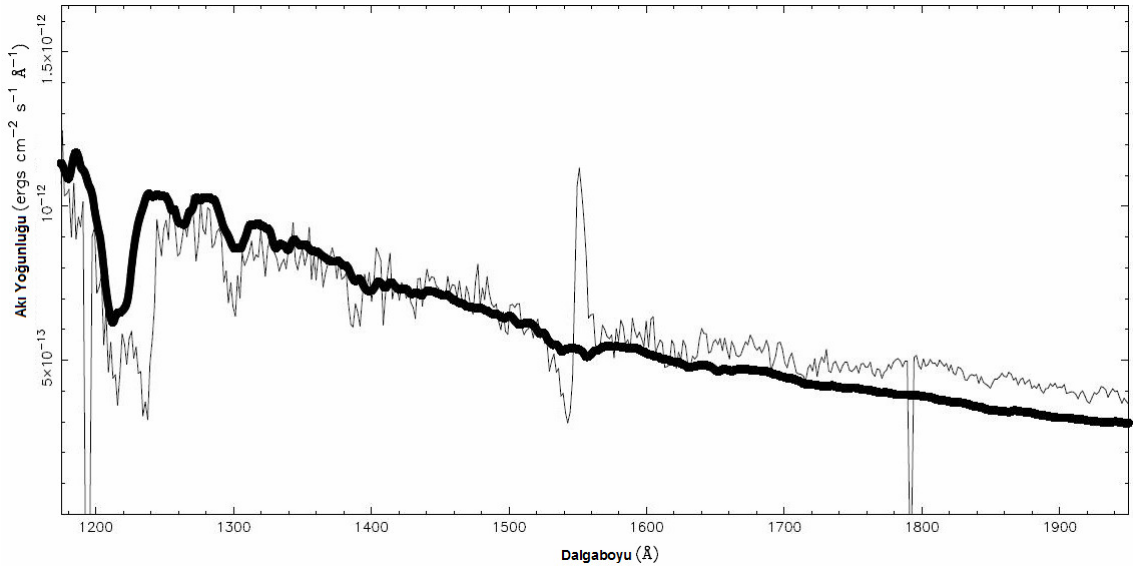
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	RU Peg
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	1.21 $M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	3.78.10 <sup>8</sup> cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	282 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	41°
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	1.0.10 <sup>-9</sup> $M_{\odot}$ /yıl
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	19



**Şekil-IV.2** RU Peg sisteminin IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması.

**Tablo-IV.3** RU Peg sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], Wade ve Hubeny [26]'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.

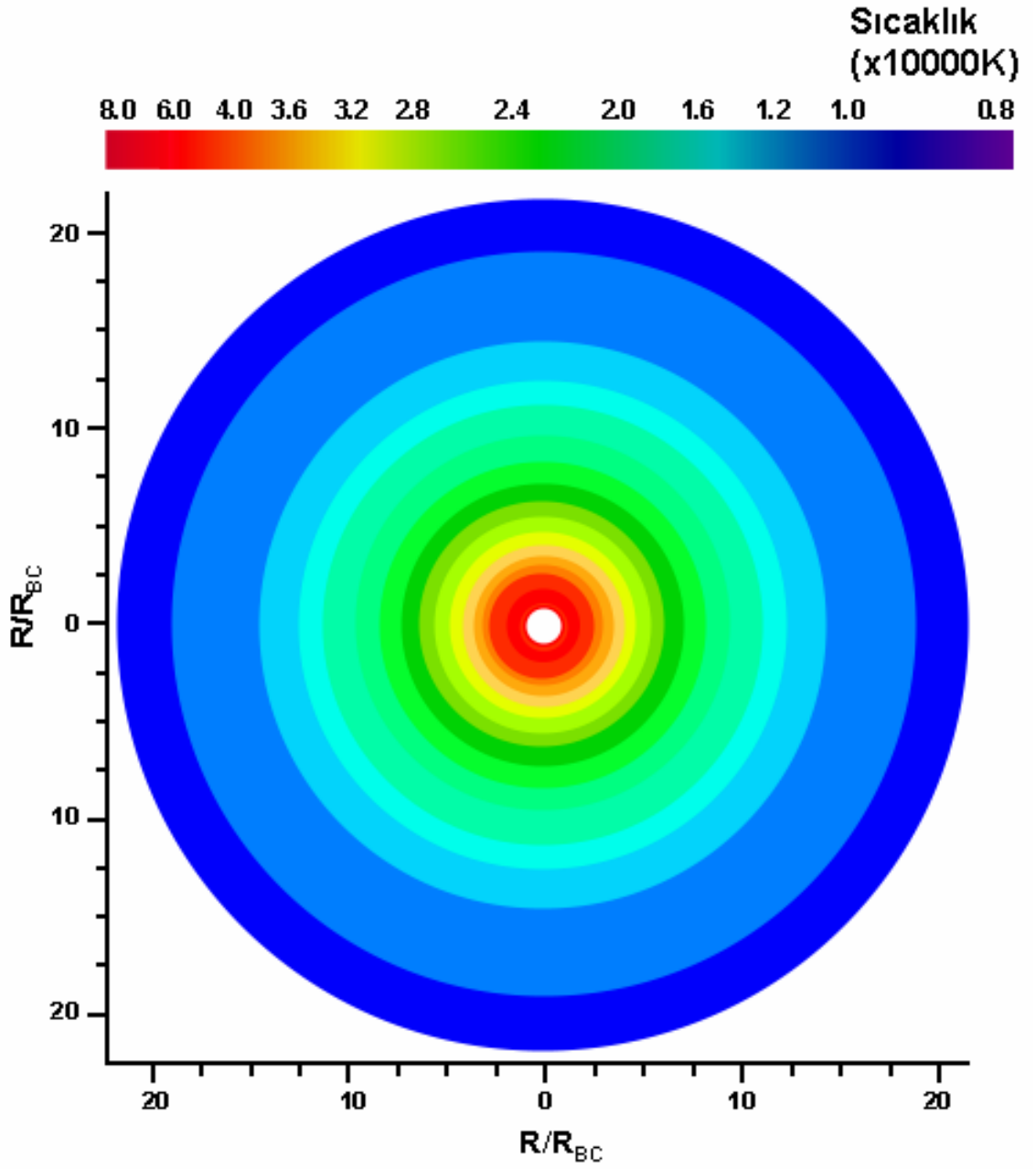
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	RU Peg
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$1.21 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$3.78.10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	282 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$41^{\circ}$
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$1.0.10^{-9} M_{\odot}/yıl$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	Belirtilmemiştir.



**Şekil-IV.3** Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], RU Peg sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny [26]'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması.

**Tablo-IV.4** Tez çalışmasında CY Lyr sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.

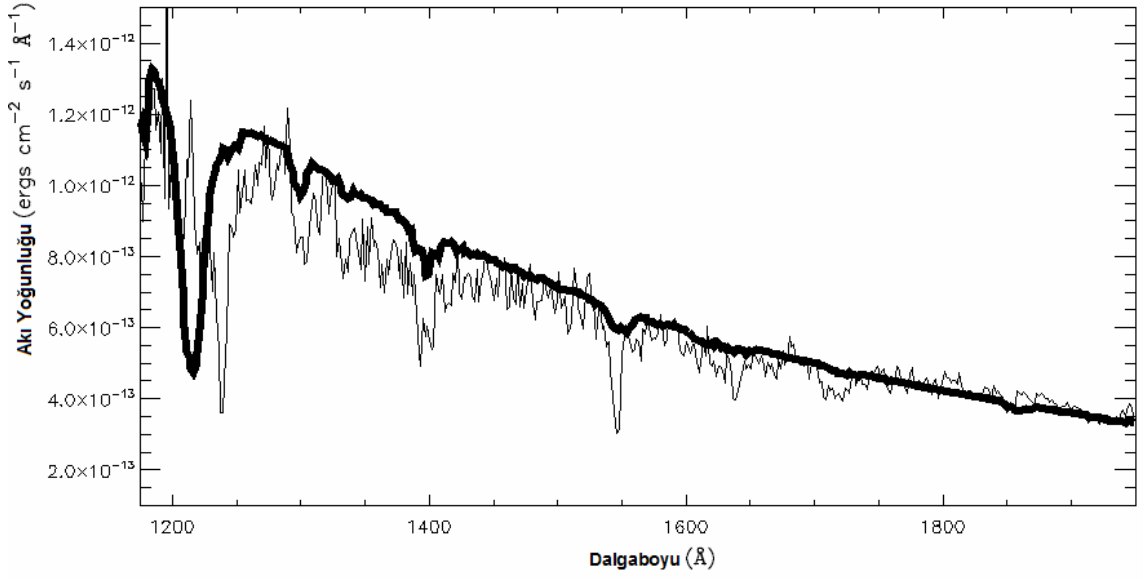
<b>CY Lyr YIĞILMA DİSKİNDEKİ HALKALAR İÇİN ELDE EDİLEN SICAKLIK DEĞERLERİ:</b>			
<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>	<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>
1.05	41586	5.40	26850
1.20	51879	6.20	24507
1.36	53412	7.10	22378
1.56	52409	8.20	20293
1.80	50046	9.40	18477
2.05	47355	10.80	16783
2.35	44292	12.40	15241
2.70	41113	14.30	13788
3.10	37992	16.40	12514
3.55	35036	18.90	11314
4.10	32049	21.70	10251
4.70	29384		



**Şekil-IV.4** CY Lyr sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi. Haritanın hemen üst kısmındaki ölçekte renklerin temsil ettiği sıcaklıklar verilmektedir. Beyaz cüce merkezde  $R$  yarıçapındaki beyaz daire ile gösterilirken, halkaların yerleşimi de beyaz cüceye olan uzaklıklarına uygun şekildedir.

**Tablo-IV.5** CY Lyr sistemi için *Trusty-Synspec-Disksyn* ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler. Girilen değerler [3] numaralı referanstan alınmıştır.

<b>TEZ ÇALIŞMASINDA GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	CY Lyr
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.550 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$9.05 \cdot 10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	400 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$60^{\circ}$
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$1.1 \cdot 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	3.7

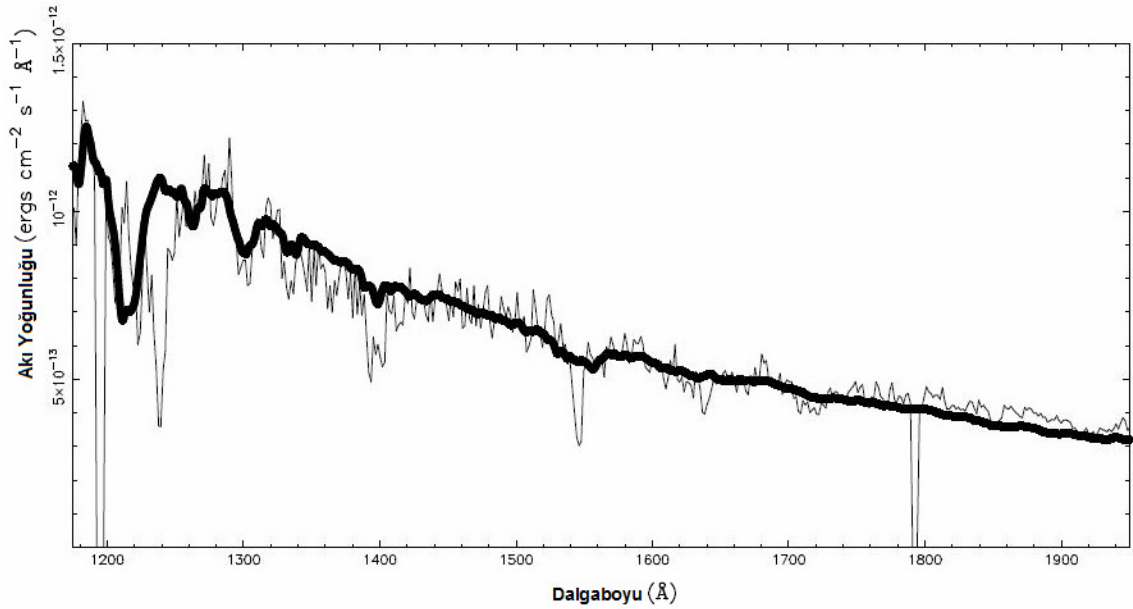


**Şekil-IV.5** CY Lyr sisteminin IUE verileri ile *Trusty-Synspec-Disksyn* kullanılarak tezde elde edilen tayf karşılaştırılması.



**Tablo-IV.6** CY Lyr sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], Wade ve Hubeny [26]'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.

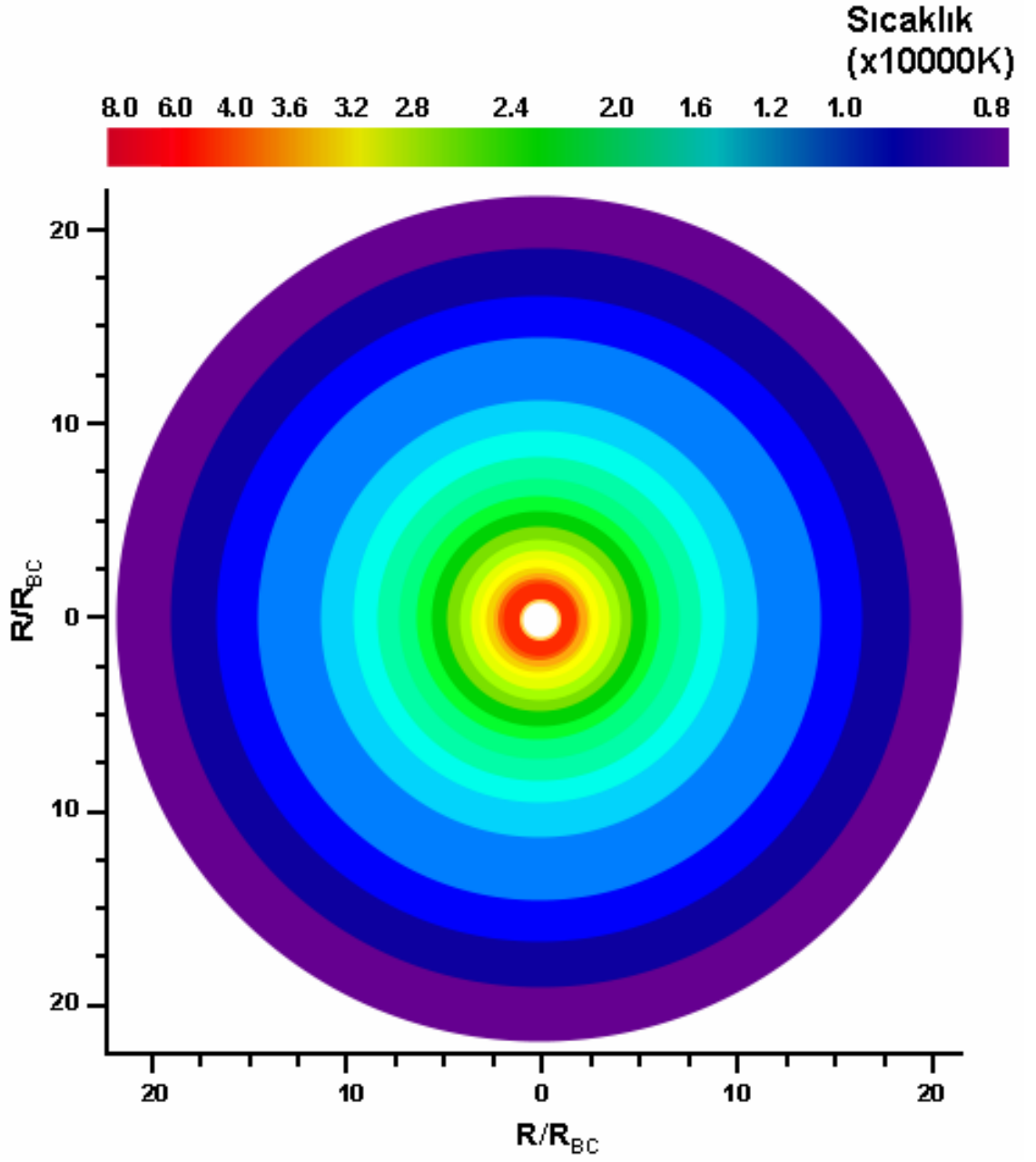
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	CY Lyr
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.550 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$9.05 \cdot 10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	400 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$60^{\circ}$
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$1.0 \cdot 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	Belirtilmemiştir.



**Şekil-IV.6** Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], CY Lyr sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny [26]'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması.

**Tablo-IV.7** Tez çalışmasında TT Crt sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.

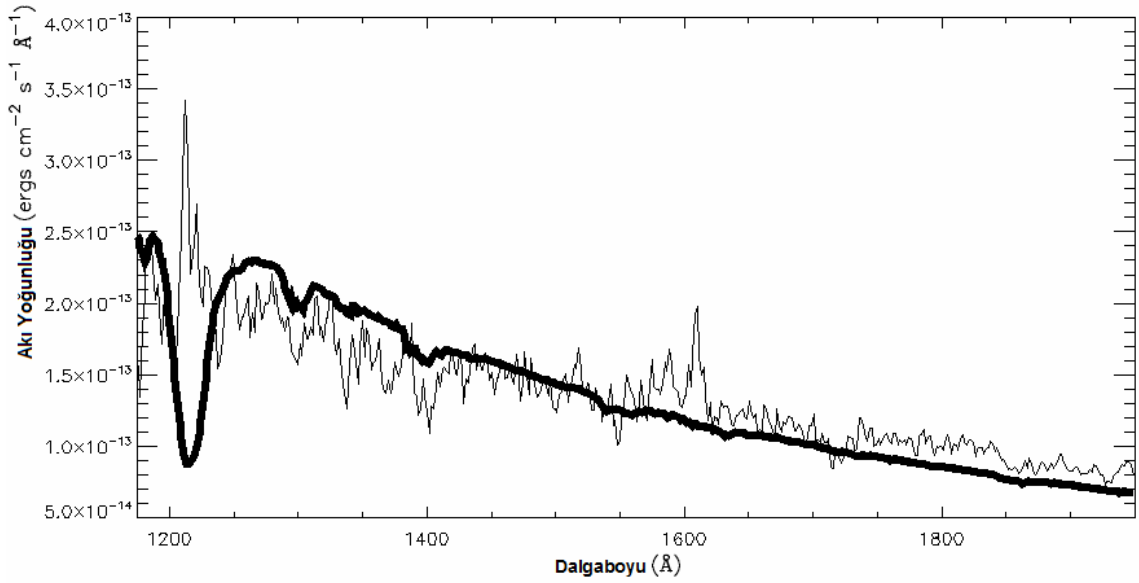
<b>TT Crt YIĞILMA DİSKİNDEKİ HALKALAR İÇİN ELDE EDİLEN SICAKLIK DEĞERLERİ:</b>			
<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>	<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>
1.05	33685	5.40	21749
1.20	42022	6.20	19851
1.36	43264	7.10	18126
1.56	42451	8.20	16437
1.80	40537	9.40	14966
2.05	38358	10.80	13594
2.35	35877	12.40	12345
2.70	33301	14.30	11168
3.10	30774	16.40	10137
3.55	28379	18.90	9164
4.10	25960	21.70	8303
4.70	23801		



**Şekil-IV.7** TT Crt sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi. Haritanın hemen üst kısmındaki ölçekte renklerin temsil ettiği sıcaklıklar verilmektedir. Beyaz cüce merkezde R yarıçapındaki beyaz daire ile gösterilirken, halkaların yerleşimi de beyaz cüceye olan uzaklıklarına uygun şekildedir.

**Tablo-IV.8** TT Crt sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler. Girilen değerler [3] numaralı referanstan alınmıştır.

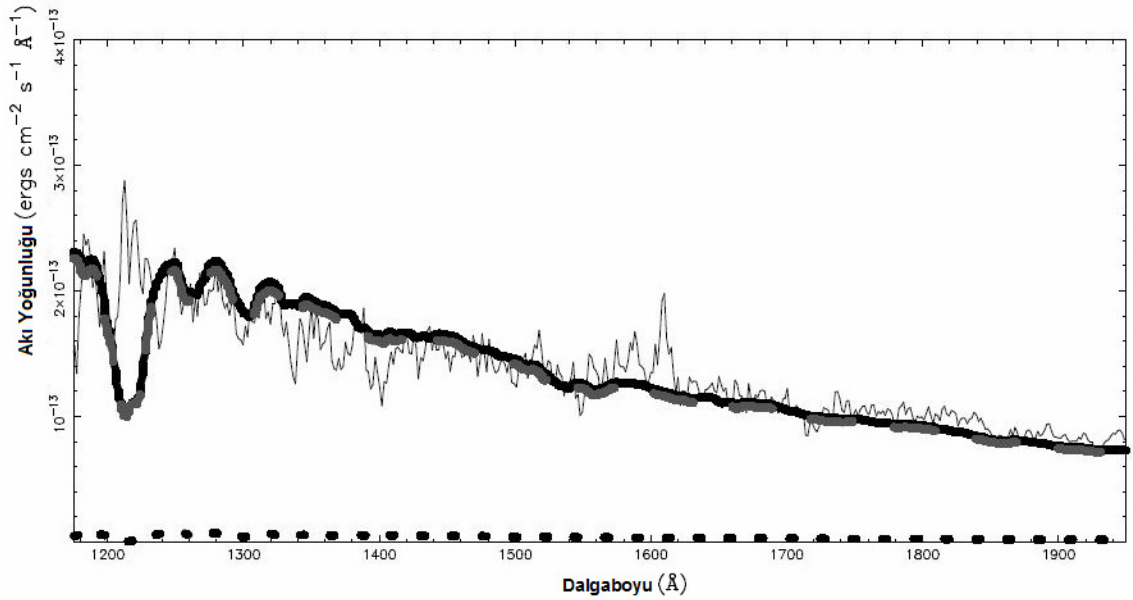
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	TT Crt
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	0.80 $M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	6.99.10 <sup>8</sup> cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	500 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	60°
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	1.5.10 <sup>-9</sup> $M_{\odot}$ /yıl
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	8



**Şekil-IV.8** TT Crt sisteminin IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması.

**Tablo-IV.9** TT Crt sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], Wade ve Hubeny [26]'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.

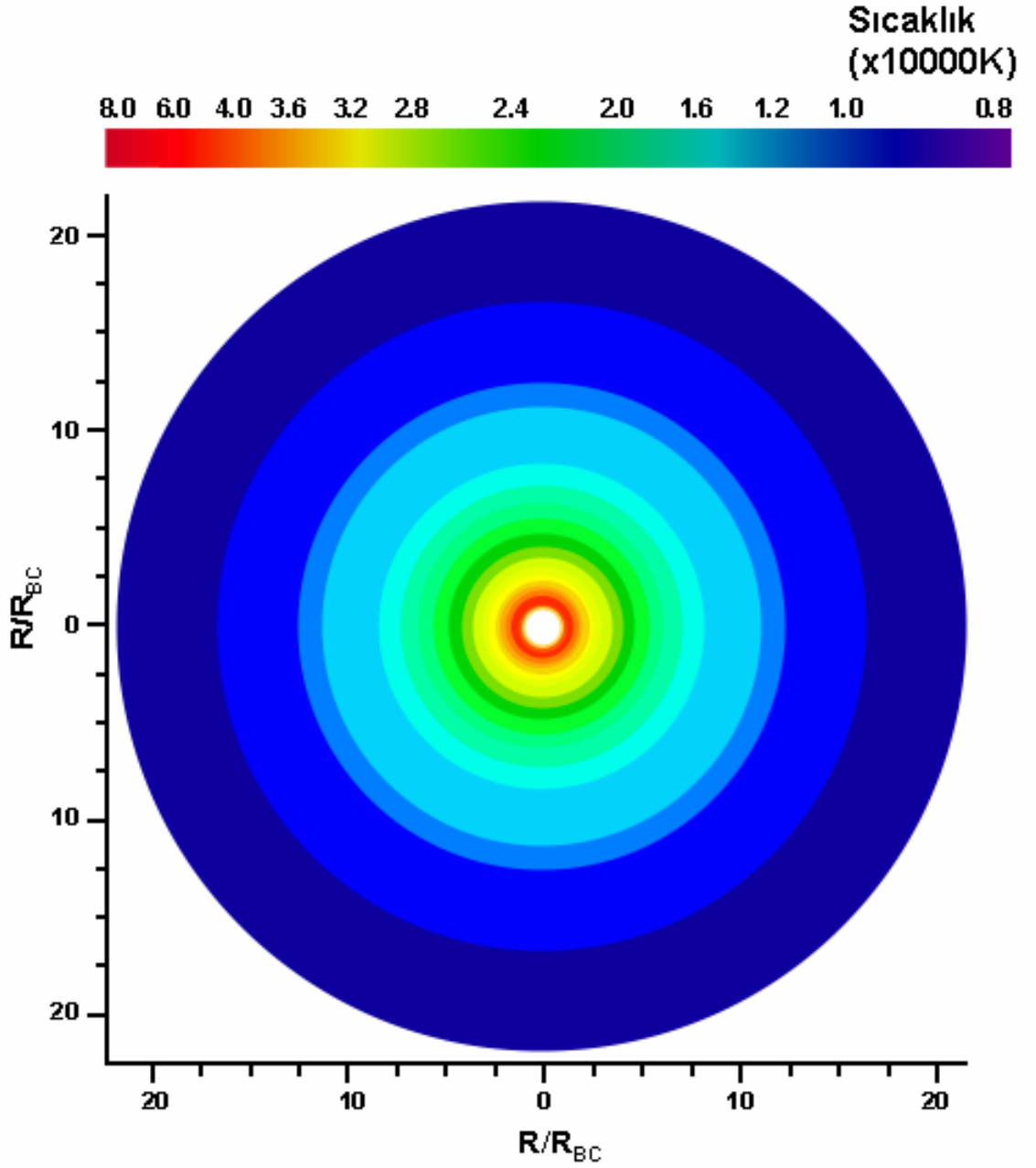
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	TT Crt
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.80 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$6.99.10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	500 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$60^{\circ}$
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$3.0.10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl}$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	Belirtilmemiştir.



**Şekil-IV.9** Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], TT Crt sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny [26]'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması. En alttaki noktali çizgi beyaz cüce katkısı, kesikli çizgi yığılma diskinden gelen katkıyı, kalın çizgi de toplam tayfi göstermektedir.

**Tablo-IV.10** Tez çalışmasında TW Vir sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.

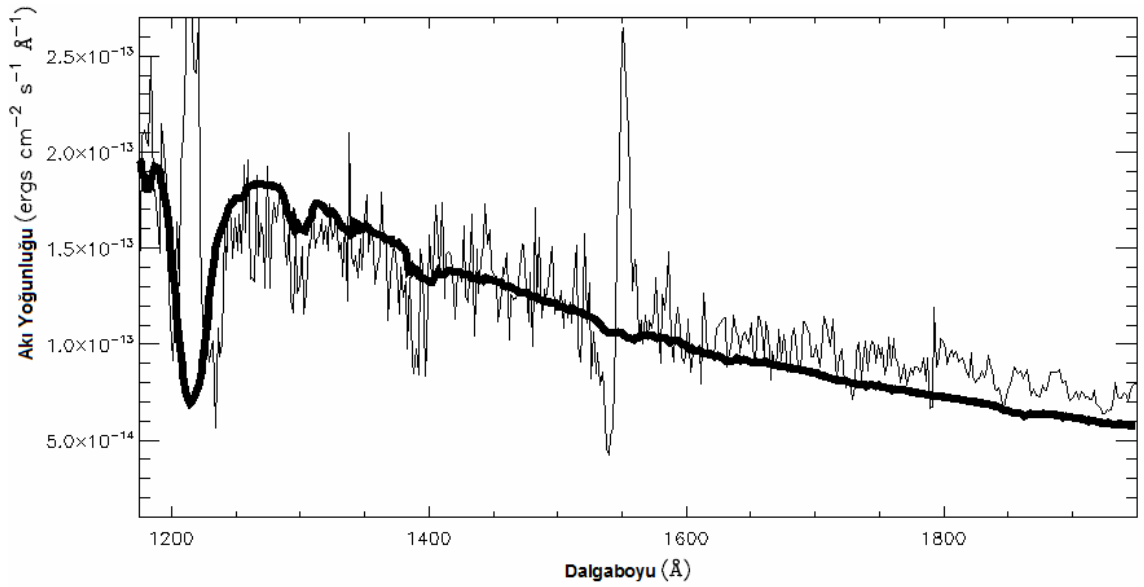
<b>TW Vir YIĞILMA DİSKİNDEKİ HALKALAR İÇİN ELDE EDİLEN SICAKLIK DEĞERLERİ:</b>			
<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>	<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>
1.05	31791	5.40	20526
1.20	39659	6.20	18734
1.36	40831	7.10	17106
1.56	40064	8.20	15513
1.80	38257	9.40	14125
2.05	36201	10.80	12830
2.35	33859	12.40	11651
2.70	31428	14.30	10540
3.10	29043	16.40	9567
3.55	26783	18.90	8649
4.10	24500	21.70	7836
4.70	22462		



**Şekil-IV.10** TW Vir sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi. Haritanın hemen üst kısmındaki ölçekte renklerin temsil ettiği sıcaklıklar verilmektedir. Beyaz cüce merkezde  $R$  yarıçapındaki beyaz daire ile gösterilirken, halkaların yerleşimi de beyaz cüceye olan uzaklıklarına uygun şekildedir.

**Tablo-IV.11** TW Vir sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler. Girilen değerler [3] numaralı referanstan alınmıştır.

<b>TEZ ÇALIŞMASINDA GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	TW Vir
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.80 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$6.99 \cdot 10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	500 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$60^{\circ}$
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$1.1 \cdot 10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl}$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	9

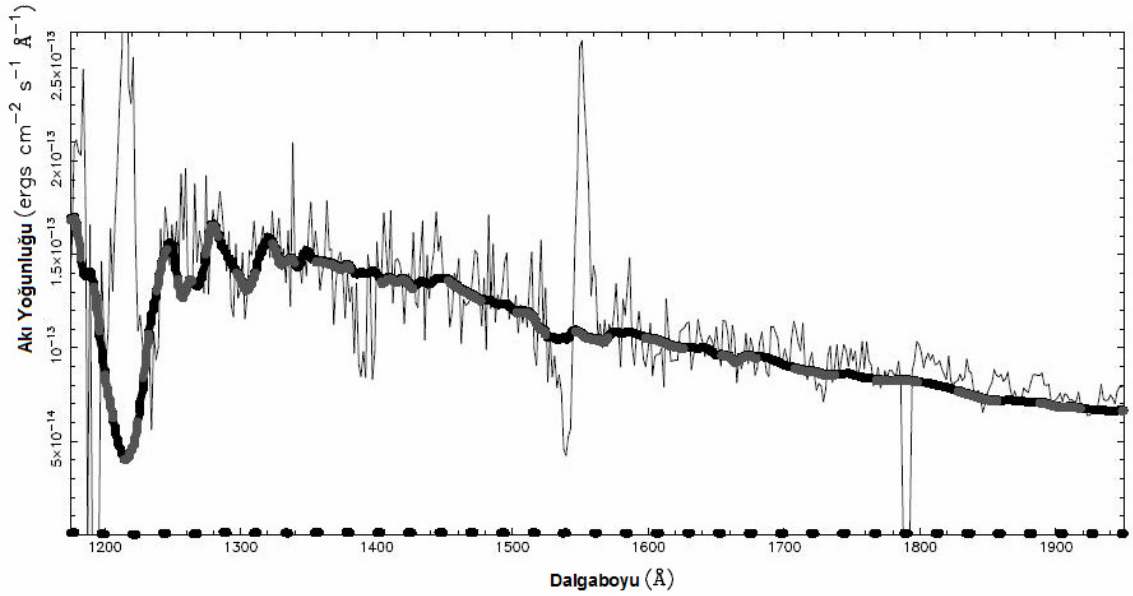


**Şekil-IV.11** TW Vir sisteminin IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması.



**Tablo-IV.12** TW Vir sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], Wade ve Hubeny [26]'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.

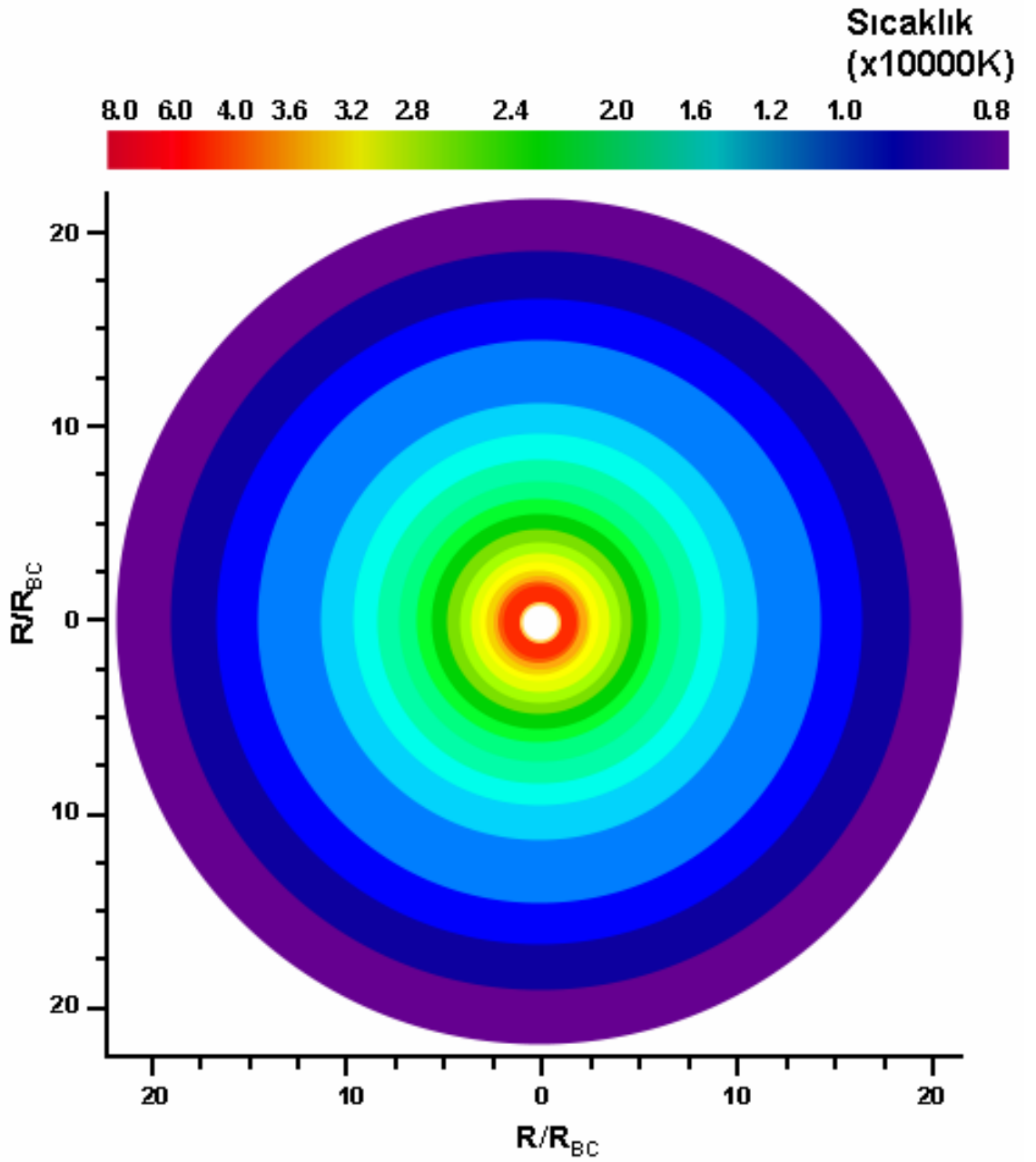
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	TW Vir
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.80 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$6.99 \cdot 10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	500 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$60^{\circ}$
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$2.8 \cdot 10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl}$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	Belirtilmemiştir.



**Şekil-IV.12** Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], TW Vir sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny [26]'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması. En alttaki noktalı çizgi beyaz cüce katkısını, kesikli çizgi yığılma diskinden gelen katkıyı, kalın çizgi de toplam tayfi göstermektedir.

**Tablo-IV.13** Tez çalışmasında CN Ori sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.

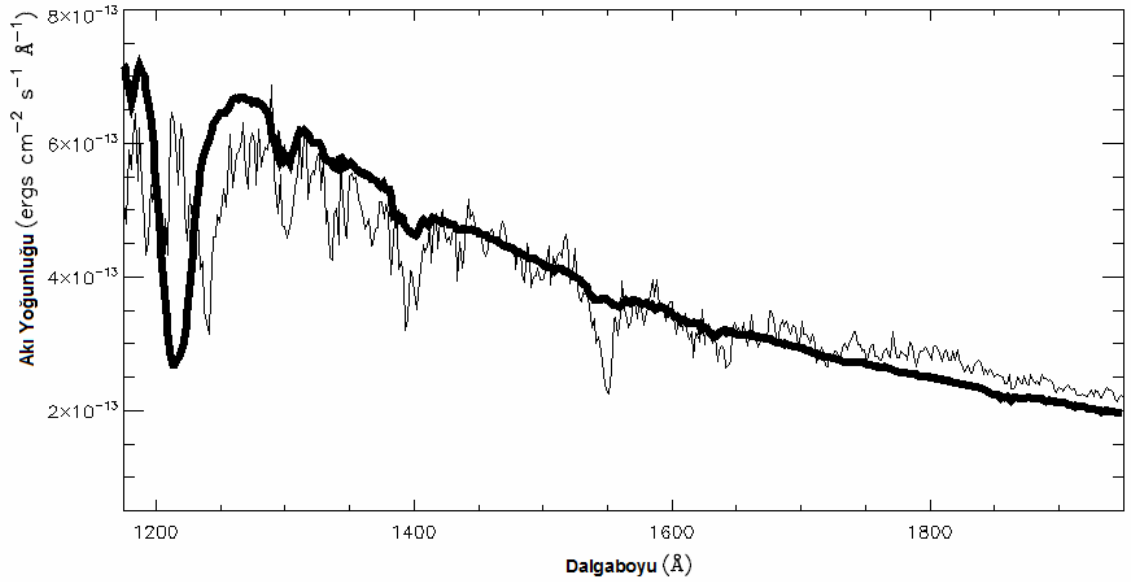
<b>CN Ori YIĞILMA DİSKİNDEKİ HALKALAR İÇİN ELDE EDİLEN SICAKLIK DEĞERLERİ:</b>			
<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>	<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>
1.05	33685	5.40	21749
1.20	42022	6.20	19851
1.36	43264	7.10	18126
1.56	42451	8.20	16437
1.80	40537	9.40	14966
2.05	38358	10.80	13594
2.35	35877	12.40	12345
2.70	33301	14.30	11168
3.10	30774	16.40	10137
3.55	28379	18.90	9164
4.10	25960	21.70	8303
4.70	23801		



**Şekil-IV.13** CN Ori sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi. Haritanın hemen üst kısmındaki ölçekte renklerin temsil ettiği sıcaklıklar verilmektedir. Beyaz cüce merkezde  $R/R_{BC}$  yarıçapındaki beyaz daire ile gösterilirken, halkaların yerleşimi de beyaz cüceye olan uzaklıklarına uygun şekildedir.

**Tablo-IV.14** CN Ori sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler. Girilen değerler [3] numaralı referanstan alınmıştır.

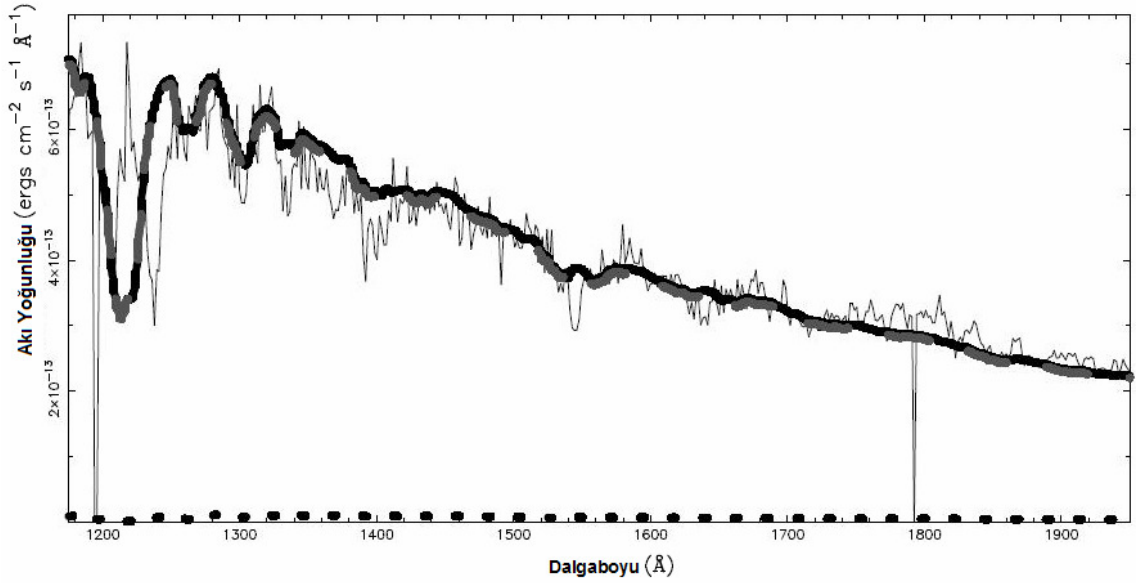
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	CN Ori
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.80 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$6.99.10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	295 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$60^{\circ}$
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$1.5.10^{-9} M_{\odot}/yıl$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	13



**Şekil-IV.14** CN Ori sisteminin IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayfin karşılaştırılması.

**Tablo-IV.15** CN Ori sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], Wade ve Hubeny [26]'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.

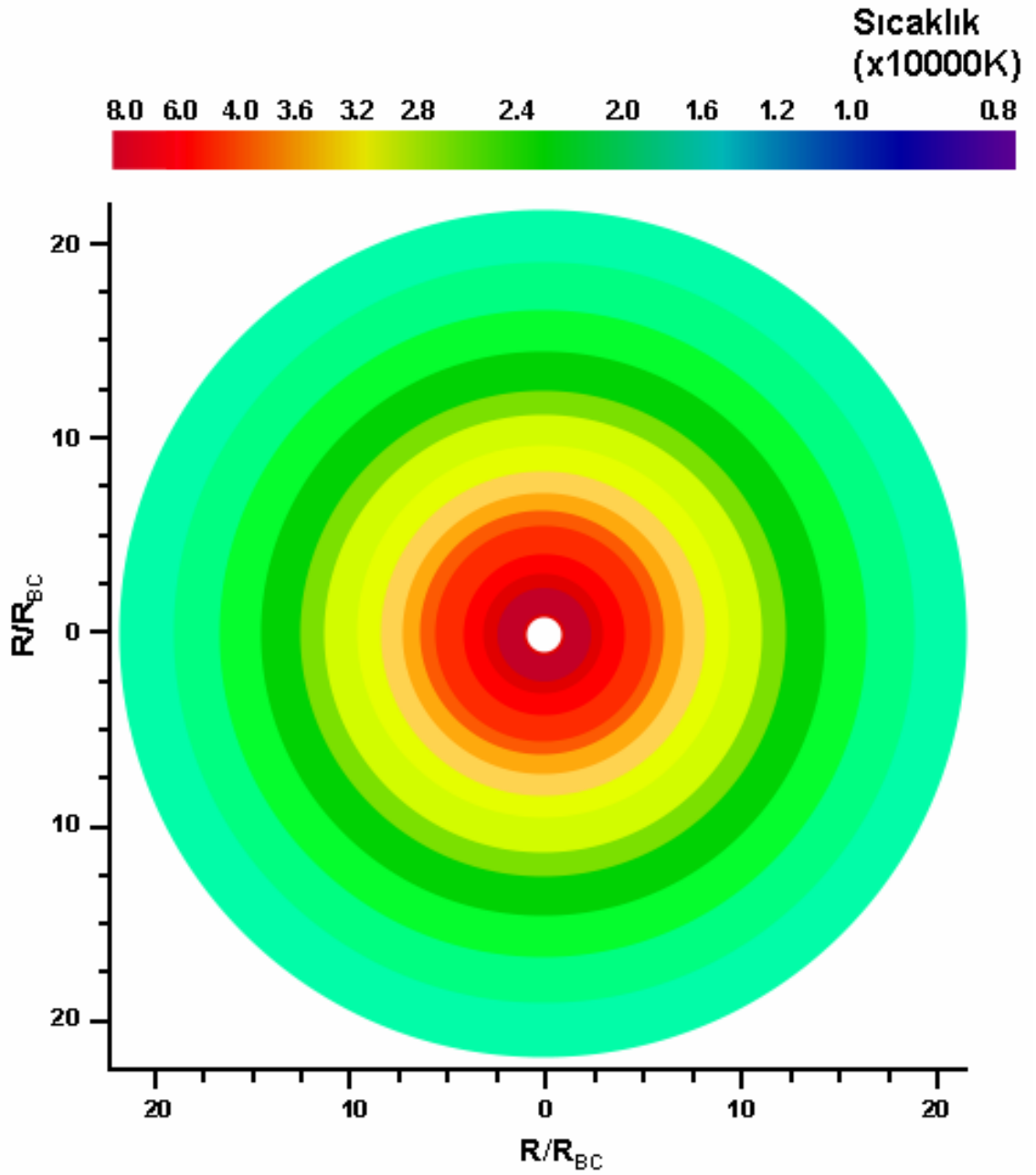
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	CN Ori
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.80 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$6.99 \cdot 10^8$ cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	295 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$60^{\circ}$
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$9.0 \cdot 10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl}$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	Belirtilmemiştir.



**Şekil-IV.15** Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], CN Ori sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny [26]'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması. En alttaki noktali çizgi beyaz cüce katkısını, kesikli çizgi yığılma diskinden gelen katkıyı, kalın çizgi de toplam tayfı göstermektedir.

**Tablo-IV.16** Tez çalışmasında UZ Ser sisteminin patlama evresine ait, yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerleri.

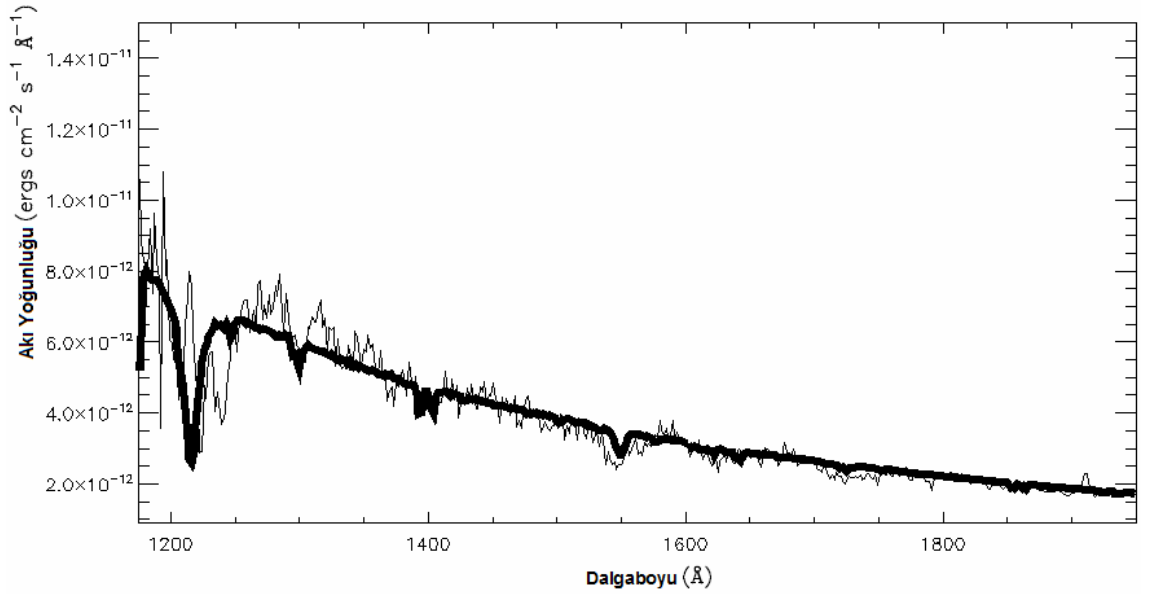
<b>UZ Ser YIĞILMA DİSKİNDEKİ HALKALAR İÇİN ELDE EDİLEN SICAKLIK DEĞERLERİ:</b>			
<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>	<i>Diskteki Halkanın R/R<sub>bc</sub> cinsinden Beyaz Cüceden Uzaklığı:</i>	<i>Sıcaklık (K)</i>
1.05	65920	5.40	42561
1.20	82236	6.20	38847
1.36	84666	7.10	35472
1.56	83075	8.20	32166
1.80	79329	9.40	29289
2.05	75065	10.80	26604
2.35	70210	12.40	24158
2.70	65169	14.30	21855
3.10	60223	16.40	19837
3.55	55537	18.90	17934
4.10	50802	21.70	16249
4.70	46577		



**Şekil-IV.16** UZ Ser sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak yığılma diskindeki halkalar için elde edilen sıcaklık değerlerinin kontur haritası ile gösterimi. Haritanın hemen üst kısmındaki ölçekte renklerin temsil ettiği sıcaklıklar verilmektedir. Beyaz cüce merkezde  $R$  yarıçapındaki beyaz daire ile gösterilirken, halkaların yerleşimi de beyaz cüceye olan uzaklıklarına uygun şekildedir.

**Tablo-IV.17** UZ Ser sistemi için Tlusty-Synspec-Disksyn ile tayf üretmek için kullanılan değerler ile uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler. Girilen değerler [3] numaralı referanstan alınmıştır.

<b>TEZ ÇALIŞMASINDA GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	UZ Ser
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	0.80 $M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	6.99.10 <sup>8</sup> cm.
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	300 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	18°
<b>TEZ ÇALIŞMASINDA ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	2.2.10 <sup>-8</sup> $M_{\odot}$ /yıl
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	2.7

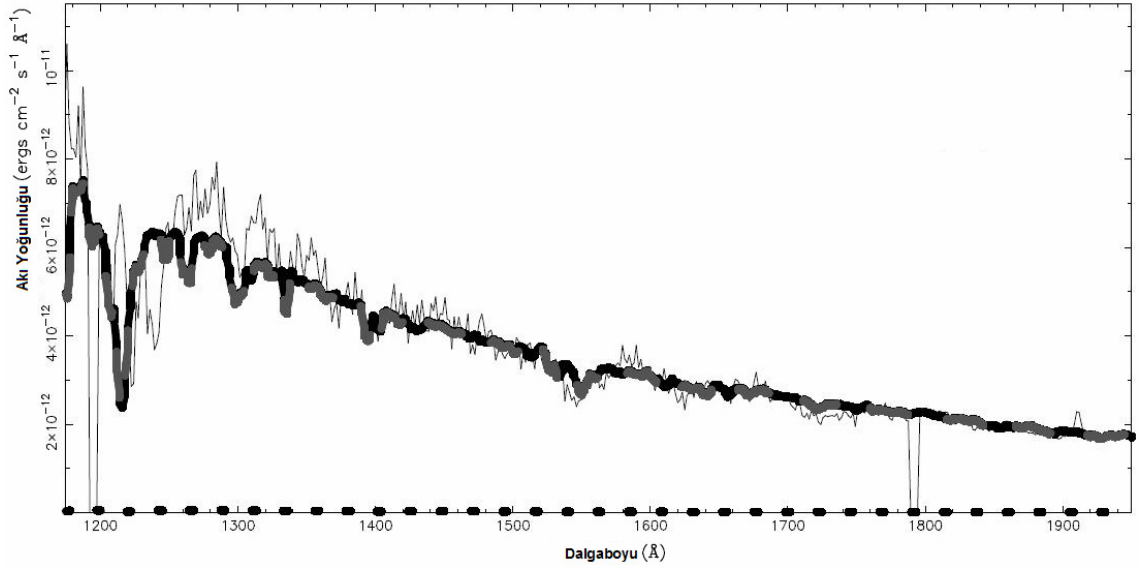


**Şekil-IV.17** UZ Ser sisteminin IUE verileri ile Tlusty-Synspec-Disksyn kullanılarak tezde elde edilen tayf karşılaştırılması.



**Tablo-IV.18** UZ Ser sistemi için Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], Wade ve Hubeny [26]'e ait hazır tablolardan tayf seçerken kullanılan değerler ve uydu verileri karşılaştırması sonucu elde edilen değerler.

<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] GİRİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Sistem adı:</i>	UZ Ser
<i>Beyaz cüce kütlesi (<math>M_{bc}</math>):</i>	$0.80 M_{\odot}$
<i>Beyaz cüce yarıçapı (<math>R_{bc}</math>):</i>	$6.99 \cdot 10^8 \text{ cm.}$
<i>Uzaklık (<math>d</math>):</i>	300 pc.
<i>Eğim (<math>i</math>):</i>	$18^{\circ}$
<b>HAMILTON VE DİĞ. ÇALIŞMASINDA [3] ELDE EDİLEN DEĞERLER:</b>	
<i>Diskteki yığılma hızı (<math>\dot{m}_{yig}</math>):</i>	$2.0 \cdot 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$
<i>İndirgenmiş <math>\chi^2</math> değeri:</i>	Belirtilmemiştir.



**Şekil-IV.18** Hamilton ve diğ. çalışmasında [3], UZ Ser sistemi için IUE verileri ile Wade ve Hubeny [26]'e ait tablolardaki tayfin karşılaştırılması. En alttaki noktali çizgi beyaz cüce katkısını, kesikli çizgi yığılma diskinden gelen katkıyı, kalın çizgi de toplam tayfı göstermektedir.

## V. TARTIŞMA ve SONUÇ:

Tez çalışmasında, kataklismik değişen sınıfından U Gem tipi CY Lyr, TT Crt, TW Vir, UZ Ser, RU Peg, CN Ori sistemlerinin patlama evresine ait IUE uydusu verileri ile Tlusty, Synspec, Disksyn programlarından itibaren üretilen tayflar karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma ile patlama evresindeki diskteki yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ ) değerleri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra yine patlama döneminde, yığılma diskindeki halkalar için sıcaklık değerleri bulunmuş ve diskteki sıcaklık dağılımı, halkaların ve beyaz cücenin büyüklükleri orantılı olacak şekilde kontur haritası ile gösterilmiştir. Söz konusu sistemler için literatürde, Hamilton ve diğ. [3] çalışması dışında, tezde izlenen yolla benzerlik taşıyan başka bir çalışma bulunmamaktadır. Sistemlerin patlama evresindeki IUE uydu verileri sadece, rüzgar çizgilerinin analizi ve zamana bağlı değişimler açısından incelenmiştir.

Yine bu sistemler için literatürde, Hamilton ve diğ. [3], Wade ve Hubeny'e ait hazır tablolardaki tayfları [26] kullanarak,  $\dot{m}_{yig}$  değerleri elde etmişlerdir. Bu sonuçlar da bulgular bölümünde sunulmuştur. Elde edilen  $\dot{m}_{yig}$  değerleri arasındaki farklar şuradan ileri gelmektedir:

Hamilton ve diğ.'e ait çalışmada [26], hazır tablolardan seçtikleri tayf ile IUE uydu verisi arasında uyum ararken, hazır tayfi tam olarak almayıp, bir yüzdesini kullanmış, buna karşılık gelen  $\dot{m}_{yig}$  değerinin de bir çarpan kadar katını almışlardır. Bunun yanı sıra diske ait tayfa katkı olarak kendi hazırladıkları bir miktar beyaz cüce tayfi da eklemişlerdir.

Tez çalışmasında ise sistemlerin IUE uydu verileri ile Tlusty, Synspec, Disksyn programlarından itibaren üretilen tayflar karşılaştırılırken, uyumun sağlandığı diskteki

yığılma hızı ( $\dot{m}_{yig}$ ) değeri kaçsa, tam olarak o değer alınmıştır ve her sistem için aynı yöntem kullanılmıştır.

Örnek olarak tez çalışmasında CN Ori sistemi için bulunan  $\dot{m}_{yig}$  değeri  $1.5 \cdot 10^{-9} M_{\odot}/yıl$  iken, Hamilton ve diğ.'e ait çalışmada [26] bulunan değer  $9.0 \cdot 10^{-9} M_{\odot}/yıl$ 'dır.  $9.0 \cdot 10^{-9} M_{\odot}/yıl$  değeri *Thrusty*, *Synspec*, *Disksyn* programlarına girdi olarak verildiğinde, elde edilen tayfa ait akı yoğunluğu değerleri, CN Ori sistemi IUE verilerine göre çok yüksek olmaktadır. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde tez çalışmasında tespit edilen  $\dot{m}_{yig}$  değerleri, Hamilton ve diğ. [3] bulduğu değerlerden, bazı sistemler için biraz daha farklı olmakla beraber desteklemektedir ve yine patlama evresinde bu sistemler için uygun mertebededir. Hamilton ve diğ.'nin yığılma diskindeki halkaların sıcaklık değerleriyle ilgili bir çalışması yoktur.

Sistemlere ait yığılma disklerindeki her halkanın beyaz cüceden uzaklığı ve elde edilen sıcaklık değerlerinin verildiği tablolarda, ilk iki sıcaklık değeri, üçüncü sıcaklık değerinden daha küçüktür. Bu (II.5) ifadesinden kaynaklanmaktadır, buradaki fonksiyon maksimum değerini  $1.36 R_{bc}$  değerinde almaktadır. Bunun dışında sistemler için elde edilen sıcaklık değerleri, yığılma diski için beklenen değer aralıklarındadır.

Bir diğer nokta RU Peg ve TW Vir gibi üzerinde çalışılan bazı sistemler için hem tez çalışmasında hem de Hamilton ve diğ. [3] yaptığı çalışmada  $1700 \text{ \AA}$ 'dan sonra modelin ürettiği akılar uydu verisine göre biraz daha düşük seviyede kalmaktadır. Bu muhtemelen *Thrusty-Synspec* programının, bu dalgalarda ışınım katkısı yapan disk halkalarını göz önüne alırken,  $10000 \text{ K}$  civarlarından daha düşük sıcaklıkta olan halkaları hesaba katmamasından kaynaklanmaktadır. Bu da Wade ve Hubeny'nin [26] hesaplamalarına göre bu dalgalarda civarında %9.3'ten daha fazla bir eksikliğe yol açmamaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda biraz daha düşük sıcaklıktaki disk halkalarını göz önüne alabilecek bir model geliştirilirse bazı sistemler için daha iyi bir uyum yakalanabilir.

Diğer yandan hem bu çalışmada hem de diğer literatür çalışmalarında, incelenen sistemlerin, uzaklık, eğim ve yıldız kütleleri gibi değerlerin mümkün olduğunca net

şekilde belirlenmesi, diskteki yığılma hızının ( $\dot{m}_{yig}$ ) güvenilir olarak bulunmasında etkili olmaktadır.

Patlama evresi boyunca diskteki yığılma hızının ( $\dot{m}_{yig}$ ) sabit olmadığı sistemler söz konusu olabileceğinden, bu çeşit sistemler için standard modelden sapmaları hesabın içine katarak tayf üreten programların yazılması yararlı olabilir [33].

Tez çalışmasında izlenen yola benzer şekilde veya daha geliştirilerek bu tipte sistemlerin Hubble veya Fuse uydu verileri kullanılarak tezdeki sonuçlar ile karşılaştırma yapılabilir.

## KAYNAKLAR:

1. HUBENY I., 1988, A computer program for calculating non-LTE model stellar atmospheres, *Computer Physics Communications*, 52, 103.
2. PANEI J.A., ALTHAUS L.G., BENVENUTO O.G., 2000, Mass-radius relations for white dwarf stars of different internal compositions, *Astronomy and Astrophysics*, 353, 970.
3. HAMILTON R.T., JOEL A.U. ve diğeri, 2007, An International Ultraviolet Explorer Archival Study of Dwarf Novae in Outburst, *The Astrophysical Journal*, 667, 1139.
4. GIOVANNELLI F., 2008, Cataclysmic Variables: A Review, *Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics*, Supplement, Vol.8, 237-258.
5. SHAKURA N., SUNYAEV R. A., 1973, Black Holes in Binary Systems. Observational Appearance, *Astronomy and Astrophysics*, 24, 337.
6. PRINGLE J. E., WADE R. A., 1985, "Interacting Binary Stars", 1.Baskı, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
7. WARNER B., 1987, Absolute Magnitudes of Cataclysmic, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 227, 23-73.
8. SION E. M., LECKEMBY H. J., SZKODY P., 1990, The discovery of strong neutral atomic carbon absorption lines in the spectrum of the DAQZ5 white dwarf in the ultra-short-period dwarf nova WZ Sagittae during quiescence, *The Astrophysical Journal*, 364, L41.
9. SZKODY P., 1985, Multiwavelength observations of eleven cataclysmic variables, *The Astronomical Journal*, 90, 1837.
10. SION E.M.ve diğ., 2004, Far-Ultraviolet FUSE Observations of the Dwarf Novae SS Aurigae and RU Pegasi in Quiescence, *The Astronomical Journal*, 128, 1834.
11. SION E.M.ve diğ., 2008, Hubble Space Telescope STIS Spectroscopy of Long-Period Dwarf Novae in Quiescence, *The Astrophysical Journal*, 681, 543.
12. SMAK J., 1984a, Accretion in cataclysmic binaries, *Acta Astronomica*, 34, 161.
13. SMAK J., 1984b, Outbursts of dwarf novae, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 96, 5.

14. CORDOVA F. A., MASON K. O., 1984, X-ray observations of a large sample of cataclysmic variable stars using the Einstein Observatory, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 206, 879.
15. WATSON M. G., KING A. R., HEISE J., 1985, SS-Cygni in Outburst and Quiescence, *SSR*, 40, 127
16. DREW J. E., 1990, "Winds in cataclysmic variables", 331-338, proc. IAU Coll. No.122, "Structure and Emission Properties of Accretion Disks".
17. MAUCHE W. C., 1994, "Winds from disks in compact binaries", 74-85, "Interacting Binary Stars", ASP Conference Series, Vol. 56.
18. DREW J. E., 1986, "On spectral line formation in winds from extended continuum sources", *MNRAS*, 218, 41.
19. HELLIER C., 2001, "Cataclysmic Variable Stars", 1.Baskı, Praxis Publishing Ltd., Chichester, UK.
20. GIOVANNELLI F., GONZALEZ MARTINEZ-PAIS I., GAUDENZI S., LOMBARDI R., CLAUDI R. U., 1990, Multifrequency behaviour of the dwarf nova SS Cygni, *Ap&SS* 169, 125.
21. BLANDFORD R. D., PAYNE D. G., 1982, "Hydromagnetic flows from accretion discs and the production of radio jets", *MNRAS*, 199, 883.
22. HUBENY I., LANZ T., 2006, *Thusty Homepage* [online], College Park, The University of Maryland, <http://nova.astro.umd.edu/> [Ziyaret Tarihi: 4 Mayıs 2008].
23. HUBENY I., LANZ T., 2006, *Thusty – A User’s Guide* [online], College Park, The University of Maryland, <http://nova.astro.umd.edu/Thusty2002/pdf/tlguide202.pdf> [Ziyaret Tarihi: 4 Mayıs 2008].
24. TOWNSEND R., 2004, *Download Files*, [online], Gower Street, Department of Physics & Astronomy, University College London, <http://zuserver2.star.ucl.ac.uk/~rhdt/download/#tlusty> [Ziyaret Tarihi: 4 Mayıs 2008].
25. HUBENY I., LANZ T., 2006, *Synspec – A User’s Guide* [online], College Park, The University of Maryland, <http://nova.astro.umd.edu/Thusty2002/pdf/syn43guide.pdf> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2008].
26. WADE R. A. & HUBENY I., 1998, Detailed Mid - And Far - Ultraviolet Model Spectra For Accretion Disks In Cataclysmic Binaries, *The Astrophysical Journal*, 509, 350.

27. OPERATIONS AND ENGINEERING DIVISION, 2007, *IUE Search* [online], Baltimore, Space Telescope Science Institute, <http://archive.stsci.edu/iue/search.php> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2008].
28. MASSA, D. & FITZPATRICK, E. L. 2000, A Recalibration Of Iue Newsips Low-Dispersion Data, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 126, 517
29. OPERATIONS AND ENGINEERING DIVISION, 2007, *Contributed Data Analysis Software* [online], Baltimore, Space Telescope Science Institute, <http://archive.stsci.edu/iue/contrib.html> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2008].
30. ASTROPHYSICS SCIENCE DIVISION (ASD) at NASA'S GSFC, 2008, *IDL Astronomy Users Library* [online], Washington, DC , NASA Headquarters, <http://idlastro.gsfc.nasa.gov/ftp/> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2008].
31. OPERATIONS AND ENGINEERING DIVISION, 2006, *Index of /pub/iue/software/iuedac/windows* [online], Baltimore, Space Telescope Science Institute, <http://archive.stsci.edu/pub/iue/software/iuedac/windows/> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2008].
32. OPERATIONS AND ENGINEERING DIVISION, 1997, *Data Quality Flag Description* [online], Baltimore, Space Telescope Science Institute, <http://archive.stsci.edu/iue/manual/newsips/node20.html> [Ziyaret Tarihi: 4 Nisan 2009].
33. LINNELL P.A., GODON P., HUBENY I., SION E.M., SZKODY P., 2000, A Synthetic Spectrum and Light Curve Analysis of the Cataclysmic Variable IX Velorum, *The Astrophysical Journal*, Volume 662, Issue 2, pp. 1204-1219.
34. DENG S. ve diğ., 1994, A statistical study of IUE spectra of dwarf novae. 1: Quiescence, *Astronomy and Astrophysics*, 281, 759.
35. PRINGLE J. E., 1981, Accretion Discs In Astrophysics, *Ann. Rev. Astronomy and Astrophysics*, 19, 137.

## ÖZGEÇMİŞ:

- Adı - Soyadı** : İ. Cem Uluyazı
- Doğum tarihi ve Yeri** : 18/01/1978 - İstanbul
- E-posta** : cemuluyazi@yahoo.com
- Eğitim** :
- 1988 Özel Doğan Lisesi
  - 1992 Eyüboğlu Koleji
  - 1995 Ahmet Şimşek Koleji
  - 2001 İstanbul Üniversitesi -  
Astronomi ve Uzay Bilimleri – Lisans
  - 2003 İstanbul Üniversitesi – Fen Bilimleri Enst.  
Astronomi ve Uzay Bilimleri – Y. Lisans
- Yabancı dil** : İngilizce (Okuma, Yazma, Anlama; İyi)  
Almanca (Okuma, Yazma, Anlama; Orta)
- Akademik Çalışmalar** :
- XII. Ulusal Astronomi Kongresi ve I. Ulusal Öğrenci Kongresi, 1 - 8 Eylül 2000, Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova – İzmir.  
(Bildiri) *Gama Işın Astronomisi*, Tolga Güver, Cem Uluyazı, Emre Bektöre.
  - İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Diploma Tezi, “*γ- Işın Atarcaları*”, Mayıs 2001, İ. Cem Uluyazı.
  - XIII. Ulusal Astronomi Kongresi, 1 - 6 Eylül, Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi, Yerleşke-Antalya, 2002.  
(Poster) *Kataklismik Değişen Yıldızlarda Disk Rüzgarları*, Cem Uluyazı.
  - XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, 31 Ağustos - 4 Eylül 2004, Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi, Kayseri.  
(Bildiri), “*U Gem'in Yığılma Diski Özellikleri*”, Cem Uluyazı, Tolga Güver, Türker Özkan.
  - Be Stars and Data Analysis of Close Binary Stars, Astrophysics Workshop, 13 - 15 Ocotober 2004, University of Canakkale Onsekiz Mart, Department of Physics, Canakkale.  
(Bildiri) “*X-Ray, Euv Data Analysis of U Gem*”, Tolga Güver, Cem Uluyazı, Türker Özkan.



- Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS),  
(Makale) "***X-Ray Spectral Variations of U Gem from Quiescence to Outburst***", Tolga Güver, Cem Uluyazı, Türker Özkan, Ersin Göğüş, October 2006, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 372, Issue 1, pp. 450-456.