

T. C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

56089
56089

NOVALARIN TAYFSAL VE FOTOMETRİK ANALİZİ: YENİ BİR SINIFLAMA METODU

DOKTORA TEZİ

Hasan H. ESENOĞLU

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı
(Yıldız Astrofiziği Programı)

Danışman : Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN

İ.G. YÜKSEKÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ
DOKÜMANİASYON MERKEZİ

AĞUSTOS — 1996

ÖNSÖZ

Novalar, patlamadaki ışık eğrilerine göre fotometrik olarak sınıflandırılmalarına rağmen, diğer özellikleri açısından sınıflandırılmaları dikkate alınmamıştır. “Fizik temele dayalı novaların sınıflandırılması problemi” bugün de devam etmektedir. Doktora Tezi olarak sunulan bu çalışmada, galaktik novaların patlamadaki mutlak parlaklıkları (M_v) ve iniş süreleri (t_3) arasında bir ikili - korelasyonun varlığı ortaya kondu ve novaların H α ’da yapılan direkt görüntü (image) ve spektroskopik gözlemleri esas alındığında, gözlemsel olarak iki gruba ayrılacakları görüldü. Daha sonra, bulunan bu ikili - korelasyonun nedeni araştırıldı; sonuçta galaktik novalar için bulunan bu iki grup birbirlerinden “Eddington limiti”nden itibaren ayrıldıkları gerçeğine varıldı. Buna göre, tüm galaktik novalar ya “süper Eddington novalar” ya da “Eddington novalar” grubuna dahil olmaktadır. Bu yolla novaların sınıflaması fizik bir temele oturmuş olmaktadır.

Doktora tez danışmanım Prof. Dr. M. Türker Özkan’a, çalışmalarımın yönlendirilmesi ve karşılaşılan problemlerin çözümünde gösterdiği duyarlılıktan dolayı çok teşekkür ederim.

Ayrıca, yurtdışına çıkmama izin veren ve yardımlarını esirgemeyen Astrofizik Ana Bilim Dalı ve Bölüm Başkanlarımız Prof. Dr. Salih Karaali ve Prof. Dr. Dursun Koçer’e ve Dekanımız Prof. Dr. Çetin Bolcal’a da teşekkür ederim. Padova Üniversitesi’ne davet eden Prof. Dr. A. Bianchini ile diğer profesörlerden H. Ögelman, R. Barbon ve L. Rosino’ya ve doktorlardan M. Della Valle, T. Iijima ve R.U. Claudi’ye, İtalya’da kaldığım süre içerisinde çeşitli imkanların sağlanmasında yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Padova Üniversitesi Astronomi Bölümü Başkanı Prof. Dr. G. De Zotti ile Padova Astronomi Rasathanesi Müdürü Prof. Dr. L. Francesco ve Prof. Dr. C. Barbieri’ye 1 yıl süresince konuk ettikleri için teşekkür ederim. Büyük ölçüde bilgisayar gereksinimimi karşılayan İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi’ne de teşekkür ederim. Yurtdışına çıkmamda burs imkanı sağlayan İtalya Dışişleri Bakanlığı’na teşekkür ederim. Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Proje No: T - 142/241095

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZ.....	IV
ABSTRACT.....	V
I. GİRİŞ.....	1
I.1 Novalara İlişkin Parametrelerin Tanımı.....	3
II. MATERYALVE METOD.....	9
II.1. Gözlemler ve İndirgemeler.....	9
II.1.1. Görüntü ve Tayf Verileri.....	9
II.1.2. Literatürden Toplanan Veriler.....	23
II.2. Nebular Genişleme Paralaksı Yöntemi.....	36
II.2.1. Genişleme Hızının (V_{exp}) Hesabı.....	36
II.2.2. Zarf Çapının ve Mutlak Parlaklığın Belirlenmesi.....	37
II.3. Teorik $M_B - t_3$ Bağıntısı.....	40
II.3.1. Bir Novanın Bolometrik Eddington Işıma Gücü.....	40
II.3.2. Patlamada Bir Novanın Mutlak Parlaklığı.....	41
II.3.3. Bir Novanın t_3 - İniş Zamanı.....	42
III. BULGULAR.....	46
III.1. Görüntü Gözlemlerinden Elde edilen Sonuçlar.....	46
III.2. Tayfsal Gözlemlerden Elde Edilen Sonuçlar.....	48
III.3. Yeni Bir Sınıflama.....	50
III.4. Yeni Sınıflamanın Fizik Açıklaması.....	57
III.5. Teori İle Karşılaştırma.....	58
III.6. $M_v - t_2$ İlişkisi.....	59
III.7. M31 Galaksisindeki Novalar ile Karşılaştırma.....	60
IV. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	61

V. TÜRKÇE ÖZET VE YABANCI DİLDE ÖZET	65
V.1. Özet.....	65
V.2. Summary.....	66
VI. KAYNAKLAR	67
VII. ÖZGEÇMİŞ	73



ÖZ

Novaların Tayfsal ve Fotometrik Analizi: Yeni Bir Sınıflama Metodu

Bu çalışmada, galaktik novaların maksimumdaki mutlak parlaklık - iniş oranı (MMRD) ilişkisi araştırılmıştır. MMRD ilişkisi galaktik novaların ikiye ayrıldığını açık bir şekilde ortaya çıkarmıştır. Bu iki grup birbirlerinden Eddington limitinden itibaren ayrılmıştır. Eddington ışıma gücü bir beyaz cücenin Chandrasekhar kütlesi için -7.1^m 'e karşılık gelir. Grup I novaları, visüel maksimum esnasında en az 10 faktörü ile bu kritik ışıma gücünü aşan bir değerde ışıma yaparlar. Bunlar “süper Eddington novalar” olarak isimlendirilir. Grup II novaları, yaklaşık bu kritik ışıma gücüne yakın sabit bir değerde ve uzun sürelerde ışımada bulunurlar. Bunlar “Eddington novalar” şeklinde adlandırılır. Nümerik nova modeli hesaplamalarına göre, gözlemsel ve teorik $M_v - t_3$ ilişkisi arasında iyi bir uyum olduğu görülür. Ayrıca, 8 galaktik nova için CCD ile alınmış görüntü ve spektroskopik gözlemlerin sonuçlarını veriyoruz.

ABSTRACT

Spectroscopic and Photometric Analysis of Novae: A New Classification Method

In this work, the maximum magnitude - rate of decline (MMRD) relation of galactic novae is studied. The MMRD relation clearly reveals that there are two distinct kinds of the galactic novae. These two groups are separated from each other by the Eddington luminosity. This luminosity corresponds to -7.1 magnitude for a Chandrasekhar mass white dwarf. Novae of group I radiate during their visual maximum with luminosities that exceed the critical luminosity by at least a factor of 10. These will be named "super Eddington novae". Novae of group II radiate for longer times with nearly constant luminosity near the critical luminosity. These novae will be called "Eddington novae". Considering numerical nova model calculations, it seems that there is a good agreement between the observed and theoretical $M_v - t_3$ relation. In addition, we present the results of image and spectroscopic observations for 8 galactic novae obtained with CCD.

I. GİRİŞ

Katakлизмik değişen yıldızların bir alt grubu olan novalar, gökyüzünde parlaklığını aniden 10^6 faktörü kadar arttıran yıldızlar olarak tanımlanırlar. Sayıları bakımından, katakлизмikler içindeki cüce novalardan sonra gelen en kalabalık sınıfı teşkil ederler. Bununla beraber henüz “katakлизмik” terimi ortaya atılmadan çok önce de novalar yaygın olarak bilinmekteydi. Bu yüzdendir ki onlar için “klasik” sıfatı sıkça kullanılmıştır. Nova keşfi araştırmalarında bir galaksiyi sadece bir fotoğraf plağına sığdırmak mümkün olduğundan, novalara ilişkin, özellikle istatistik çalışmalar ilk olarak Samanyolu dışındaki diğer galaksilerde bulunan novalar üzerinde yapılmıştır. Örneğin, mutlak parlaklık ve iniş hızı ilişkisi (bundan sonra, “ $M_v - t_3$ ” ilişkisi veya “MMRD” olarak verilecek) özellikle M31 galaksisi ile Büyük ve Küçük Macellan Bulutları’nda keşfedilmiş çok sayıdaki novalardan bulunmuştur. Galaksimizdeki novaların durumu ise diğer galaksilerdekinden farklıdır. Çünkü, burada gözlenecek alan çok büyüktür. Galaktik novaların tam patlama anlarının yakalanabilmesi için, diğer galaksiler gibi bir fotoğraf plağı yerine, binlerce plağın kullanılarak Galaksimizin fotoğraflanması gereklidir. Diğer galaksilerdeki novaları önemli kılan, büyük galaktik ölçeğe (10 Mpc) uzaklıkların tayin edilmesine imkan vermesidir (Jacoby ve ark., 1992). Patlamadan sonra, sakin evreye iniş zamanlarına bakıldığında novadan novaya büyük farklılıkların olduğu görölmüştür. Payne-Gaposckin (1957), bu özelliği kullanarak “nova hız sınıfı” tanımını yapmıştır. Bu tanıma göre, Samanyolundaki ve diğer galaksilerdeki tüm novalar beş ayrı sınıfa ayrılmıştır. Bugün de bu sınıflama yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda da novaların hız sınıflaması temel alınmıştır. Galaksimizdeki novalara ilişkin yeni bir sınıflamanın önerildiği bu tez çalışması dışında bu konu ile doğrudan ilgili dikkate değer bir çalışma Duerbeck (1981) tarafından yapılmıştır. Duerbeck (1981), galaktik novaların ışık eğrilerini, mutlak parlaklıklarını ve fizik özelliklerini incelemiştir. Bu makalede, 31 galaktik novanın uzaklıkları, mutlak parlaklıkları ve yıldızlararası ortama ait sönümlmeleri farklı metotlarla belirlenmiştir. Galaktik novalar için farklı bir $M_v - t_3$ ilişkisi verilmiştir. Duerbeck, ışık eğrilerinin şekillerini temel alarak novaları iki gruba ayırmıştır. İlk gruptaki novalar ışık eğrilerine göre A, A_o, A_r sembolleri ile gösterilmiştir ve patlamada yayınladıkları ışıma gücü Eddington limitinin üstünde olduğundan

“Eddington limitini aşan novalar” şeklinde isimlendirilmiştir. İkinci gruptakiler ise B, C, D ile gösteriliyor ve yine maksimumda yayınladıkları ışıma güçlerinden dolayı da “Eddington novalar” olarak adlandırılmıştır. Diğer bir çalışma, Williams ve ark.’nın (1991;1994), patlama sonrasında nova spektrumlarının evrimi ve sınıflamasına ilişkin araştırmasıdır. “Tololo Nova Spektrel Sınıflama Sistemi” olarak ünlenen bu yeni sınıflamada her bir optik spektrum C (Coronal), P (Permitted), A (Auroral) ve N (Nebular) şeklinde içerdikleri özelliklerine göre, 4 fazda ve alt grupları biçiminde kabul edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada “neon nova” lara da dikkat çekilmiştir ve N LMC 1990 (No.1) novasının spektrumu incelendiğinde, şiddetli [Ne III] $\lambda 3869-3968$ çizgilerinden anlaşıyor ki neon bolluğu çok yüksektir. Böylece, neon novalar sadece Galaksimize has cisimler olmayıp, Samanyolu dışında Büyük Macellan Bulutları’nda da (LMC) varlığı gösterilmiş oldu. Neon novaların O-Ne-Mg kütleli beyaz cüceler içerdiğine inanılıyor. Literatürde, bu tür novaların patlamadan sonra Eddington ışıma gücünde ışıma yaptıkları kabul edilmiştir. Shara (1981a), klasik novalar için $M_B - t_3$ ilişkisinin teorik bir açıklamasını yapmıştır. Buna göre, çok hızlı novalar ağır kütleli beyaz cücelerde meydana gelir ve ışıma güçleri bazen süper-Eddington değerine ulaşır. Bu büyük kütleli beyaz cüceler, düşük kütleli zarfları ile termonükleer olayları (TNR=Termonuclear Runaway) meydana getirirler. Hızlı novaların zarfları büyük hızlarla atılmasından dolayı optik parlaklığındaki yükselişi aniden kesilir (çünkü, zarfın boyutu hızla büyüyeceğinden, optik parlaklığındaki artışı sağlayan taneciklerin çarpışması hacim ile ters orantılı olarak azalır). Böylece, parlak novalarda optik ışınım hızla azalır. Benzer olarak sönük novalarda parlaklık azalması ise yavaş olur. Novaların ne zaman patlayacağı belli olmadığından, tam patlama anlarının gözlenmeleri en az bir veya iki gece eksik olur. Bu durum, özellikle en parlak novalar için verilen uzaklık bulma formüllerinde büyük hatalara sebep olabilir. Çünkü, bu hızlı novaların görünen parlaklıkları maksimum civarında çabuk değişir. Buscombe ve de Vaucouleurs (1955), bu problem üzerinde uğraşırken, patlamadan 15 gün sonra tüm novaların bolometrik mutlak parlaklıklarının (M_B) yaklaşık aynı olduğuna dikkat çekmiştir. Daha sonra Pfau (1976), M31, Samanyolu, M33, Büyük ve Küçük Macellan Bulutları’nda bulunan iyi gözlenmiş toplam 46 novayı kullanarak $M_B(15) = -5^m.74 \pm 0^m.60$ değerini bulmuştur. Novaların bir özelliğini yansıtan bu gözlemsel sonucun basit de olsa teorik açıklaması Shara (1981b) tarafından yapılmıştır. Demek oluyor ki tüm novaların mutlak parlaklıkları, hız sınıflarına bakılmaksızın patlamadan sonraki yaklaşık 15. günde aynı olmaktadır. Belki bu, ileride çok daha iyi gözlemlerle ve tam teorik çözümüyle de evrensel bir sabit olarak karşımıza çıkabilecektir.

Bu çalışmada, klasik novaların $H\alpha$ spektrumlarına bakıldığında, bu çizginin şiddeti ve kontinyum akısına göre bir sınıflama yapıp yapılamayacağı konusu üzerine çalışılmıştır. Çünkü, Ciardullo (1990), M31'deki novalar için yaptığı $H\alpha$ gözlemlerinden yola çıkarak, bu galaksideki novaların $H\alpha$ 'daki ışık eğrilerinde, maksimum parlaklıklar ile iniş hızları arasında hiç bir ilişkinin görülmediğini belirtmiştir. Konunun araştırıldığı bu tez çalışmasında, Galaksimizdeki novaların $H\alpha$ 'daki nebular genişleme paralaksı metodu kullanılarak bulunan maksimumdaki mutlak parlaklıklar ile iniş hızları arasında bir "gruplaşma"nın varlığı gösterilmiştir. Bu gruplaşmanın temel kriteri "Eddington limiti" olmuştur. İşte bu limit kullanılarak, sadece galaktik novalar için "yeni bir nova sınıflaması" ileri sürülmüştür. Sahara'ya (1981a) göre, $M_B - t_3$ ilişkisi bütün galaksilerdeki novalar için de aynı olmalıdır. Oysa, Galaksimiz ile M31 novalarına ait MMRD ilişkisi arasındaki uyum iyi değildir: M31 galaksisine ait $M_v - t_2$ ilişkisinde, parlak ve sönük novalar için gözlenen "düzlük" galaktik novalarda görülmemektedir (Jacoby ve ark., 1992). Yani, Galaksimize ait $M_v - t_2$ ilişkisi doğrusal olmaktadır (Cohen, 1985). Cohen bu sonucu, nebular genişleme paralaksı metodunu kullanarak belirlediği 19 novanın verisinden (11'i yüksek kaliteli ve 8'i düşük kaliteli) elde etmiştir. Aynı sonuç, 24 novanın verisi (21'i yüksek kaliteli ve 3'ü düşük kaliteli) kullanılarak bu tez çalışması ile de bulunmuştur. Oysa Duerbeck (1981), MMRD ilişkisi için 10 novanın nebular genişleme paralaksına ilaveten 20 novanın "galaktik rotasyon", "yıldızlararası çizgi şiddetleri" ve "yıldızlararası kızarma" yöntemlerinden bulduğu mutlak parlaklıklarını da katmıştır. Bu verilere dayanarak bulduğu sonuç ise, M31'deki sönük novalar için bilinen "düzlük" ile uyuşmaktadır. Duerbeck, bu sonuca dayanarak da galaktik novaları iki gruba ayırmıştır ve ileri sürdüğü nova sınıflamasını da bu sonuca dayandırmıştır. Bu tez çalışmasında, en güvenilir yöntem olan "nebular genişleme paralaksı" (Ringwald ve Naylor, 1996) verileri esas alınarak, Duerbeck'in, "galaktik novaların iki gruba ayrılması" tezinin dayandığı $M_v - t_3$ ilişkisinin "doğru olmadığı" ortaya konmuştur. Sonuç olarak, Cohen'in sonuçlarının hâlâ geçerliliğini koruduğu bu tez çalışması ile desteklenmiştir.

1.1. Novalara İlişkin Parametrelerin Tanımı

Çalışmamızda, galaktik novalar için ileri sürülen yeni sınıflamanın dayanağı şu olmuştur: novaların bilinen $M_v - t_3$ ilişkisi, "çok hızlı novalar", "hızlı novalar", "orta seviyede

hızlı novalar” ve “yavaş novalar” şeklindeki (Payne-Gaposckin, 1957) her bir hız sınıfı için, ayrı ayrı ele alınmış ve bu sınıflar arasında bir gruplaşma görülmüştür. Dolayısıyla, bu yeni sınıflama MMRD ilişkisine dayandığından, iniş sürelerinin (t_3) ve maksimumdaki mutlak parlaklıkların (M_v) bilinmesi gereklidir. MMRD ilişkisinin güvenilir olması tamamen mutlak parlaklık verilerinin iyi olmasına bağlıdır. Bu yüzden, M_v değerleri en güvenilir yöntem olan “nebular genişleme paralaksı” ile bulunmalıdır (Cohen, 1985). Bu yöntemin uygulanabilmesi için de nova zarflarının genişleme hızları (V_{exp}), zarf çapları, maksimum parlaklıklar (m_v) ve yıldızlararası absorpsiyon bilinmelidir. Aşağıda, Galaksimizdeki novaların sayısı, iniş hızlarının tanımı, hız sınıfı tablosu, genişleme hızı ile iniş hızı arasındaki ilişki ve mutlak parlaklık ile genişleme hızı arasındaki ilişki yeni verilere dayanılarak verilmiştir.

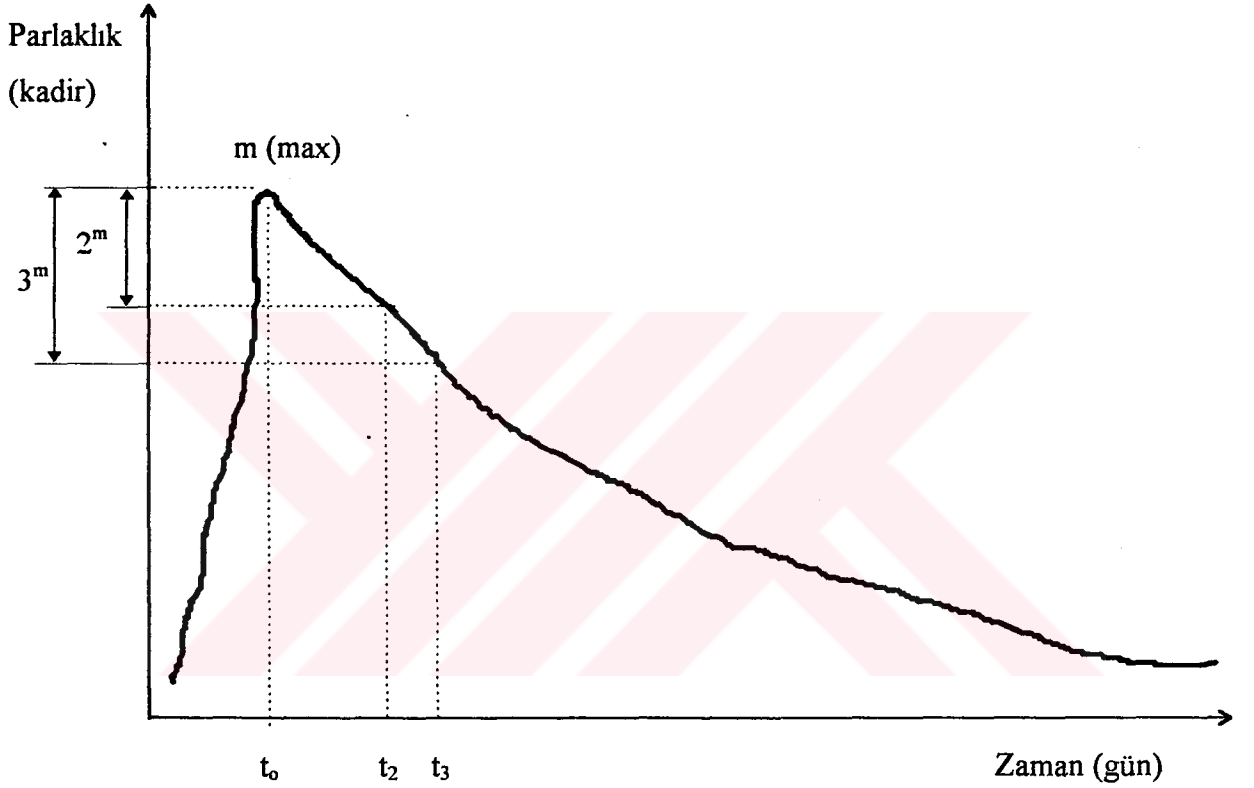
Galaksimizde her an nova patlaması olabileceğinden yeni keşfedilecek novaların da eklenerek yayınlanan her yeni katalogda nova sayısının artması beklenir. Buna göre, kullanacağımız iki katalog (Bkz. Bölüm II.1.2) ve bu çalışma gözönüne alındığında, günümüze kadar tespit edilebilen novaların toplam sayısı Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. 1670 yılından bugüne kadar (326 yıl) keşfedilmiş novalar.

Yıl	Aralık (yıl)	Toplam Nova Sayısı	Keşfedilen Kaynak Nova Sayısı	
1670-1986	317	194	194	Duerbeck (1987)
1987-1992	6	213	19	Downes ve Shara (1993); Scot ve ark.(1995); Smith ve ark. (1995)
1993-1995	3	216	3	Nakano ve Sumato (1995);Greeley ve ark.(1995); Gehrz ve ark. (1995)

Bu tablodan görüleceği gibi, 1986 yılına kadar galaksimizde toplam 194 nova bilinmektedir; bu tarihten 1992’ye kadar geçen 6 yıl süresince 19 yeni nova patlaması daha meydana gelmiştir ve son olarak da 1992’den bugüne kadar Galaksimizde tespit edilebilen nova sayısı ise sadece 3 olarak görülüyor. Sonuç olarak, en yeni verilere göre Galaksimizde mevcut novaların toplam sayısı, 1995 yılı itibarıyla 216’dır. İlgilendiğimiz konunun yalnız galaktik novaları içermesinden dolayı sadece galaksimizde yer alan klasik novalar alınmıştır. X - ışın novası (X - ray nova) ve sonradan nova olmadığı anlaşılan şüpheli kataklizmik yıldızlar gözönüne alınmamıştır (Bianchini, 1995).

Bir nova, patlamasıyla birlikte parlaklığında 10-15 kadirlik ani bir artış meydana gelir ve daha sonra zamanla bu parlaklık artışı azalır ve nova patlamadan önceki parlaklığına ulaşır, yani sakin evreye geçer. İşte parlaklığındaki bu azalma “iniş hızı (t_3 , t_2 veya V_d)” olarak tanımlanır. t_3 ve t_2 sırasıyla patlamadan sonra parlaklığın 3^m ve 2^m azalması için geçen sürelerdir. Bu parametreler, Şekil 1’de bir novanın örnek ışık eğrisinde gösterilmiştir.



Şekil 1. Bir novanın örnek ışık eğrisinde iniş hızı parametreleri görülmektedir.

t_3 ve t_2 'ler, patlama maksimumundan (t_0) itibaren novanın ışık eğrisinden gün olarak ölçülür. V_d , iniş hızı parametresi ise, $V_d = 2/t_2$ veya $V_d = 3/t_3$ (kadir/gün) şeklinde tanımlanır. Sonuç olarak, bu üç parametre aynı olup novaların fotometrik sınıflandırılmasında kullanılır.

Cecilia Payne-Gaposchkin (1957) tarafından tanımlanan ve literatürde yaygın olarak kullanılan t_3 , t_2 ve V_d 'ye göre novaların sınıflanması Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. İniş hızı tanımına göre novaların sınıflandırılması.

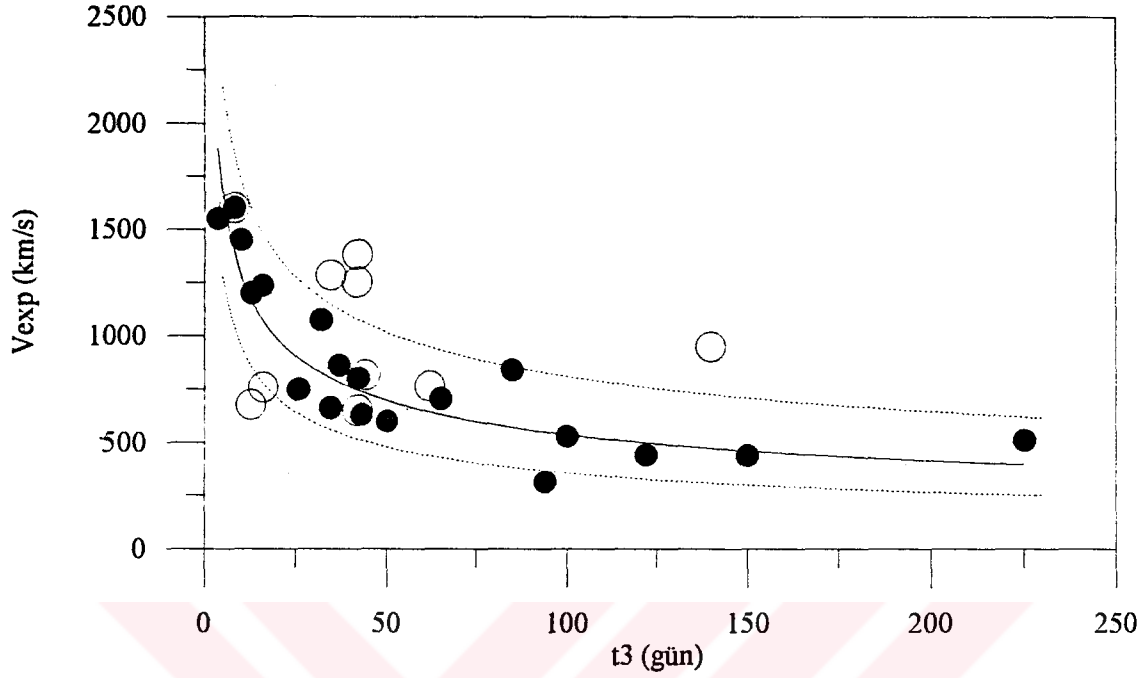
Hız sınıfı	t_2 (gün)	t_3 (gün)	V_d (m/gün)
Çok hızlı novalar	≤ 10	≤ 15	≥ 0.20
Hızlı novalar	11 - 25	16 - 42	0.18 - 0.08
Orta seviyede Hızlı novalar	26 - 80	43 - 120	0.07 - 0.025
Yavaş novalar	81 - 150	121 - 230	0.024 - 0.013
Çok yavaş novalar	≥ 151	≥ 231	≤ 0.012

Nebular genişleme paralaksı için, nova zarfını oluşturan gazın genişleme hız değerleri (V_{exp}) çoğunlukla literatürden alınmıştır. Ayrıca, bu tez çalışması çerçevesinde üç novanın, Nova Aql 1995, V1974 Cyg ve FH Ser'in yapılan tayf gözlemlerinden genişleme hızları da bulunmuştur (Bkz. Bölüm III.2). MMRD ilişkisi için kullanacağımız hızlar arasında bazı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Hangisinin doğru olarak alınacağına karar verebilmek için şu yol izlenmiştir: hızlı novaların, yani t_3 'ü küçük olanların genişleme hızları büyük olması beklenir; t_3 büyüdükçe genişleme hızları küçülmelidir (Hüseyin, 1996). Çünkü zarf ne kadar büyük hızla genişlerse zarfın hacmi de o kadar hızla büyür. Dolayısıyla, ışınım yayınlayan taneciklerin çarpışması o kadar hızla azalacağından parlaklıktaki düşüş ani olur. Aksine, zarfın genişlemesi çok yavaş ise, hacim küçük olacağından çarpışmalar hızla azalamaz ve bu sefer parlaklık azalması yavaş olacaktır (Shara, 1981a). Bu durumu belirtmek için, 29 novanın genişleme hızları ile t_3 değerleri arasındaki ilişki Şekil 2'de gösterilmiştir.

Eğer, beklenen eğimin dışına çıkan şüpheli novalar varsa, bu eğri ile uyumlu olan hız değerleri daha doğru kabul edilerek alınmıştır. Şekil 2'de, iyi bilinen 19 novanın V_{exp} ve t_3 parametreleri siyah noktalar ile ve şüpheli olanlar ise (10 nova) açık ve büyük daireler ile gösterilmiştir. Siyah noktalardan geçirilen en iyi fit,

$$\log(V_{exp}) = 3.49 (\pm 0.08) - 0.38 (\pm 0.05) \log(t_3) \quad (1)$$

ile verilmiştir ve sürekli çizgi ile çizdirilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi, V_{exp} ve t_3 arasındaki tahmin edilen ilişki ortaya çıkmıştır (korelasyon katsayısı 0.93). Dolayısıyla, şüpheli dataaların seçimi bu fit eğrisi ve $M_v(\max) - V_{exp}$ ilişkisi (Bkz. Şekil 3) esas alınarak yapılmıştır. Hata hesabı da Bevington'dan (1969) yararlanılarak hesaplanmıştır ve şekilde hata sınırları kesikli çizgi ile belirtilmiştir. Hızları bilinmeyen novalar için t_3 değerleri, (1) formülü kullanılarak genişleme hızları öngörülmüştür. McLaughlin (1960), (1) bağıntısına benzer bir deneysel ilişkiyi şu şekilde bulmuştur;



Şekil 2. 29 novanın genişleme ve iniş hızları arasındaki ilişki.

- Güvenilir
- Şüpheli
- Siyah noktalardan geçirilmiş en iyi fit
- Hata sınırları

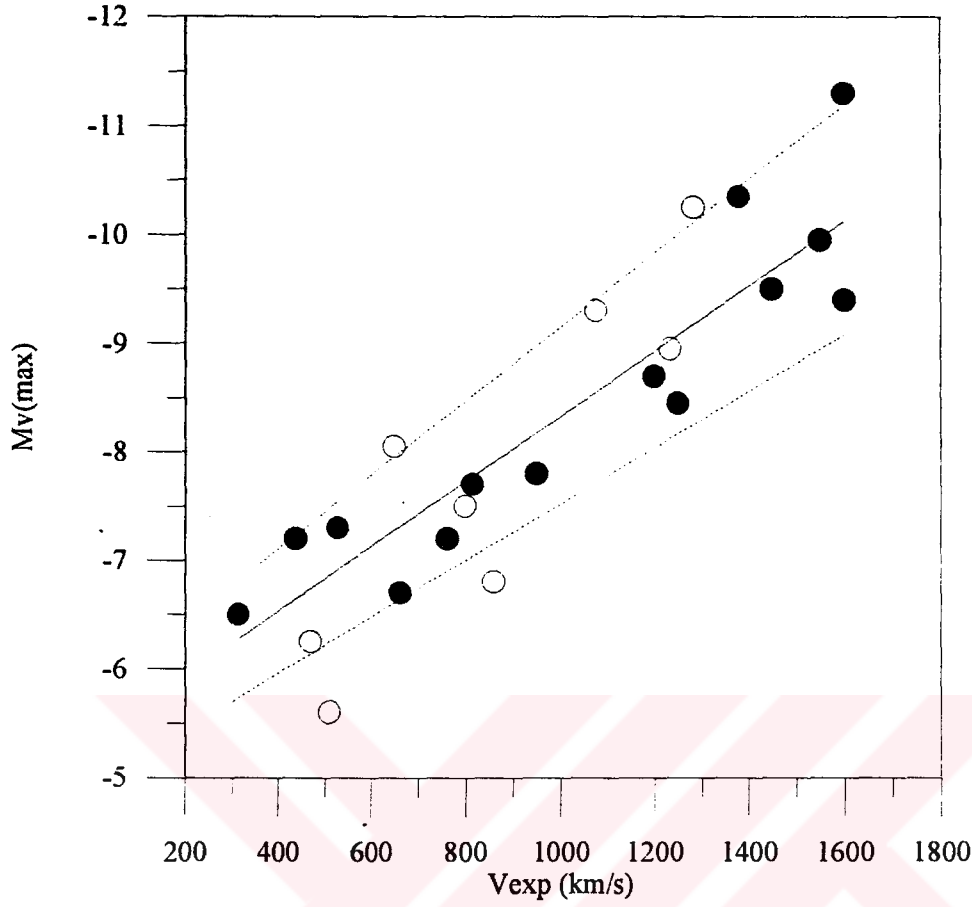
$$\log (V_{\text{exp}}) = 3.75 - 0.45 \log (t_3).$$

Buradaki V_{exp} , ortalama değerler olup absorpsiyon spektrumlarından elde edilmiştir. Teorik $V_{\text{exp}} - t_3$ ilişkisi ise,

$$\log (V_{\text{exp}}) \approx 4.28 - 0.5 \log (t_3)$$

şeklinde verilmiştir (Shara, 1981a).

MMRD ilişkisi için kullanılacak mutlak parlaklıklar arasında, genişleme hızlarında olduğu gibi, bazı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Hangi verinin daha doğru olduğunu belirlemek için, $V_{\text{exp}} - t_3$ ilişkisine (Bkz. Şekil 2) benzer şekilde şu yol izlenmiştir: hızlı novalarda patlamalar çok şiddetli olduğundan genişleme hızları büyük ve yavaş novalarda ise patlamalar az şiddetli olmasından dolayı genişleme hızlarının küçük olması beklenir. Genişleme hızı ile mutlak parlaklık arasındaki bu ilişki, Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. 22 novanın genişleme hızları ve maksimumdaki mutlak parlaklıkları arasındaki ilişki görülüyor.

- Güvenilir (iki veya daha fazla gözlemi yapılmış novalar)
- Şüpheli (sadece bir veya iki gözlemi yapılabilmış novalar)
- Siyah noktalardan geçirilmiş en iyi fit
- Hata sınırları

Novaların bu iki parametresi arasında doğrusal bir ilişki (korelasyon katsayısı 0.92),

$$M_v(\max) = -5.332 (\pm 0.415) - 0.003 (\pm 0.0004) V_{\exp} \quad (2)$$

şeklinde elde edilmiştir. Böylece elde edilen bu doğrusal ilişki kullanılarak, literatürden en doğru veriler alınmıştır. Şekil 3’de, en az iki veya daha fazla gözlemi yapılarak zarf yarıçapları belirlenmiş güvenilir durumdaki 14 novanın $M_v(\max)$ ve $V_{\exp}$ değerleri siyah noktalar ile ve sadece bir veya iki gözlemi yapılabilmemiş az güvenilir durumda olanlar ise (8 nova) içi boş daireler ile gösterilmiştir. Hata sınırları da kesikli çizgi ile belirtilmiştir.

II. MATERYAL VE METOD

II.1. Gözlemler ve İndirgemeler

Galaktik novaların zarflarının belirlenmesi ve parlaklıklarının bulunması için, $H\alpha$ 'daki direkt görüntü (image) gözlemlerinden yararlanılır. Bu amaçla, $H\alpha$ ve $H\alpha$ dışındaki filtrelerle novaların görüntü gözlemleri için CCD ile 1.82 metre açıklıklı Cassegrain teleskop kullanılmıştır. Zarfların genişleme hızlarını belirlemek amacıyla yapılan spektroskopik gözlemler için de yine CCD ile 1.82 ve 1.22 metrelik teleskoplar kullanılmıştır. Her iki teleskop ve donanımı İtalya'da Ekar ve Asiago Gözlemevleri'nde bulunmaktadır. Görüntü gözlemlerimizin işlenmesi (image processing) ve seeing değerlerinin hesabı (Bkz. Bölüm II.2.2) IRAF paket programında yapılmıştır; spektrumların indirgenmesinde ise, hem IRAF ve hem de MIDAS programları kullanılmıştır.

II.1.1. Görüntü ve Tayf Verileri

Nova zarfının açısal çapını veren görüntü verileri, 1.82 m'lik teleskop (Cassegrain odak, $f/9$; görüş alanı $6.4^\circ \times 6.4^\circ$) ve buna bağlı CCD kamera ve dar bant filtreleri kullanılarak alınmıştır: $H\alpha$ için 6563 filtresi, $H\alpha$ dışında ise 6185, 6610 ve 6670 filtreleri ve bunların bant genişlikleri de sırasıyla 45.0, 50.0, 57.0 ve 49.0 Å'dur (Claudi ve Cremonese, 1993a). Kullanılan kameranın ölçeği 0.3375 "/pixel, buna takılı CCD dedektörü Tektronix TK512M Thick, formatı 512×512 pixel², pixel boyutu 27×27 mikron² ve alınabilecek görüntünün boyutu ise 13.8×13.8 mm² olur, bu da $\sim 3' \times 3'$ lık bir alana karşılık gelir. Bu tür CCD dedektörler yaklaşık -140°C de çalışmaktadır ve bu soğukluğa sıvılaştırılmış azot gazı (N_2) kullanılarak ulaşılır. Nova zarfının genişleme hızını (V_{exp}) belirlemek için optik spektrumlar, özellikle de $H\alpha$ bölgesi 1.82 ve 1.22 m'lik teleskoplar ve CCD dedektörleri ile alınmıştır. Bu iş için büyük teleskopa bağlı Boller ve Chivens spektrografi (B&C) ile çeşitli dispersiyon ve spektral bölgelerde 150 ve 1200 çizgi/mm şebekeleri (grating) kullanılmıştır. Dispersiyon sırasıyla 522

ve 42 Å/mm veya 12 ve 1.0 Å/pixel (23 mikron boyutlu pixele göre) olup 3400-7500 ve 6250-6850 Å spektral bölgelerini içermektedir (Claudi ve Cremonese, 1993b). Ayrıca, bu şebekelere karşılık gelen ayırma güçleri ise sırasıyla 24 ve 1.9 Å'dur. B&C spektrograf sisteminin ölçeği 1.23 "/pixel olup bununla irtibatlı CCD dedektörü ise Thomson TH7882 Thick UV-Coated, formatı 580x388 pixel², pixel boyutu 23x23 mikron² ve alınabilecek spektrumların boyutu 13.3x9 mm² olur, bu da ~12'x8'lık bir alana karşılık gelir. 1.22 m'lik teleskopa (Cassegrain odak, f/16; görüş alanı 3.7°x3.7°) optik prizmalı spektrograf sabitlenmiştir; bir kamera (Kamera VI) ve CCD dedektörüyle novaların spektrumları alınmıştır. Prizmalı spektrograf ile dispersiyon H β 'da ~ 100 Å/mm veya 2.3 Å/pixel; H γ 'da 65 Å/mm veya 1.5 Å/pixel'dir (Tomov ve Munari, 1995). Bu dispersiyonlara karşılık gelen ayırma güçleri de sırasıyla 4.6 ve 3.3 Å'dur. Cassegrain odağa konulan bir TK512 CB1-1 CCD dedektörü, formatı 512x562 pixel², pixel boyutu 23x23 mikron² ve alınabilecek spektrumların boyutu 12x13 mm² olur, bu da 2.1'x2.3' lık bir alana karşılık gelir. Bu CCD dedektörü -73 °C de bir vantilatör yardımıyla soğutularak çalışmaktadır. Spektrumların dalgaboyu kalibrasyonu için, 1.82 ve 1.22 m'lik teleskoplara takılı sırasıyla Demir-Argon (Fe-Ar) ve Demir-Neon (Fe-Ne) lambaları kullanılarak laboratuvar spektrumları alınmıştır. Akı kalibrasyonu için ise Kopff 27, Hiltner 102 ve BD+40° 40' 32" standart yıldızları gözlenmiştir. Ayrıca, novaların görüntü ve spektrumlarının indirgeme işlemlerinde kullanılmak üzere CCD dedektörünün elektronik gürültüsünü içeren bias ile düz alan (flat field dome) verileri de gözlem sırasında alınmıştır.

Novaların zarf yarıçaplarını ve zarfların yıllık genişleme oranlarını belirlemek amacıyla, yedi novanın H α ve diğer filtrelerle alınan direkt görüntü gözlemleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Zarf yarıçaplarını ve genişleme oranlarını belirlemek üzere yedi novanın CCD ile alınmış görüntü gözlemleri.

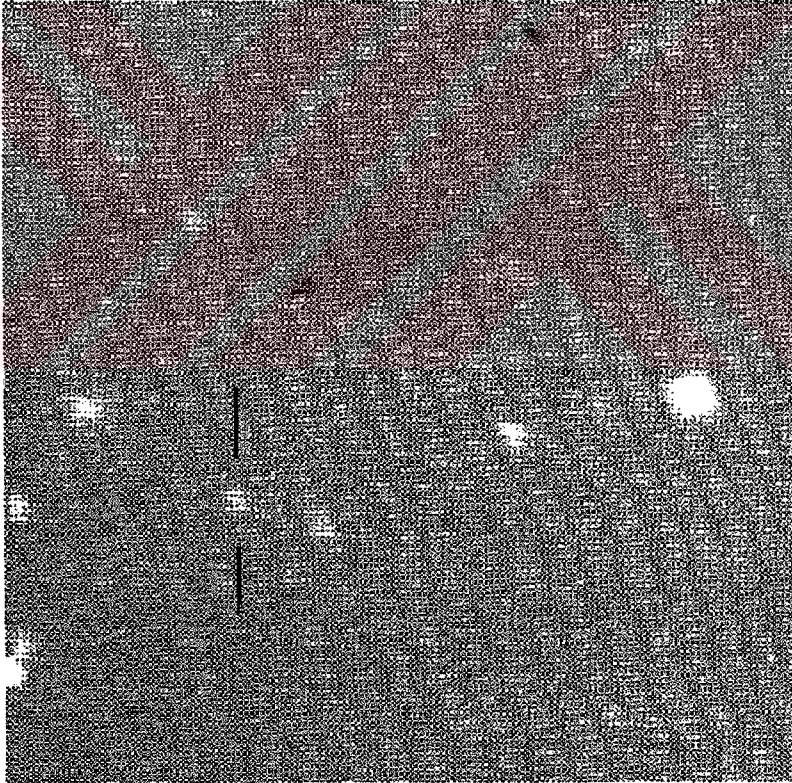
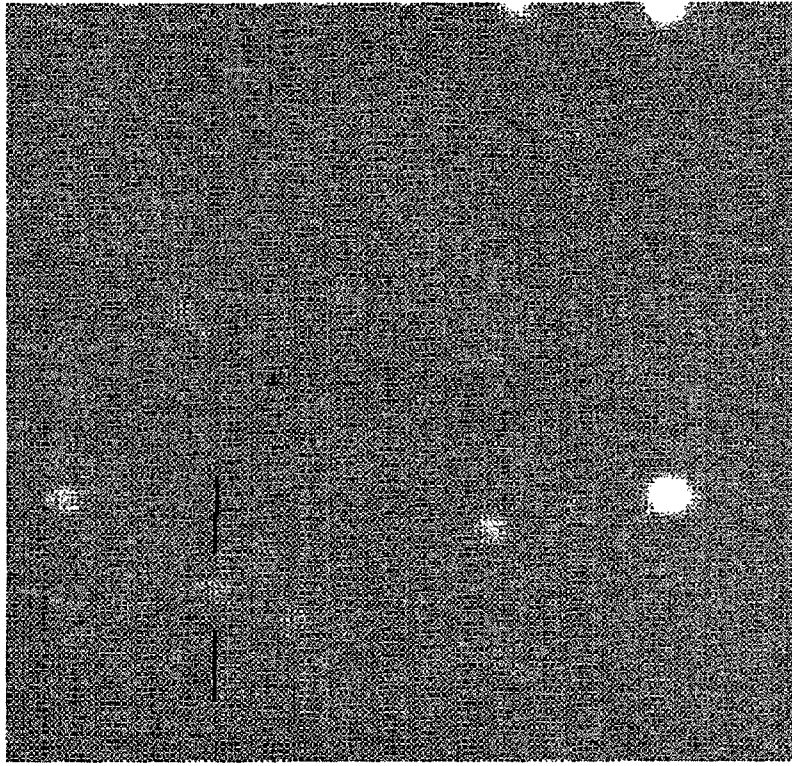
Nova	Tarih	UT (başlangıç)	Poz (saniye)	Yıl ^a	Filtre	Seeing (")	Gözlemci
QU Vul	08.07.1994	01 ^h 46 ^m	2400	9.6	H α	2.4	Bianchini, Esenoğlu
QU Vul	08.07.1994	02 30	600	9.6	6610	3.0	Bianchini, Esenoğlu
FH Ser	10.07.1994	23 01	2400	24.4	H α	2.3	Bianchini, Esenoğlu
FH Ser	10.07.1994	23 45	600	24.4	6610	3.3	Bianchini, Esenoğlu
QU Vul	11.07.1994	00 01	2819	9.6	H α	2.2	Bianchini, Esenoğlu
QU Vul	11.07.1994	00 50	600	9.6	6610	3.5	Bianchini, Esenoğlu
XX Tau	30.01.1995	21 14	180	68	H α	2.3	Esenoğlu
XX Tau	30.01.1995	21 37	1800	68	H α	2.3	Esenoğlu
XX Tau	30.01.1995	22 24	633	68	6185	2.7	Esenoğlu
QZ Aur	01.02.1995	19 45	120	31.1	H α	2.2	Esenoğlu
QZ Aur	01.02.1995	19 51	3600	31.1	H α	2.6	Esenoğlu
QZ Aur	01.02.1995	20 54	3600	31.1	6185	2.5	Esenoğlu
N Leo 1612	02.02.1995	01 52	1200	383	H α	1.8	Esenoğlu
N Leo 1612	02.02.1995	02 15	1800	383	6185	1.8	Esenoğlu
RW UMi	05.03.1995	00 21	3600	39.2	H α	3.0	Esenoğlu
RW UMi	05.03.1995	01 25	1200	39.2	6670	2.8	Esenoğlu
RW UMi	05.03.1995	01 46	2400	39.2	6670	2.8	Esenoğlu
V1974 Cyg	05.03.1995	03 30	1368	3.1	H α	2.6	Esenoğlu

^a Novanın patlamasından itibaren gözlemin yapıldığı tarihe kadar geçen zaman.

Yedi novanın IRAF'tan alınmış örnek resimleri de Şekil 4a, b, c, d, e, f ve g'de gösterilmiştir. Şekil 4'de H α ile alınanlar üstte ve H α dışındaki bir filtre ile alınanlar da altta yer almaktadır.

N

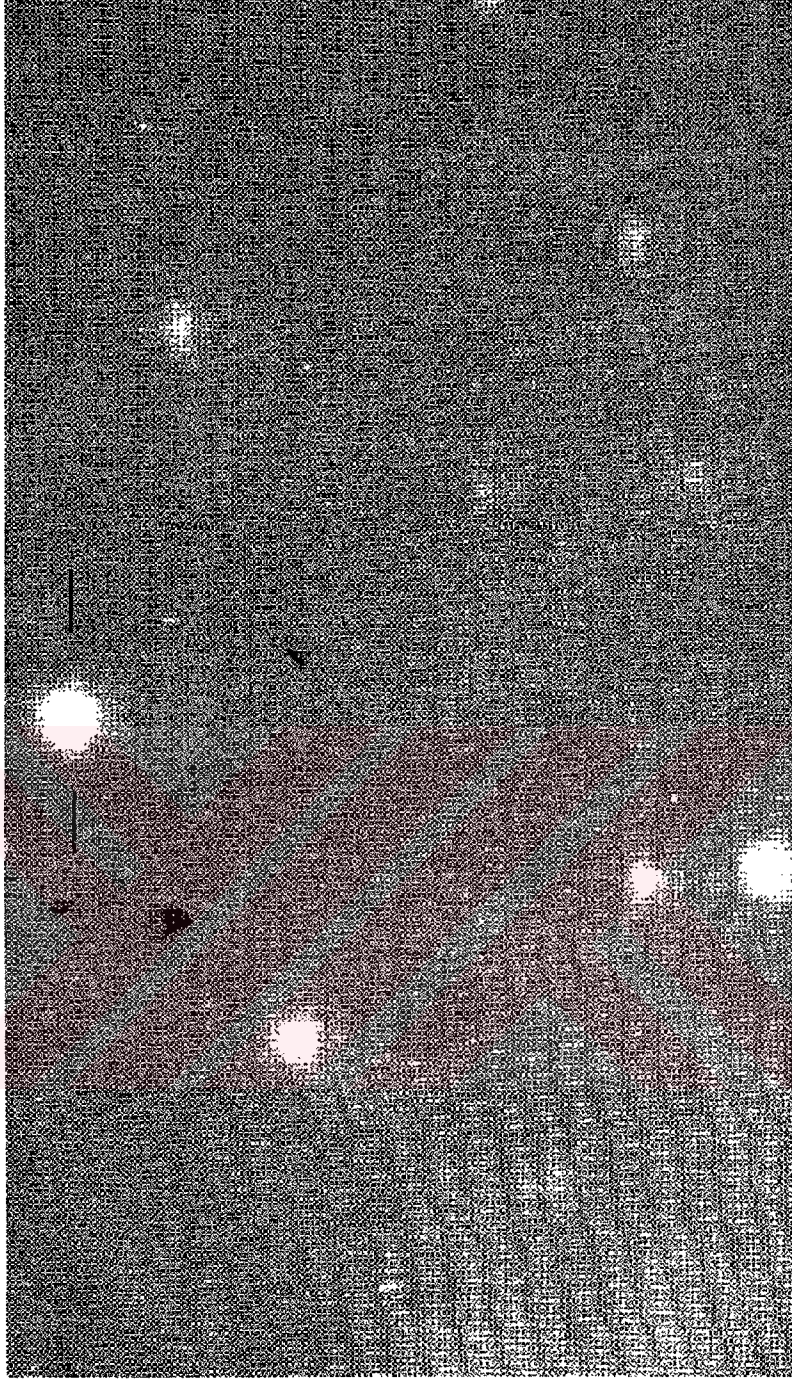
E



Şekil 4a. QZ Aur 'un 1.82 m teleskop ve CCD ile alınmış direkt görüntüleri. Üstteki resim H-alfa 'da ve alttaki de 6185 filtresi ile alınmıştır. H-alfa 'da QZ Aur 'un çapı 0.83" iken 6185 'de 0.55" olarak ölçülmüştür. Yönler ve ilgili novalar da tüm resimlerde işaretlenmiştir.

N

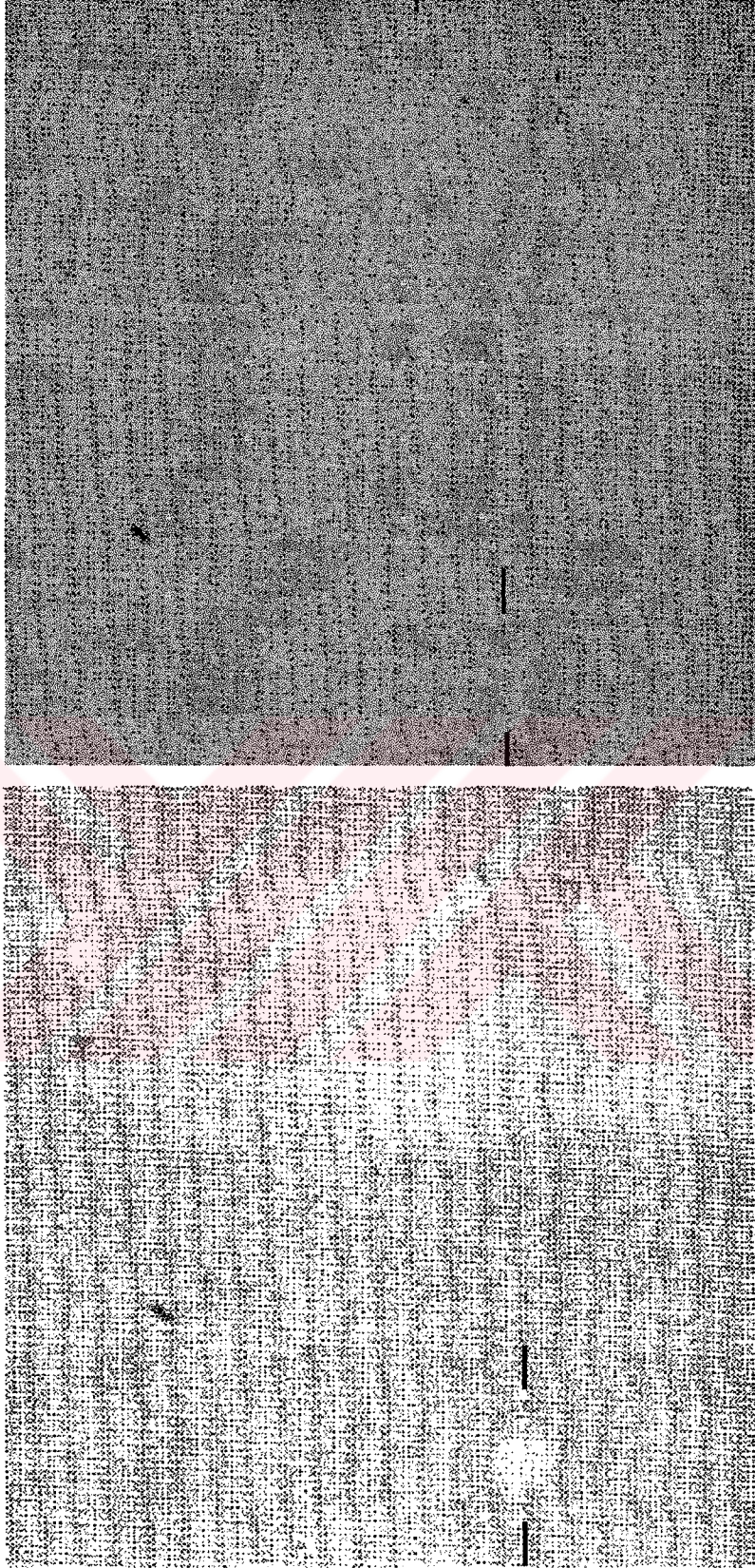
E



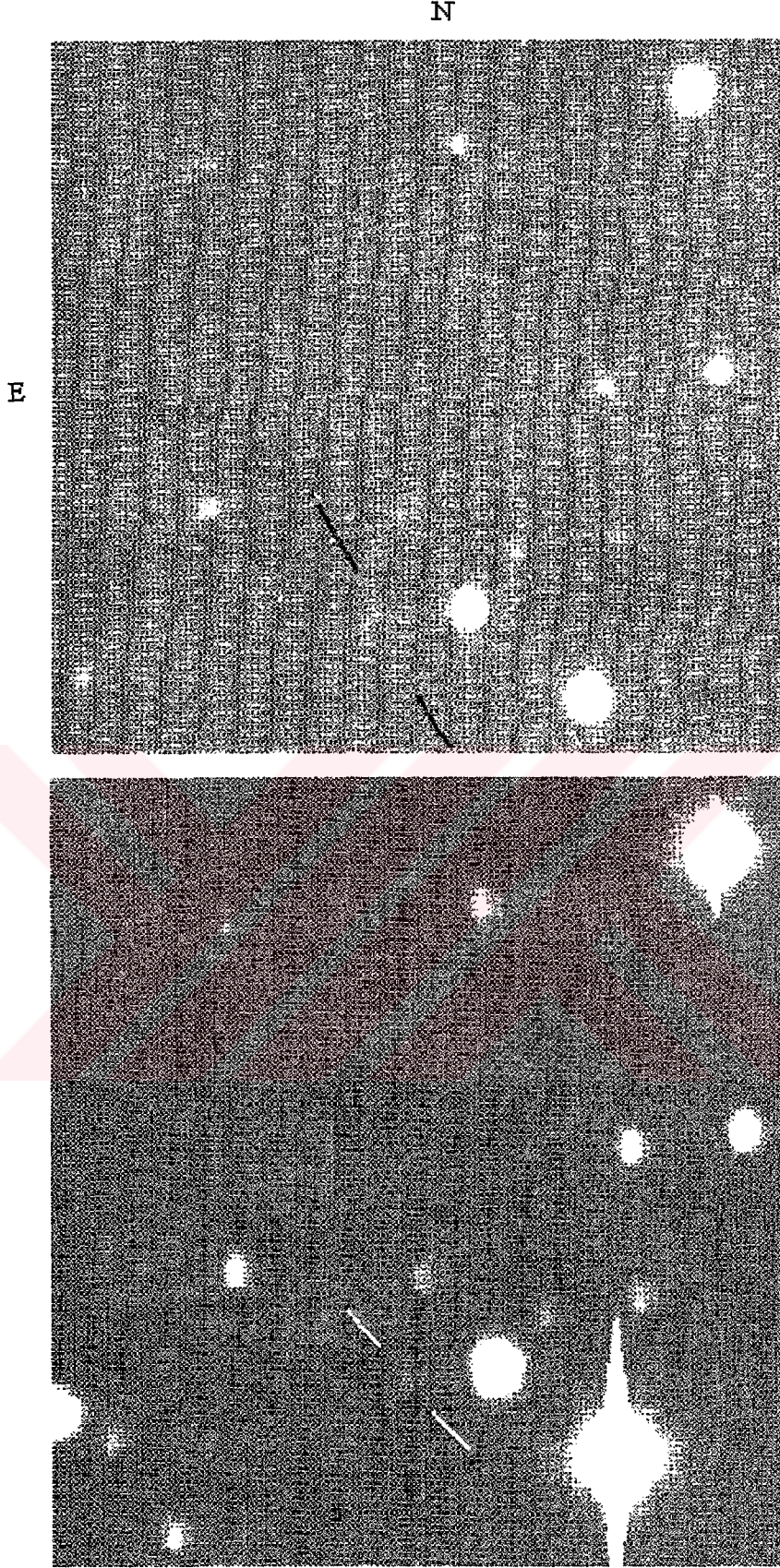
Şekil 4b. V1974 Cyg 'nin 1.82 m teleskop ve CCD ile alınmış H-alfa 'daki görüntüsüdür. Çapı 0.76" olarak ölçülmüştür. Bu novanın seeing değeri 2.69" iken çevresindeki yıldızların ortalama seeing değeri ise 2.58" dir.

N

E



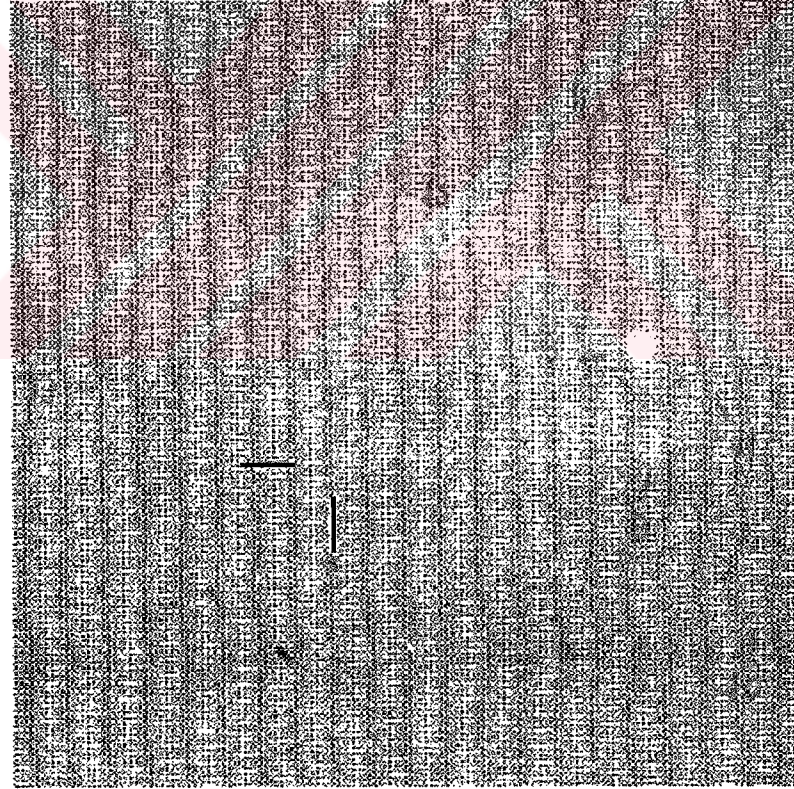
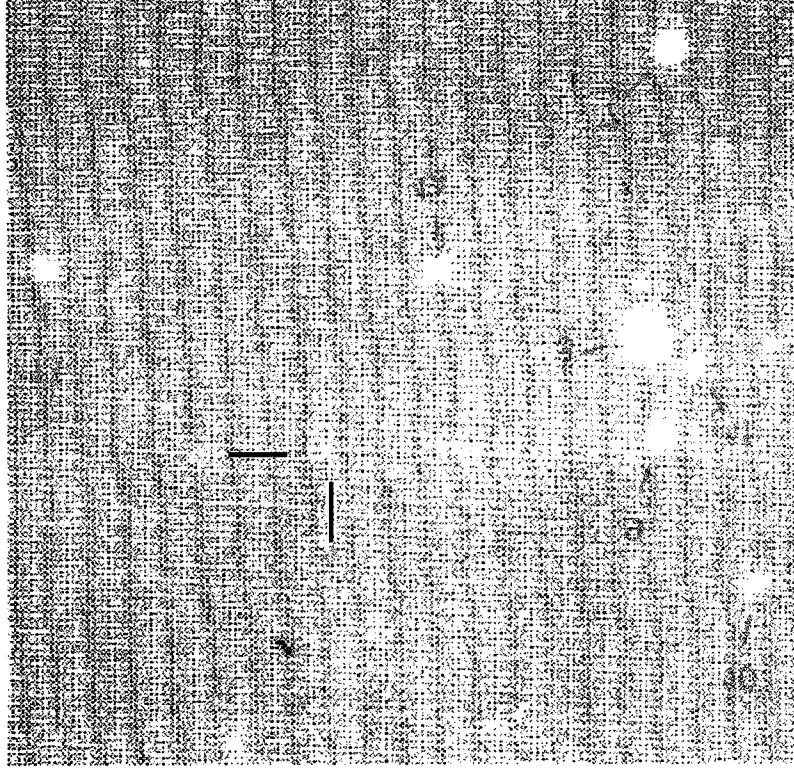
Şekil 4c. Nova Leo 1612 'nin 1.82 m teleskop ve CCD ile alınmış direkt görüntüleri. Bu novanın çevresindeki yeterince yıldız aynı resim üzerine almamadığından çapını ölçmek mümkün olmamıştır.



Şekil 4d. FH Ser 'in H-alfa (üstte) ve 6610 (altta) filtreleri ile alınmış görüntüleri. H-alfa 'da novanın çapı 1.97" iken 6610 'da 0.44" olarak ölçülmüştür.

N

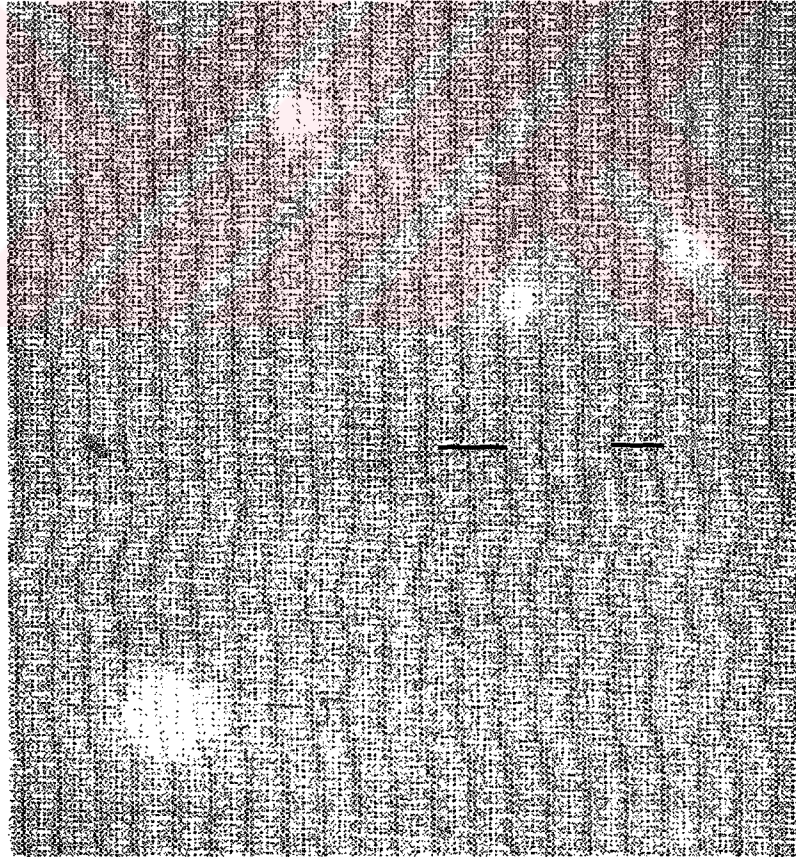
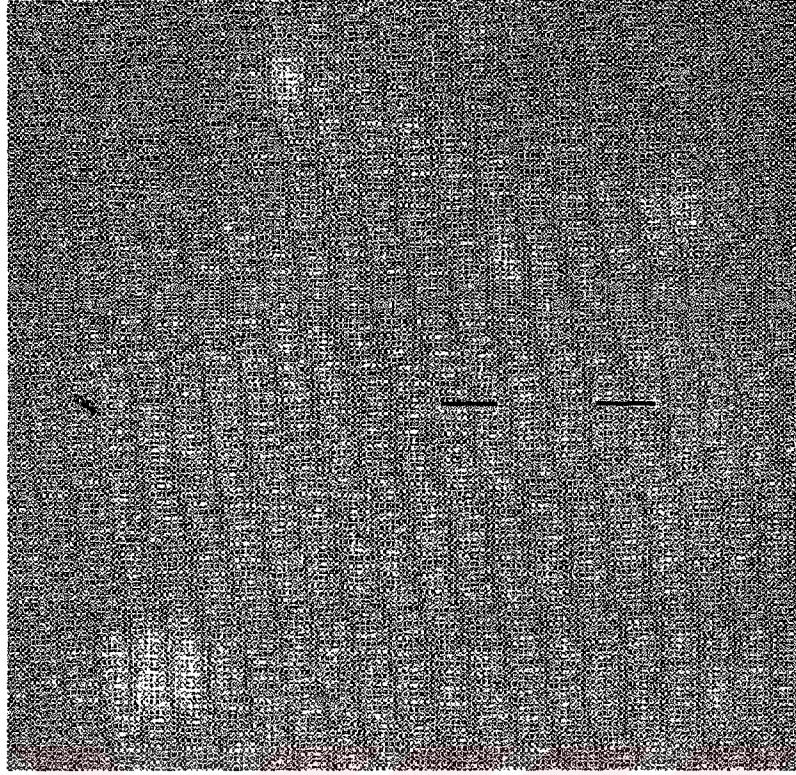
E



Şekil 4e. XX Tau 'nun H-alfa (üstte) ve 6185 (altta) filtreleri ile alınmış görüntüleri. H-alfa 'da novanın çapı 2.90" iken 6185 'de nova görülemediğinden ölçüm yapılamamıştır.

N

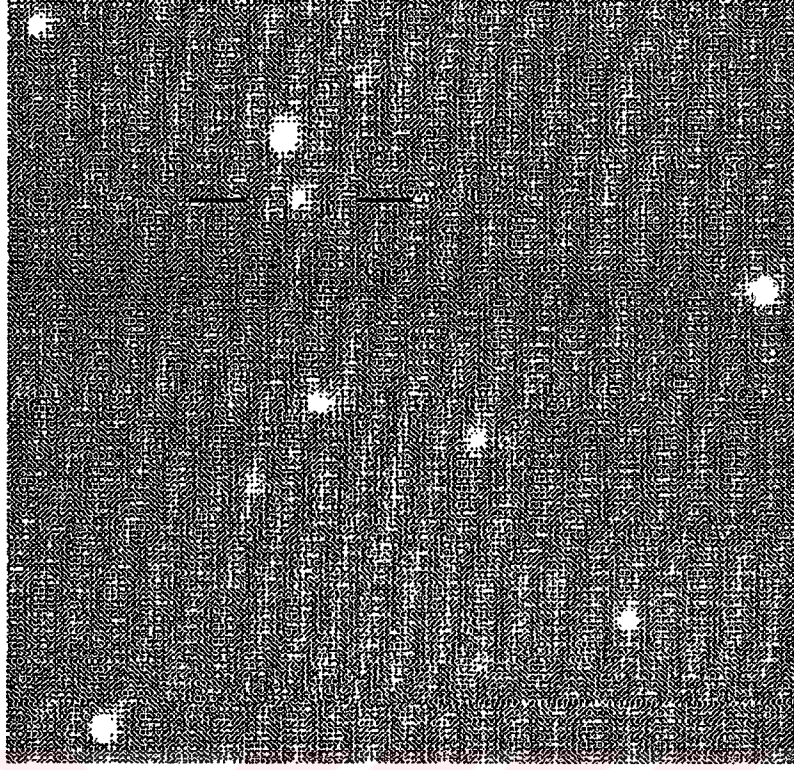
E



Şekil 4f RW UMi 'nin H-alfa (üstte) ve 6670 (altta) filtreleri ile alınmış görüntüleri. H-alfa 'da novanın çapı 2.94" iken 6670 'de 1.45" olarak ölçülmüştür.

N

E



Şekil 4g. QU Vul 'un H-alfa (üstte) ve 6610 (altta) filtreleri ile alınmış görüntüleri. H-alfa 'da novanın çapı 0.81" iken 6610 'da 1.12" olarak ölçülmüştür.

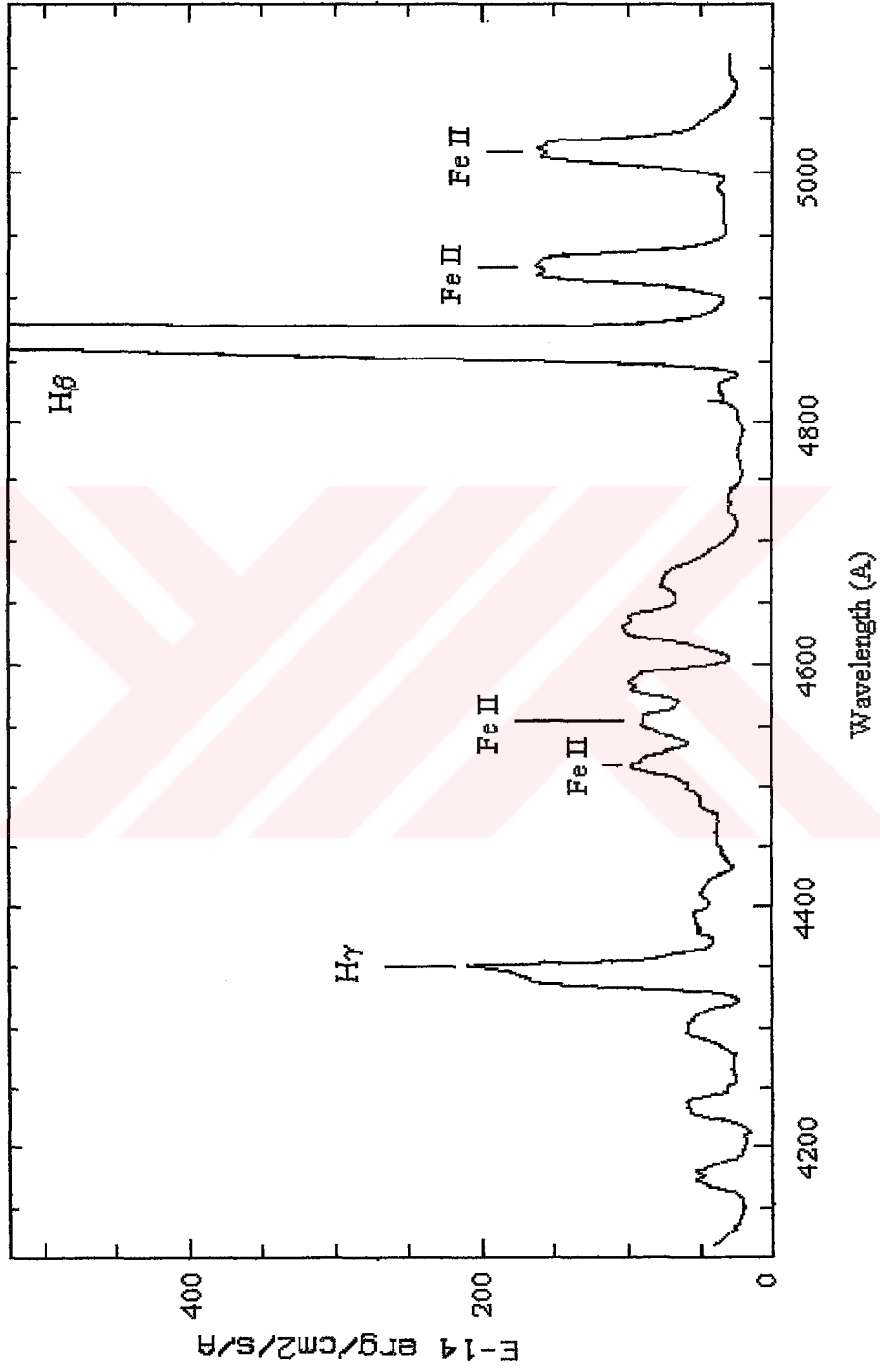
Zarfların genişleme hızlarını (V_{exp}) belirlemek amacıyla yapılan üç adet novanın spektroskopik gözlemlerini içeren bilgiler Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. V_{exp} parametresini belirlemek üzere CCD ile alınan nova spektrumları.

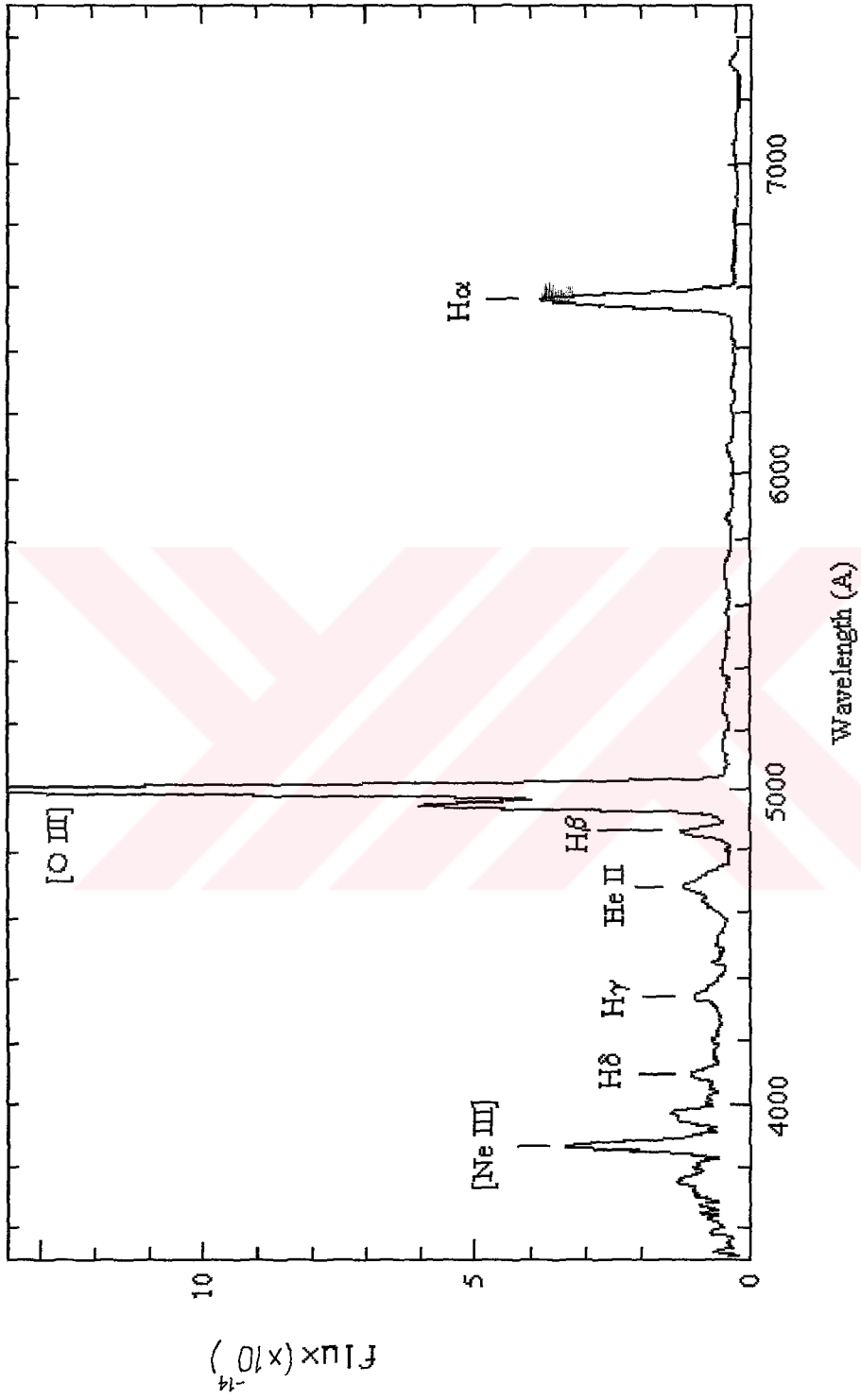
Nova	Tarih	UT (başlangıç)	Poz (s)	Gün ^a	Spektrograf - Şebeke	Spektrel Aralık (Å)	Dispersiyon (Å/mm)	Gözlemci
V1974 Cyg	17.07.1994	00 ^h 50 ^m	900	874	B&C - 150	3400 - 7500	522	Esenoğlu
FH Ser	16.10.1994	19 41	3600	8979	B&C - 1200	6250 - 6850	42	Bianchini/Esenoğlu
√ Aql 1995	10.02.1995	05 16	60	2	Prizmatik	4100 - 5100	87	Iijima/Esenoğlu
√ Aql 1995	10.02.1995	05 18	300	2	Prizmatik	4100 - 5100	87	Iijima/Esenoğlu
√ Aql 1995	15.02.1995	04 54	900	7	Prizmatik	4100 - 5100	87	Iijima/Esenoğlu
√ Aql 1995	15.02.1995	05 24	300	7	Prizmatik	4100 - 5100	87	Iijima/Esenoğlu

^a Novanın patlamasından itibaren gözlemin yapıldığı tarihe kadar geçen zaman.

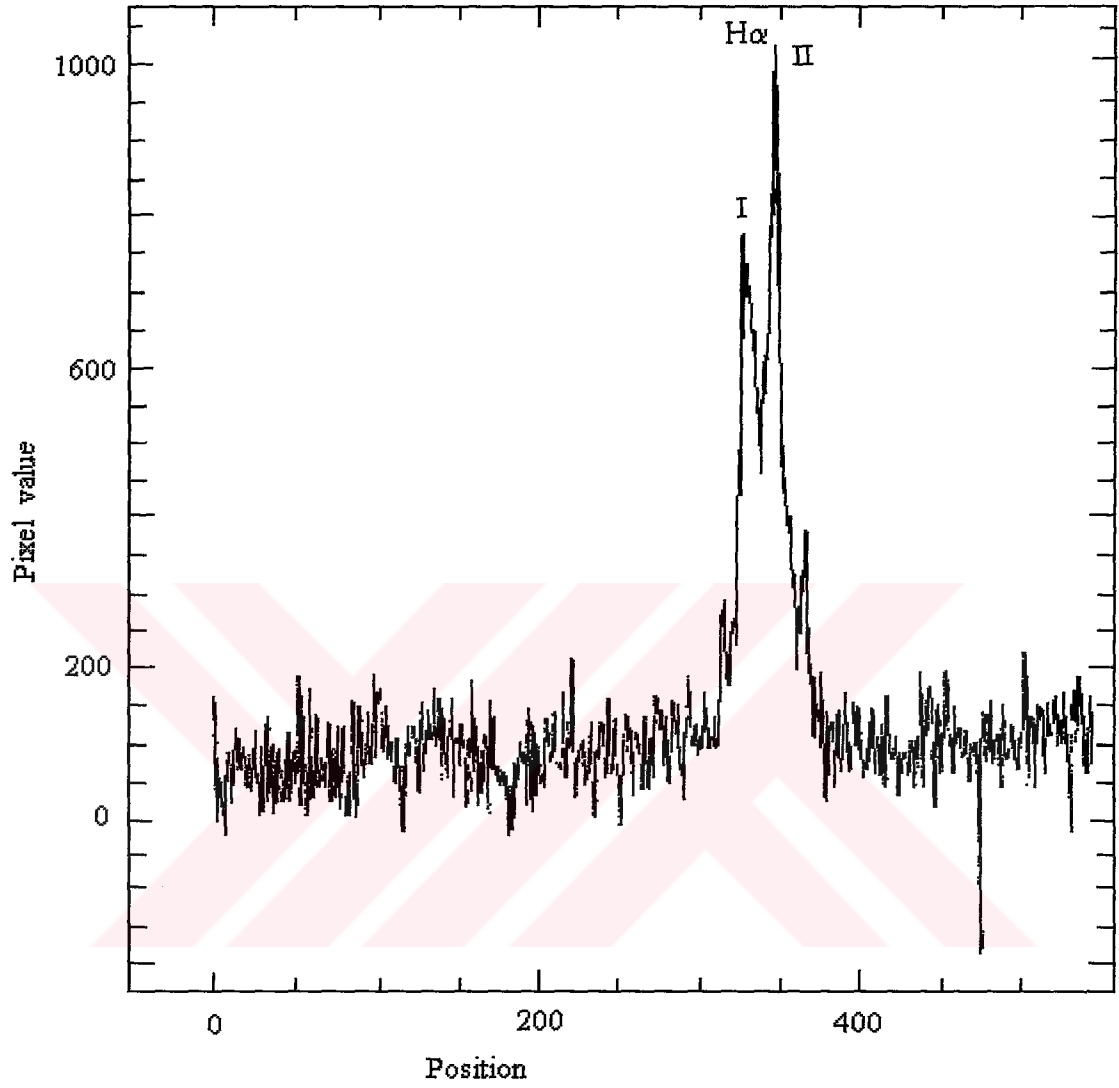
Bu novaların, yani Nova Aql 1995, V1974 Cyg ve FH Ser’in örnek tayfları da Şekil 5a, b ve c’ de gösterilmiştir.



Şekil 5a. Nova Aql 1995'in 1.22 m teleskop ve CCD ile alınmış spektrumu. Akı ve dalgaboyu kalibrasyonu MIDAS kullanılarak yapılmıştır. Bazı belirgin çizgiler de gösterilmiştir.



Şekil 5b. V1974 Cyg'nin 1.82 m teleskop ve CCD ile alınmış düşük dispersiyonlu spektrumu. Akı ve dalgaboyu kalibrasyonu IRAF kullanılarak yapılmıştır. Bazı belirgin çizgiler de gösterilmiştir.



Şekil 5c. FH Ser 'in 1.82 m teleskop ve CCD ile alınmış yüksek dispersiyonlu spektrumu. Şekilde H-alfa emisyonu hidrojen zarfın dönmesinden dolayı iki bileşene (I ve II) ayrılmış olarak görülüyor.

II.1.2. Literatürden Toplanan Veriler

Her ne kadar, galaktik novaların gruplanmasını ortaya koymak için, en güvenilir metot olan nebular genişleme paralaksı yöntemi için nova gözlemleri yapıldı ise de bu yeterli değildir. Söz konusu teleskoplardan gözlem zamanı almanın kısıtlı olması, hava şartlarının olumsuzluğu ve çalışılan novaların çok sönük cisimler olmalarından dolayı gözlenmelerinin zorluğu gibi nedenlerle gözlenen nova sayısı sınırlı olmuştur. Bu yüzden, yeterince veri ile çalışabilmek için, novaların yine aynı yöntemle bulunmuş bazı parametreleri literatürden alınmıştır.

Galaksimizde yer alan klasik novaların listelendiği Duerbeck (1987) ve Downes ve Shara'nın (1993) katalogları, özellikle fotometrik verileri içeren iki temel kaynaktır. Ayrıca, bunlara Bode ve ark. 'nın (1989) atlasını ve novaların fizik parametrelerini içeren Ritter ve Kolb (1993) ikilisinin katalogunu da katabiliriz. 1995 yılı itibarıyla patlayarak keşfedilen yeni novaların da ilave edildiği en son katalog bu tez çalışması ile de verilmiş olmaktadır. İlk aşamada, kesin olarak nova olduğu belirlenenler ile hâlâ nova olup olmadığı şüpheli olan galaktik novaların tam listesi Tablo 5'de verilmiştir. 1992 yılına kadar olanlar yukarıda adı geçen kataloglardan karşılaştırmalı olarak alınmıştır. İlâveten, yukarıdaki kataloglarda yer alan novalarla ilgili yeni yayınlardan elde edilen sonuçlara göre, "nova isimleri", " t_3 ", " t_2 " ve "sınıflamaları" düzeltilerek Tablo 5'in altında dipnot olarak belirtilmiştir. Bu tarihten sonra keşfedilen novalar ise, bu alanda yayınlanmış hemen hemen tüm referanslar taranarak elde edilmiştir. Tabloda, ilk sütunda novaların GCVS'ye (General Catalogue of Variable Stars) göre isimleri ve parantez içerisinde patlama yılı; 2. sütunda 2000.0 epöğuna göre rektesansyon ve deklinasyon değerleri; 3. ve 4. sütunlarda t_3 ve t_2 değerleri verilmiştir. Son sütunda ise t_3 veya t_2 'ye göre belirlenmiş novaların sınıflaması yer almaktadır. Tablo 5'de verilen toplam 216 novadan ancak 147 tanesinin t_3 veya t_2 'si bilinmektedir. t_3 'lerin tamamına yakını Duerbeck'den (1987) ve t_2 'lerin ise çoğunlukla Warner'dan (1987) alınmıştır. Tablodaki sınıflamaya göre galaksimizdeki en son durum şu şekildedir: Çok hızlı novaların sayısı 29, hızlı novalar 52, orta seviyede hızlı novalar 41, yavaş novalar 23 ve çok yavaş novalar 7.

Tablo 5. Nova olduğu kesin olarak bilinenler ile hâlâ şüpheli olan tüm galaktik novaların tam listesi (toplam 216 nova).

Nova İsmi (Patlama Yılı)	Koordinatlar (2000.0)						t_3 (gün)	t_2 (gün)	Sınıflama
t_0	α	δ							
OS And (1986)	23 ^h 12 ^m	5.76 ^s	+47° 28'	19.7"	22 (1)		14.7c		Hızlı Nova
DO Aql (1925)	19 31	25.80	- 6	25 38.6	900 (1)		450? (13)		Çok Yavaş Nova
El Aql (1927)	18 56	1.76	- 3	19 18.9	25 (1)		12 (13)		Hızlı Nova
EY Aql (1926)	19 34	44.52	+15	1 51.56	40 (1)		20 (13)		Hızlı Nova (şüpheli)
V356Aql (1936#1)	19 17	13.53	+ 1	43 22.1	115 (1)		76.7c		Orta Seviyede Hızlı Nova
					212 (2)		150 ^s (13)		
V368 Aql (1936#2)	19 26	34.41	+ 7	36 13.6	42 (1)		15 (13)		Hızlı Nova
V500 Aql (1943)	19 52	27.84	+ 8	28 46.4	42 (1)		15 (13)		Hızlı Nova
							20? (17)		
V528 Aql (1945)	19 19	18.97	+ 0	37 53.8	35 (2)		17 (13)		Hızlı Nova
					37 (1)				
V603 Aql (1918.4)	18 48	54.50	+ 0	35 2.9	8 (1)		3.5 (13)		Çok Hızlı Nova
							4 (13)		
V604 Aql (1905)	19 2	6.21	- 4	26 44.9	25 (1)		12 (13)		Hızlı Nova
V606 Aql (1899)	19 20	23.9	- 0	8 5	65 (1)		17 (13)		Orta Seviyede Hızlı Nova
V841 Aql (1951)	19 7	39.79	+10	29 43.7	-		-		Nova
V1229 Aql (1970.3)	19 24	44.52	+ 4	14 47.4	32 (3)		18 (13)		Hızlı Nova
					37 (1)		19 (3)		
					38? (2)		25 (13)		
					<34.5>				
V1301 Aql (1975)	19 17	55.20	+ 4	47 18.3	35 (1)		21 (13)		Hızlı Nova
V1370 Aql (1982)	19 23	21.10	+ 2	29 26.1	18c		12 (13)		Hızlı Nova
V1378 Aql (1984)	19 16	35.35	+ 3	43 19.3	-		-		Nova
Aql ^s (1995.1)	19 5	26.57	- 1	42 3.5	12.8c		8.6c		Çok Hızlı Nova
					48c (4)		32 (4)		
OY Ara (1910)	16 40	50.27	-52	25 51.3	80 (1)		44 (13)		Orta Seviyede Hızlı Nova
W Ari (1855)	3 20	45.1	+28	57 14	-		-		Nova (şüpheli)
SU Ari (1854)	2 48	31	+17	21 53	-		-		Nova (şüpheli)
T Aur (1891)	5 31	59.06	+30	26 45.2	100 (1)		80 (13)		Orta Seviyede Hızlı Nova
QZ Aur (1964)	5 28	34.05	+33	18 21.5	23-30 (1)		<17 (13)		Hızlı Nova
					<26.5>				
T Boo (1860)	14 14	5.7	+19	4 2	-		-		Nova (şüpheli)
AB Boo (1877)	14 7	4.4	+20	44 45	-		-		Nova (şüpheli)
Boo (1962)	14 43	19.20	+13	41 50.3	-		-		Nova (şüpheli)
RS Car (1895)	11 8	6.63	-61	56 4.6	-		-		Nova
V365 Car (1948)	11 3	15.98	-58	27 27.5	530 (1)		353.3c		Çok Yavaş Nova
V411 Car (1953)	10 31	19.24	-59	58 25.7	-		-		Nova
Car (1971)	10 39	47.12	-63	14 7.2	-		-		Nova
Car (1972)	10 38	22.51	-63	8 29.4	-		-		Nova
BC Cas (1929)	23 51	17.34	+60	18 10.3	75 (1)		50c		Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
V705 Cas ^b (1993)					-		-		Nova
MT Cen (1931)	11 44	0.74	-60	33 39.1	-		-		Çok Hızlı Nova (şüpheli)
V812 Cen (1973)	13 13	54.18	-57	40 44.5	-		-		Nova
V842 Cen (1986.9#2)	14 35	52.35	-57	37 34.7	48±5 (5)		35±3 (18)		Orta Seviyede Hızlı Nova
V868 Cen (1991.3)	13 50	10.60	-63	8 52.0	~50 (6)		~33.3c		Orta seviyede Hızlı Nova
IV Cep (1971)	22 4	36.83	+53	30 23.7	37 (1)		16 (13)		Hızlı Nova
RR Cha (1953)	13 26	23.44	-82	19 43.4	60 (1)		25? (13)		Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)

(Tablo 5'in devamı)

X Cir (1927)	14	42	40.07	-65	11	35.9	170 (1)	3.3 ^B (13) 113.3c	Yavaş Nova
Al Cir (1914)	14	49	31.29	-68	51	35.9	-	-	Nova (şüpheli)
Cir (1987)	13	58	10	-64	44	0	-	-	Nova
Cir ^o (1995.1)							30c	20 (4)	Hızlı Nova
V655 CrA (1967)	18	24	44.6	-36	59	43	-	-	Nova
V693 CrA (1981)	18	41	57.8	-37	31	14	12 (1)	6 (13)	Çok Hızlı Nova
AP Cru (1935)	12	31	20.34	-64	26	24.3	-	-	Nova (şüpheli)
Q Cyg (1876)	21	41	43.84	+42	50	28.3	11 (1)	7.3c 11 ^B (13)	Çok Hızlı Nova
V450 Cyg (1942)	20	58	47.39	+35	56	27.9	100 (2) 108 (1)	72c (1) 110 ^B (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V465 Cyg (1948)	19	52	37.61	+36	33	52.6	140 (1)	93.3c 2007 ^B (13)	Yavaş Nova
V476 Cyg (1920.6)	19	58	24.57	+53	37	7.1	16 (2) <16.25> 16.5 (1)	6 (13) 7 (17)	Çok Hızlı Nova
V1330 Cyg (1970)	20	52	44.75	+35	59	27.0	18 (1)	12 (13)	Çok Hızlı Nova
V1500 Cyg (1975.7)	21	11	36.61	+48	9	1.9	3.6 (1)	2 (13) 2.4 (17)	Çok Hızlı Nova
V1668 Cyg (1978.7)	21	42	35.22	+44	1	54.9	23 (1) 24.3 (7) <25.8> 30 (15)	12 (13) 12.2 (7)	Hızlı Nova
V1819 Cyg (1986.6)	19	54	37.47	+35	42	17.6	>100 (8)	>66.7c	Orta Seviyede Hızlı Nova
V1974 Cyg (1992.1)	20	31	56.1	+52	48	7.2	25.5c (9) 42 (10)	>16 (10) 17 (9)	Hızlı Nova
HR Del (1967.5)	20	42	20.18	+19	9	40.3	220 (11) <225> 230 (1)	>150 (17) 152 (13)	Yavaş Nova
VZ Gem (1856)	8	7	47	+30	50	54	-	-	Nova (şüpheli)
DM Gem (1903)	6	44	12.05	+29	56	41.9	22 (1)	11 (13)	Hızlı Nova
DN Gem (1912)	6	54	54.37	+32	8	28.1	37 (1)	17 (13)	Hızlı Nova
DQ Her (1934.9)	18	7	30.17	+45	51	31.9	94 (1)	67 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V360 Her (1892)	17	16	37.73	+24	26	51.5	-	-	Nova (şüpheli)
V446 Her (1960)	18	57	21.51	+13	14	29.9	16 (1)	5 (13)	Çok Hızlı Nova
V533 Her (1963)	18	14	20.34	+41	51	21.3	44 (1)	26 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V827 Her (1987.1)	18	43	42.62	+15	19	18.3	55 (12) 60±3 (5)	26±3 (5)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V838 Her (1991.2)	18	46	31.50	+12	14	0.5	5 (6)	2 (19)	Çok Hızlı Nova
CP Lac (1936)	22	15	41.07	+55	37	1.1	10 (1)	5 (13)	Çok Hızlı Nova
DI Lac (1910)	22	35	48.47	+52	42	59.7	43 (1)	20 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
DK Lac (1950)	22	49	46.86	+53	17	18.3	32 (1)	19 (13)	Hızlı Nova
Lac (1986)	22	24	10.5	+48	27	55	-	-	Nova (şüpheli)
U Leo (1855)	10	24	3.3	+14	0	11	-	-	Nova (şüpheli)
HR Lyr (1919)	18	53	24.97	+29	13	37.3	74 (1) <77> 80 (13)	45 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
BT Mon (1939)	6	43	47.21	-2	1	13.7	42 (2)	28c 140 ^B (13)	Hızlı Nova
GI Mon (1918)	7	26	47.06	-6	40	29.3	~23 (1)	13 (13)	Hızlı Nova
KT Mon (1942)	6	25	18.46	+5	26	31.7	40 (1)	20 (13)	Hızlı Nova
GQ Mus (1983)	11	52	2.35	-67	12	20.2	45 (1)	30c	Orta Seviyede Hızlı Nova
Mus (1991)	11	26	26.60	-68	40	32.3	-	-	Nova

(Tablo 5'in devamı)

IL Nor (1893)	15	29	24	-50	34	55	108 (1)	54 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
IM Nor ^d (1920)	15	39	26.20	-52	19	21.3	>45c (13)	>30 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
V341 Nor (1983)	16	13	44.4	-53	19	8	-	-	Nova (şüpheli)
BB Oph (1897)	17	24	30.2	-24	48	6.1	-	-	Nova (şüpheli)
V553 Oph (1940)	17	42	59	-24	52	55	45 (1)	30c	Orta Seviyede Hızlı Nova
V794 Oph (1939)	17	38	49.20	-22	50	49.2	220 (1)	146.7c	Yavaş Nova
V840 Oph (1917)	16	54	44	-29	37	26	36 (1)	207 (13)	Hızlı Nova (şüpheli)
V841 Oph (1848)	16	59	30.26	-12	53	26.8	130 (1)	56 (13)	Yavaş Nova
V849 Oph (1919)	18	14	7.17	+11	36	42.7	175 (1)	88 (13)	Yavaş Nova
V906 Oph (1952)	17	26	28	-21	52	39	25 (1)	16.7c	Hızlı Nova
V908 Oph (1954)	17	27	50	-27	45	27	-	-	Nova
V972 Oph (1957)	17	34	43.81	-28	10	35.8	176 (1)	507 (13)	Yavaş Nova
V1012 Oph (1961)	17	41	34.38	-23	23	33.1	-	-	Nova
V1548 Oph (1959)	17	11	26	-16	20	19	-	-	Nova (şüpheli)
V2024 Oph ^d (1967)	17	42	23	-24	59	24	22.5c	15 (13)	Hızlı Nova
V2104 Oph ^d (1976)	18	3	25.10	+11	47	57.2	22.57c	157 (13)	Hızlı Nova
V2109 Oph (1969)	17	24	15.93	-24	36	50.2	-	-	Nova
V2214 Oph (1988.3)	17	12	2.58	-29	37	33.3	73 (12)	56±6 (5)	Orta Seviyede Hızlı Nova
							92±8 (5)		
Oph (1938)	17	37	38.19	-3	14	41.7	-	-	Nova (şüpheli)
V2264 Oph (1991.3#1)	17	20	20.83	-26	46	26.3	36 (6)	24c	Hızlı Nova
Oph (1991#2)	17	43	5.5	-20	7	0	-	-	Nova
GR Ori (1916)	5	21	35.20	+1	40	8.6	-	-	Nova
V Per (1887)	2	1	53.74	+56	44	4.1	-	-	Nova
GK Per (1901.1)	3	31	11.82	+43	54	16.8	13 (1)	6 (13)	Çok Hızlı Nova
V400 Per (1974)	3	7	38.12	+47	7	38.9	43 (1)	22 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
RR Pic (1925)	6	35	36.05	-62	38	23.4	150 (1)	80 (13)	Yavaş Nova
CP Pup (1942)	8	11	45.96	-35	21	5.7	8 (1)	5 (13)	Çok Hızlı Nova
DY Pup (1902)	8	13	48.40	-26	33	57.1	160 (1)	118 (13)	Yavaş Nova (şüpheli)
HS Pup (1963#2)	7	53	24.87	-31	38	50.9	65 (1)	33 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
HZ Pup (1963#1)	8	3	22.80	-28	28	28.8	70 (1)	35 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
Pup (1673)	7	59	1	-43	49	6	-	-	Nova
V351 Pup (1991.98)	8	11	38	-35	7	30	26 (6)	<15 (20)	Hızlı Nova
WY Sge (1783)	19	32	43.75	+17	44	54.5	-	-	Nova
HS Sge (1977)	19	39	22.02	+18	7	53.9	20 (1)	107 (13)	Hızlı Nova
AT Sgr (1900)	18	3	30.87	-26	28	28.5	35 (1)	187 (13)	Hızlı Nova (şüpheli)
BS Sgr (1917)	18	26	46.62	-27	8	20.0	700 (1)	466.7c	Çok Yavaş Nova
FL Sgr (1924)	18	0	30.2	-34	36	13.1	32 (1)	16 (13)	Hızlı Nova (şüpheli)
FM Sgr (1926)	18	17	18.1	-23	38	27.1	30 (1)	15 (13)	Hızlı Nova (şüpheli)
GR Sgr (1924)	18	22	58.42	-25	34	47.1	1807c	1207 (13)	Yavaş Nova
HS Sgr ^d (1900)	18	28	3.44	-21	34	24.7	1807c	1207 (13)	Yavaş Nova (şüpheli)
KY Sgr (1926)	18	1	20.9	-26	24	40.9	60 (1)	40c	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
LQ Sgr (1897)	18	28	28.80	-27	55	19.7	-	-	Nova (şüpheli)
V363 Sgr (1927)	19	11	16.3	-29	50	0	64 (1)	40 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V441 Sgr (1930)	18	22	8.09	-25	28	53.7	53 (1)	35.3 ^a c	Orta Seviyede Hızlı Nova
								757 ^b (13)	
V630 Sgr (1936)	18	8	48.25	-34	20	21.4	9 (2)	4 (13)	Çok Hızlı Nova
							11 (1)		
V726 Sgr (1936)	18	19	33.69	-26	53	19.6	95 (1)	45 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova

(Tablo 5'in devamı)

V732 Sgr (1936)	17	56	7.44	-27	22	17.0	74 (1)	32 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V737 Sgr (1933)	18	7	8.66	-28	44	52.3	>70 (1)	>46.7c	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
V787 Sgr (1937)	18	0	2.2	-30	30	30.9	74 (1)	23 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
V909 Sgr (1941)	18	25	52.3	-35	1	26.9	7 (1)	3.8 (13)	Çok Hızlı Nova
V927 Sgr (1944)	18	7	42.7	-33	21	17.4	≤15 (1)	≤10c	Çok Hızlı Nova
V928 Sgr (1947)	18	18	59.3	-28	6	0	150 (1)	100c	Yavaş Nova
V949 Sgr (1914)	18	41	4	-28	9	28	-	-	Nova (şüpheli)
V990 Sgr (1936)	17	57	19	-28	19	7	24 (1)	16c	Hızlı Nova (şüpheli)
V999 Sgr (1910)	18	0	5.59	-27	33	14.0	160 (1)	106.7c 220 ^B (13)	Yavaş Nova
V1012 Sgr (1914)	18	6	14.0	-31	44	26.9	32 (1)	21.3c	Hızlı Nova (şüpheli)
V1014 Sgr (1901)	18	6	45.7	-27	26	15.3	>50 (1)	>33.3c	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
V1015 Sgr (1905)	18	9	3	-38	28	16	34 (1)	17 (13)	Hızlı Nova (şüpheli)
V1016 Sgr (1899)	18	19	57.55	-25	11	14.7	140 (1)	12 ^B (13) 93.3c	Yavaş Nova (şüpheli)
V1059 Sgr (1898)	19	1	50.43	-13	9	42.5	15c	10 (13)	Çok Hızlı Nova
V1148 Sgr (1943)	18	9	6	-25	59	32	-	-	Nova
V1149 Sgr (1945)	18	18	30.4	-28	17	17	<210 (1)	<140c	Yavaş Nova
V1150 Sgr (1946)	18	18	54	-24	5	44	<600 (1)	<400c	Çok Yavaş Nova
V1151 Sgr (1947)	28	25	23.75	-20	11	59.3	135 (1)	90c	Yavaş Nova
V1172 Sgr (1951)	17	50	23.55	-20	40	30.3	-	-	Nova
V1174 Sgr (1952#2)	18	1	37	-28	44	26	-	-	Nova
V1175 Sgr ^d (1952#1)	18	14	17	-31	7	8	22.57c (13)	157 (13)	Hızlı Nova
V1274 Sgr (1954#2)	17	48	55	-17	51	55	-	-	Nova
V1275 Sgr (1954#1)	17	59	6.21	-36	18	40.4	>10 (1) 22.5c (13) 307	15 (13)	Hızlı Nova
V1310 Sgr (1935)	18	35	0	-30	4	23	390 (1)	260c	Çok Yavaş Nova (şüpheli)
V1431 Sgr (1945)	18	2	4	-30	6	10	-	-	Nova (şüpheli)
V1572 Sgr (1955)	18	5	37	-31	37	43	-	-	Nova
V1583 Sgr (1928)	18	15	26.3	-23	23	18.2	37 (1)	20 (13)	Hızlı Nova (şüpheli)
V1905 Sgr (1932)	18	33	42.01	-25	20	36.7	-	-	Nova (şüpheli)
V1944 Sgr (1960)	18	0	36.6	-27	17	17.0	-	-	Nova
V2415 Sgr (1951)	17	53	12	-29	34	25	-	-	Nova
V2572 Sgr (1969)	18	31	36.75	-32	35	57.7	44 (1)	20 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
V3645 Sgr (1970)	18	35	49.21	-18	41	45.1	3007 (1)	200c	Çok Yavaş Nova
V3888 Sgr (1974)	17	48	41.07	-18	45	37.0	-	-	Nova
V3964 Sgr (1975#2)	17	49	42.34	-17	23	35.6	32 (1)	21.3c	Hızlı Nova
V4021 Sgr (1977)	18	38	14.26	-23	22	47.0	70 (1)	50 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V4027 Sgr (1968)	18	2	29.21	-28	45	19.9	-	-	Nova
V4049 Sgr (1978)	18	20	38.06	-27	56	26.0	-	-	Nova
V4065 Sgr ^d (1980)	18	19	34	-24	43	41	97c (13)	67 (13)	Çok Hızlı Nova (şüpheli)
V4077 Sgr (1982)	18	34	39.41	-26	26	2.9	100 (1)	207 ^B (13) 66.7c	Orta Seviyede Hızlı Nova
V4092 Sgr (1984)	17	53	41.99	-29	2	8.4	-	-	Nova (şüpheli)
V4121 Sgr (1983)	18	7	54.77	-28	49	26.8	-	-	Nova
V4135 Sgr (1987)	17	59	45.1	-32	16	20.8	30 (12)	20c	Hızlı Nova
Sgr (1953)	18	5	12	-29	54	40	-	-	Nova

(Tablo 5'in devamı)

Sgr (1963)	17	54	43	-28	41	41	-	-	Nova
V4157 Sgr (1992.1#1)	18	9	34.9	-25	51	58.2	11 (6)	7.3c	Çok Hızlı Nova
V4160 Sgr (1991.6)	18	14	13.83	-32	12	28.5	4 (6)	2.7c	Çok Hızlı Nova
V4169 Sgr ^a (1992.5#2)	18	23	26.95	-28	21	59.6	≅42 (14)	22±1.5 (14)	Hızlı Nova
T Sco (1992#2)	16	17	2.8	-22	58	30.4	21 (1)	9 (17)	Hızlı Nova (şüpheli)
								11 (13)	
KP Sco (1928)	17	44	16.47	-35	43	23.6	38 (1)	21 (13)	Hızlı Nova (şüpheli)
V382 Sco (1901)	17	51	56.13	-35	25	5.4	-	-	Nova (şüpheli)
V384 Sco (1893)	18	1	43.15	-35	39	27.8	-	-	Nova (şüpheli)
V696 Sco (1944)	17	53	11.51	-35	50	15.4	9 (1)	6c	Çok Hızlı Nova
V697 Sco (1941)	17	51	21.83	-37	24	55.2	<15 (1)	<10c	Çok Hızlı Nova
V707 Sco (1922)	17	48	26.38	-36	37	54.9	49 (1)	32.7c	Orta Seviyede Hızlı Nova
V711 Sco (1906)	17	54	6	-34	21	3	-	-	Çok Yavaş Nova (şüpheli)
V719 Sco (1950#1)	17	45	43.71	-34	0	55.1	24 (1)	16c	Hızlı Nova
V720 Sco ^d (1950#2)	17	51	58	-35	23	22	13.5c	9 (13)	Çok Hızlı Nova
V721 Sco ^d (1950#3)	17	42	28.95	-34	40	41.9	180c	120 (13)	Yavaş Nova
V722 Sco (1952#1)	17	48	37	-34	57	50	18 (1)	12c	Çok Hızlı Nova
V728 Sco (1862)	17	39	12.3	-45	28	45	<97 (1)	<67c	Çok Hızlı Nova (şüpheli)
V744 Sco (1935)	17	53	18.08	-31	13	35.1	-	-	Nova (şüpheli)
V825 Sco (1964)	17	49	53.65	-33	32	13.7	-	-	Yavaş Nova
V902 Sco (1949)	17	26	8.3	-39	4	5.0	200 (1)	133.3c	Yavaş Nova
V960 Sco (1985)	17	56	34.14	-31	49	36.3	-	-	Nova
V977 Sco (1989)	17	51	50.25	-32	31	58.0	-	-	Nova
Sco (1952)	17	47	38.1	-33	11	45.2	-	-	Nova
Sco (1954)	17	53	40	-30	45	32	-	-	Nova
Sco ^f (1992)							-	-	Yavaş Nova veya Çok Yavaş Nova
EU Sct (1949)	18	56	13.00	-4	12	32.7	42 (1)	14 (13)	Hızlı Nova
FS Sct (1952)	18	58	16.83	-5	24	5.0	86 (1)	14 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova (şüpheli)
FV Sct (1960)	18	34	51.55	-12	55	26.8	-	-	Nova
GL Sct (1915)	18	45	47.74	-6	25	9.3	-	-	Nova (şüpheli)
V366 Sct (1961)	18	29	42.8	-12	18	55	-	-	Nova
V368 Sct (1970)	18	45	43.53	-8	33	0.9	30 (1)	16 (13)	Hızlı Nova
							31 (2)		
V373 Sct (1975)	18	55	26.71	-7	43	5.5	85 (1)	43 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
V443 Sct (1989.7)	18	49	38.95	-6	11	15.6	39±3 (5)	17 (18)	Hızlı Nova
								19±2 (5)	
V444 Sct (1991)	18	47	9.91	-8	20	53.6	10 (6)	6.7c	Çok Hızlı Nova
X Ser (1903)	16	19	17.57	-2	29	29.2	600?c	400? (13)	Çok Yavaş Nova (şüpheli)
CT Ser ^d (1948)	15	45	38.97	+14	22	32.7	150?c	100? (13)	Yavaş Nova
DZ Ser (1960)	18	0	58.86	-10	33	52.1	-	-	Nova
FH Ser (1970.1)	18	30	46.92	+2	36	51.5	62 (1)	40 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
								42 (17)	
LW Ser (1978)	17	51	50.89	-14	43	50.6	50 (1)	25 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
								36 (21)	
MU Ser (1983)	17	55	52.78	-14	1	17.1	5 (1)	3.3c	Çok Hızlı Nova
								5 [#] (13)	
XX Tau (1927)	5	19	24.43	+16	43	0.7	42 (1)	24 (13)	Hızlı Nova
UW Tri (1983)	2	45	17.2	+33	31	25.5	-	-	Nova (şüpheli)
RW UMi (1956.7)	16	47	55.6	+77	1	41	140 (1)	2007 [#] (13)	Yavaş Nova
								93.3 ^c	
CN Vel (1905)	11	2	40	-54	23	11	>800 (1)	400 (13)	Çok Yavaş Nova

(Tablo 5'in devamı)

CQ Vul (1940)	8	58	50.99	-53	20	17.8	50 (1)	33.3c	Orta Seviyede Hızlı Nova
CK Vul (1670)	19	47	38.0	+27	18	48	-	-	Yavaş Nova (şüpheli)
LU Vul (1968#2)	19	45	35.27	+28	35	29.1	21 (1)	19 (13)	Hızlı Nova
LV Vul (1968#1)	19	48	0.52	+27	10	19.3	37 (1)	21 (13)	Hızlı Nova
NQ Vul (1976)	19	29	14.59	+20	27	59.6	65 (1)	18 (21) 43 (13)	Orta Seviyede Hızlı Nova
PW Vul (1984.6#1)	19	26	5.03	+27	21	58.3	97 (1) 147±6 (5) <122>	83±4 (5)	Yavaş Nova
QU Vul (1984.97#2)	20	26	45.94	+27	50	42.2	28±4 (5) 31 (15) <34.8> 40 (1;16)	17±3 (5) 22 (15) 25 (22) 28±4 (5)	Hızlı Nova
QV Vul (1987.9)	19	4	40.3	+21	46	14	61±3 (5)	52±2 (5)	Orta Seviyede Hızlı Nova

^a N Aql 1995'in koordinatları Nakano ve Sumato'dan (1995) alınmıştır. 1995 yılının bu ilk yeni galaktik novasının patlamadan hemen sonra optik bölgedeki ilk spektroskopik gözlemleri Asiago Gözlemevi'nde (İtalya) 1.22 m teleskop + CCD ile yapıldı (Iijima ve ark. 1995): spektrumları H I ve Fe II'nin multiplerleri ile baskın emisyon çizgilerini ve zayıf [Fe II], [Fe III]'ü gösterdi. H I çizgilerinin yarı genişlikleri (FWHM) yaklaşık 1300 km s⁻¹, Fe II'lerden ise 1400 km s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca P Cyg tipi hiç bir profile de rastlanılmamıştır. Bu özelliklerinden dolayı Nova Aquilae 10.Şubat.1995'de erken iniş evresinde olmalıdır. Yukarıda verilen her iki referanstan bu novanın görünen parlaklıkları Şubat 7.8 için 8.1^m; 8.9 için 8.4^m; 9.5 için 8.5^m; 12.4 için 9.0^m ve 13.4 için de 9.4^m alınırsa yaklaşık olarak N Aql 1995'in t₂ ve t₃ değerleri sırasıyla 8.6 ve 12.8 gün olarak hesaplanır ve buradan da çok hızlı nova sınıfına dahil olması gerektiği tahmin edilebilir.

^b Değerler, Gehrz ve ark. 'ndan (1995) alınmıştır.

^c Değerler, Greeley ve ark. 'ndan (1995) alınmıştır.

^d Sınıflama, Warner'dan (1987) alınan t₂ değerlerine göre yapılmıştır.

^e V4169 Sgr'in değerleri Scot ve ark. 'ndan (1995) alınmıştır.

^f Değerler, Smith ve ark. 'ndan (1995) alınmıştır.

^g Warner'ın (1987) makalesinden alınan t₂ değerleri t₃ lerden büyük yada eşit olduğu görülüyor. Işık eğrileri gözönüne alındığında t₂, t₃ den büyük olamaz. Dolayısıyla, bu novalara ait t₂ değerleri hatalı olmalıdır.

Not- Tablodaki tanım ve değerlerin çoğu Duerbeck (1987) ve Downes ve Shara'nın (1993) kataloglarından karşılaştırılmalı olarak alınmıştır. Tabloda birden fazla değeri verilmiş olan parametrelerden doğru kabul edilenler siyah puntalarla belirtilmiştir. "c" ile gösterilenler hesaplanarak bulunmuş ve "< >" ise ortalaması alınmış değerlerdir. Parantez içinde numara verilerek belirtilen kaynaklar ise şu şekildedir: (1) Duerbeck 1987; (2) Duerbeck 1981; (3) Della Valle ve Duerbeck 1993; (4) Greeley ve ark. 1995; (5) Andreă ve ark. 1994; (6) Williams ve ark. 1994; (7) Mallama ve Skillman 1979; (8) Stickland ve ark. 1981; (9) Harward ve ark. 1992; (10) Chocholl ve ark. 1993; (11) Drechsel ve ark. 1977; (12) Lang 1992; (13) Warner 1987; (14) Scott ve ark. 1995; (15) Rosino ve ark. 1992; (16) Saizar ve Ferland 1994; (17) Cohen 1985; (18) Rosino ve ark. 1991; (19) Della Valle ve Livio 1995; (20) Saizar ve ark. 1996; (21) Cohen ve Rosenthal 1983; (22) Saizar ve ark. 1992.

Galaktik novaların, MMRD ilişkisinde kullanılacak t_3 'lerden sonra diğer önemli parametre, bir novanın patladığında ulaştığı maksimum mutlak parlaklığıdır (M_v). Nebular genişleme paralaksı metodu için kullanılacak nova zarflarının genişleme hızları (V_{exp}), zarfların açısal yarıçapları ve genişleme oranları, novaların uzaklıkları (d), patlamada ulaşılan maksimum parlaklıklar (m_v), nova doğrultusundaki varsa bulut veya yıldızlararası maddenin absorplama miktarı (A_v) ve maksimumdaki mutlak parlaklıklar (M_v) Tablo 6'da verilmiştir. Ayrıca, bu parametrelerin alındığı kaynaklar parantez içinde belirtilmiştir. Görüntü gözlemlerinden nova zarflarının tesbiti ve boyutlarının belirlenmesi, çok iyi atmosfer şartlarını gerektirdiğinden zordur. Bu yüzden, zarf çapı ölçülebilmiş nova sayısı son derece azdır. Tabloda, 2. sütunda verildiği gibi, literatürde sadece 22 novanın zarf çapı bilinmektedir. Bu tez çalışması ile, iki novanın görüntü gözlemleri kullanılarak ölçülen zarf çapları ile birlikte bu sayı 24'e yükselmiştir. Nova zarflarının belirlenmiş bu yarıçaplarını kullanarak “/yıl” olarak hesaplanan yıllık genişleme oranları da 4. sütunda yer almaktadır. Genişleme oranları, genişleme hızı (V_{exp}) gibi sabit kabul edilir (Cohen 1983) ve dolayısıyla zarf sabit hızla doğrusal olarak genişler. 5. sütunda, $H\alpha$ 'da gözlemi yapılmış ve buradan da sadece “nebular genişleme paralaksı yöntemi” kullanılarak bulunmuş nova uzaklıkları “parsek” biriminde verilmiştir. Esas amaç, en doğru mutlak parlaklık değerlerini hesaplamak olduğundan, bu iş için kullanılacak uzaklığın da mutlaka en güvenilir yöntemle doğru olarak tayin edilmesi gerekir. Bu yüzden, genişleme paralaksı dışında “ $M_v - t_3$ ilişkisi”, “yıldızlararası kızarma ve uzaklık ilişkisi”, “galaksi rotasyonu”, “yıldızlararası çizgilerin şiddeti” gibi çeşitli metotlarla bulunmuş uzaklıklar gözönüne alınmamıştır. Nebular genişleme paralaksı yöntemi ile uzaklık tayinine ait açıklama Bölüm II.2.'de verilmiştir. 6. sütunda, novaların patlamada ulaştığı maksimum visüel parlaklıklar yer almaktadır. 7. sütunda ise, nova doğrultusundaki varsa bulut veya yıldızlararası maddenin sebep olduğu absorpsiyon (A_v) değerleri verilmiştir. Son sütunda da maksimumdaki mutlak parlaklıklar yer almıştır.

Tablo 6. 24 galaktik novanın “nebular genişleme paralaksı” na ilişkin parametrelerin listesi.

Nova	Genişleme Hızı V_{exp} (km s^{-1})	Zarf Yarıçapı (")	Genişleme Oranı ("/yıl)	Uzaklık ^a d (pc)	Max. Parlaklık $m_v(\text{max})$ (kadir)	Absorpsiyon A_v (kadir)	Max. Mutlak Parlaklık $M_v(\text{max})$ (kadir)
V500 Aql	1380 (1)	2.0 (1984;1)	0.05c (1)	5970 (1)	6.5 (1)	3.0±1.5 (1)	-10.35 (1;43)
V603 Aql	1500 (2) 1700 (3) <1600>	0.55 (1918.85;3) 1.43 (1919.61;3) 1.76 (1920.47;3) 2.52 (1921.47;3) 4.1 (1922.55;3) 8.0 (1926.53;3) 8.8 (1927.32;3) 22.5 (1940.5;3) 31 ^d (1950.55;3) 52 ^d (1982.47;3) 54 ^d (1984.57;3)	0.956 (2) 1.09 (3)	330 (3) 376 (2) <345> ^c	-1.1 (2.5) -1.4 (2.6) <-1.25>	0.2 (5) 0.5 (2;26) <0.35>	-9.3 ^c -9.3 (11) -9.6 (2) <-9.4>
V1229 Aql	575 (1) 750 (4) <662.5>	0.7 (1984;1) 1.59±0.13 (1992.6;4)	0.05c (1) 0.072±0.007 (4)	2220 (4) 2375 (1) <2348> ^c	6.5 (1;4) 6.7 (2.5) <6.6>	1.2±0.5 (1;4) 1.55±0.23 (4) 1.56 (34) 1.6±0.4 (2) <1.48>	-6.6 (1) -6.7 (4) -6.7 ^c <-6.7>
T Aur	400 (2) 655 (5) <527.5>	9.5 (1981;5) Zarf küresel değil.	0.106 (13;5) 0.117 (2)	700 (2) 830 (19) 1055 ^c 1310 (5) 1318 (19)	4.1 (27) 4.2 (5) <4.15>	1.05 (35) 1.2±0.5 (1) 1.25±0.25 (2;26) 1.5 (5) <1.25>	-6.5 ^c (2;19) -7.2 ^c -7.7 ^c (19;5) -7.9 (19;5) <-7.3>
QZ Aur	890 ^b c	0.42 (1995.1;14)	0.014 (14)	13900 ^b (14) 3470 ^c	6 (27)	±1.3±0.2 (44)	-8.0 ^c -11.0 (14)
V476 Cyg	725 (3) 790 (5) 1070 ^b c 1510 ^c <757.5> (3;5)	1.13 (1944.0;3) 2.8 (1984.64;3) 5.7 (1981;5)	0.093 (19;5) 0.10 (3)	1620 (5) 1500 (3) 1590 (19) 1765 (5) 1778 (19) <1650>	2.0 (5;26)	0.6 (5) 0.85±0.4 (2;26) 0.9 (34) <0.78>	-9.85 (19;5) -9.87 ^c <-9.86>

(Tablo 6'nın devamı)

V1500 Cyg	1180 (1) 1500 (6) 1600 (7) 2000 (8) <1550>	0.032 (1975.8;7) 1 (1979.65;7) 1.7 (1983;1) 2.6: (1981.6c;19) Zarf asimetrik.	0.233 (1) 0.25 (7) 0.44: (19)	1215 (1) 1230 (19) 1350 (2) <1265>	1.85 (5) 2.2 (7;27) <2.02>	1.1 (5) 1.2 (1;34) 1.25±0.25 (2;26) 1.4 (7) 1.5 (36) 1.6 (19) 2.07±0.09 (37) <1.45>	-9.5 (1) -9.94 ^c -9.95 (43) -10 (7) -10.1 (2) -10.2 (19) <-9.95>
V1974 Cyg	1250 (3) 1500±250 (3) 1600±100 (9) ~2080±120 (10)	0.13±0.022 (1993.4;20) 0.38 (1995.2;14)	0.1 (20) 0.123 (14)	2750±170 (14) 3200±500 (20) <2365 ^b _c <2750>	4.2 (25) 4.4 (10;28;29;30) <4.3>	0 (38) 0.34 (28) 0.51 (10) 0.57 (10) ≤0.64 (30) 0.95 (38) 0.99±0.03 (29) <0.57>	-7.0 ^c -8.1 ^c -8.47 ^c (14) -8.5 ^c -8.8 ^c (20) <-8.45>
HR Del	460 (6) 520 (5) 550 (8) <510>	1.2 (1976.5;40) 1.8 (1981;5) Zarf küresel değil.	0.133 (5;19;40)	807 ^b _c 825 (5) 835 (40) 851 (19) <830>	3.3 (26;27) 3.5 (25) 3.8 (2) 4.6 (1) 4.8 (5) <4>	0.2 (5) 0.3-0.69 (37) 0.45 (39) 0.56 (2;26) 0.92 (40) <0.53>	-5.05 (19;5) -6.1 ^c <-5.6>
DQ Her	<289.4> (11) 315 (5) 320±20 (12) 325 (3) <312.4>	1.75 ^d /1.35° (1940.62;3) 2.0 ^d /1.5° (1942.6;3) 3.8 ^d /3.13° (1951.67;3) 5.2 ^d /4.2° (1956.66;3) 7.8 ^d /6.13° (1967.43;3) 9.2 ^d /7.0° (1977.37;3) 10.5 (1981;5) 10.6 ^d /7.6° (1984.60;3) Zarf eliptik (12)	0.228 (19;5) 0.26 (3) <0.303 ^d /0.235 ^a > (11)	200-260 (11) 230 (19) 265 (3) 290 (5) 300 (23) 302 (19) 320 (24) <277> 420±100 (12) 485±50 (24) ~500 (24) <468> <315>	1.3 (25;26) 1.4 (31;27) <1.35>	0.16 (2;26) 0.2 (5) 0.24 (37) 0.3 (24) 0.35 (37) 0.40 (23) <0.28>	-5.2- -5.8 (11) -6.1 ^c -6.2 (19;5) -6.4 ^g _c -7.3 ^c (12;24) ≡-7.3 (24) <-6.5>

(Tablo 6' nın devamı)

V446 Her	1235 (1)	4.5 (1984;1)	0.188c (1)	1390 (1)	2.75 (1)	0.8 (1) 1.7±0.5 (2;26) <1.25>	-8.7 (1) -9.2 ^c <-8.95>
V533 Her	580 (5) 1050 (1) <815>±235	1.6 (1981;5) 3.5 (1984;1)	0.089 (19;5) 0.167 ^c (1)	1330 (1) 1376 (5) 1412 (19) 1030 ^b c (1) 1935 ^b c (5) <1415>	3.0 (27) 3.5 (1) <3.25>	0 (35) 0.2 (5) 0.25 (2;26) 0.6 (1) 0.62 (41) <0.33>	-7.14 ^c (1) -7.45 (19;5) -7.7 (1) -7.8 ^c -8.5 ^c (5) <-7.7>
CP Lac	1300 (2) 1600 (5) <1450>	11.25 ^c (1981;2) 11.3 ^f (1981;5)	0.25 (2)	1000±100 (2) 1225 ^b c 1340 (19) <1190>	2.1 (25)	0.8 (5) 1.44 (34) 1.5±0.1 (2;26) <1.25>	-9.15 ^c (2) -9.5 ^c -9.6 ^c -9.6 (2) -9.8 ^c (19) <-9.5>
DK Lac	1075 (1)	2.0 (1984;1)	0.059c (1)	3855 (1)	5.0 (1)	1.17 (34) 1.2±0.2 (2;26) 1.4 (1) <1.26>	-9.2 ^c -9.35 (1) <-9.3>
BT Mon	800 (5)	3.8 (1981;5)	0.090c (5)	1865 (5)	4.5 (32;27)	0.6 (26;35) 0.63 (2) <0.62>	-7.5 ^c (5)
GK Per	1200 (3)	5.9 (1917.86;3) 9.75 (1934.75;3) 11.25 (1943.73;3) 11.7 (1949.70;3) 13.9 (1959.96;3) 16.4 (1977.7;3) 18.0 (1984.6;3) 41.5 (1981;5) Zarf küresel değil.	0.519 (19;5) 0.54 (2) 0.65 (3)	390 (3) 470 (19) 487 (5) 490 (19) <460>	0.2 (25;26)	0.3 (5) 0.7±0.15 (2;26;33) <0.5>	-8.55 (19;5) -8.6 ^c -8.9 (11) <-8.7>
RR Pic	400 (2) 475 (5) <437.5>	11.5 (1981;5) Zarf küresel değil.	0.205 (19;5) 0.21 (2)	400 (2) 450 ^b c 457 (19) 480 (19) 490 (5) <455>	1.0 (25) 1.2 (5;26;27) <1.1>	0.03 (37) 0.04 (2;26) 0.2 (5) 0.6 (37) <0.22>	-6.9 (2) -7.3 (19;5) -7.4 ^c <-7.2>

(Tablo 6'nın devamı)

CP Pup	700 (2) 710 (5) 1600 (13)	2.78 (1955;13) 7 (1980.2;21) Zarf küresel (2)	0.183 (19;21) 0.21 (2) 0.214 (13)	835 (5) 851 (19) 1500 (2) 1600 (21) 1710 ^b c <1600>	0.2 (27) 0.4 (5) 0.5 (25) <0.37>	0.24 (21) 0.3 (5) 0.8±0.2 (2;26) 0.81 (35) <0.54>	-9.55 (19;5) -11.05 ^c (2) -11.2 ^c (21) -11.3 ^c -11.5 (2) <-11.3>
FH Ser	425 (14) 560 (15) 700 (8) 1100 (6) <762.5>±337.5	0.985 (1994.6;14) 1.85 (1984.6;15) 2.0 (1981.5;19) 2.65 (1989.66;15)	0.040 (14) 0.128 (15) 0.136 (15) 0.175 (19;5) 0.176 (15)	645 (5) 676 (19) 850±50 (15) 2230 (14) <725>	4.4 (5;15;26) 4.5 (25) <4.45>	1.05 (15) 1.8-2.1 (15) 2.06 (15) 2.22 (34) 2.3 (2;26) 2.4 (37) 2.8 (5) <2.11>	-6.8 ^c (19;5) -7.0 ^c -7.2 (15) -7.3 ^c (15) -7.55 (19;5) -9.4 ^c (14) <-7.2>
XX Tau	650? (1)	1.45 (1995.6;14) 2.2 (1984;1)	0.021 (14) 0.039c (1)	3555 (1) 6490 (14)	6.0 (1)	1.3 (1)	-8.05 (1) -9.36 (14)
RW UMi	950? (1)	1.0 (1984;1) 1.47 (1995.2;14)	0.037c (1) 0.038 (14)	5250 (14) 5470 (1) <5360>	6.0 (27)	0.1 (1)	-7.7 ^c (14) -7.75 ^c -7.8 ^c (1) ≤-7.85 (1) <-7.8>
LV Vul	860 (1)	2.8 (1984;1)	0.175c (1)	1040 (1)	4.5 (1;26) 5.2 (25) <4.85>	1.2 (1;2) 1.65 (34) 1.7 (26) <1.52>	-6.8 (1)
PW Vul	470±60 (16)	0.55 (1993.6;16)	0.12±0.01 (16)	1600±200 (16)	6.3 (33) 6.4 (25;26) <6.35>	1.35 (34) 1.4 (26) 1.5±0.45 (37) <1.49>	-6.2 ^c (16) -6.3±0.3 (16) <-6.25>
QU Vul	1000 (17) 1375 (18) 1380 (17) 1440±100 (18) 1570 (18) ~1700 (18) <1285>±285	0.41 (1994.5;14) Zarf küresel değil (22)	0.043 (14)	6300 ^b c (14)	5.1 (33) 5.5 (18) 5.6 (22;25) 5.7 (17) <5.48>	1.5 ±0.11 (18) 1.83±0.3 (42;22) 1.86±0.16 (33) <1.73>	-10.25 ^c (14)

^a Sadece “nebular genişleme paralaksı yöntemi” ile bulunan uzaklıklar.

^b (1) nolu formülden hesaplanmıştır.

^c (2) nolu formülden hesaplanmıştır.

^d Eliptik zarfın büyük eksen.

^e Eliptik zarfın küçük eksen.

^f Tahmini değer.

^g Ortalaması alınmış genişleme hızına göre bulunan uzaklıklar.

^h Hesaplanan genişleme hızına göre bulunan uzaklıklar.

ⁱ Hesaplanan genişleme hızına ve/veya ortalama uzaklık, maksimumdaki parlaklık ve absorpsiyon değerlerine göre bulunan mutlak parlaklıklar.

^k Uzaklık, $M_v(\text{max})$ değerinden gidilerek hesaplanmıştır.

Not - Tabloda, birden fazla değeri verilmiş olan parametrelerden doğru kabul edilenler siyah puntalarla belirtilmiştir. “c” ile gösterilenler hesaplanarak bulunmuş, “<” ise ortalaması alınmış değerlerdir. “.” işareti kesin olmayan, belirsiz anlamındadır. Parantez içinde verilen kaynaklar ise şu şekildedir: (1) Cohen 1985; (2) Duerbeck 1981; (3) Duerbeck 1987; (4) Della Valle ve Duerbeck 1993; (5) Cohen ve Rosenthal 1983; (6) Duerbeck 1989; (7) Becker ve ark. 1980; (8) Hjellming ve ark. 1979; (9) Rosino ve ark. 1994; (10) Rafanelli ve ark. 1995; (11) Baade 1940; (12) Ferland 1980; (13) Bowen 1956; (14) Bu tez çalışması; (15) Duerbeck 1992; (16) Ringwald ve Naylor 1996; (17) Taylor ve ark. 1987; (18) Rosino ve ark. 1992; (19) Lang 1992; (20) Parasce 1994; (21) Williams 1982; (22) Saizar ve Ferland 1994; (23) Patterson 1979; (24) Martin 1989; (25) Downes ve Shara 1993; (26) Warner 1987; (27) Ritter ve Kolb 1993; (28) Harward ve ark. 1992; (29) Chocholl ve ark. 1993; (30) Barger ve ark. 1993; (31) Williams 1994; (32) McLaughlin 1945; (33) Andreă ve ark. 1994; (34) Szkody 1994; (35) Selvelli ve ark. 1990; (36) Ciardullo ve ark. 1990; (37) Friedjung 1989; (38) Della Valle ve Livio 1995; (39) Krautter 1981; (40) Drechsel ve ark. 1977; . (41) Doroshenko ve ark. 1971; (42) Saizar ve ark. 1992; (43) Della Valle 1991; (44) Campbell ve Shafter 1995.

II.2. Nebular Genişleme Paralaksı Yöntemi

Novaların uzaklıklarının bulunmasında çok sayıda farklı metotlar kullanılır. Bu metotlar şu şekilde sayılabilir: 1) Nebular genişleme paralaksı, 2) $M_v - t_3$ ilişkisi, 3) Diferansiyel galaktik rotasyon, 4) Yıldızlararası çizgi şiddetleri, 5) Yıldızlararası kızarma gibi metotlardır. Bu metotlar içinde nebular genişleme paralaksı tamamen gözlem sonuçlarına dayandığından, bir novanın uzaklığının ölçülmesinde en güvenilir metot olarak kabul edilir (Cohen, 1985; Ringwald ve Naylor, 1996). Bu yüzden, mutlak parlaklıkların doğru olarak belirlenmesi için sadece nebular genişleme paralaksı yöntemi kullanılmalıdır. Bu metodun uygulanabilmesi için şu ek bilgiler gereklidir: 1) Nova zarfının genişleme hızı, 2) Zarf yarıçapı ve 3) Uzaklık.

II.2.1. Genişleme Hızının (V_{exp}) Hesabı

Genişleme hızının hesaplanabilmesi, novanın patladıktan sonraki geç iniş evrelerinde mümkündür. Öte yandan, zarfın yeterince genişlediği görüntü gözlemlerinden tespit edilebiliyorsa, genişleme hızları, spektrumlarındaki emisyon çizgilerinin genişliklerinden bulunur. Geç iniş evresi, patlamadan sonra 10 yılı aşan bir zamana kadar uzayabilir ve eğer zarf emisyonu hâlâ baskın durumda ise yine genişleme hızı bulunabilir. V_{exp} parametresi iki yolla hesaplanır: ilki, düşük dispersiyonlu spektrumlardan, spektrel çizgilerin merkezi dalgaboyları ve yarı yükseklikteki çizgi genişlikleri (FWHM) ölçüldükten sonra

$$V_{exp} = \frac{FWHM}{2 \times \lambda_{lab}} \times c$$

bağıntısıyla genişleme hızı hesaplanır. Burada, spektrel çizgilerin FWHM ve laboratuvar dalgaboyları Å ve c ışık hızı da km s^{-1} alınırsa, V_{exp} km s^{-1} olur. Spektroskopik gözlemi yapılan N Aql 1995 ve N Cyg 1992'nin V_{exp} değerleri, bu formül kullanılarak hesaplanmıştır. İkinci yol, hidrojen içeren zarfların yüksek dispersiyonlu spektrumlarındaki $H\alpha$ spektrel çizgilerinden; zarfların dönmesinden dolayı bu emisyon iki bileşene ayrılır. Bu durum, FH Ser'in $H\alpha$ 'da alınmış tayfında (Bkz. Şekil 5c) belirgin olarak görülmektedir. Her iki bileşenin merkezi dalgaboyları ölçüldükten sonra,

$$V_{exp} = \frac{\lambda(II) - \lambda(I)}{2 \times \lambda_{lab}} \times c$$

formülüyle yukarıda verilen ilk yöntemle benzer şekilde genişleme hızları hesaplanır. FH Ser'in V_{exp} değeri bu yolla bulunmuştur.

II.2.2. Zarf Çapının ve Mutlak Parlaklığın Belirlenmesi

Nova zarfları genellikle hidrojen içerikli olduklarından, bir novanın $H\alpha$ 'da ($\lambda 6563$) alınmış görüntüsü ile $H\alpha$ dışında herhangi bir filtre ile alınmış görüntüsü karşılaştırıldığında şu sonuç ortaya çıkar: Zarf oluşmuş ve yeterince de genişlemiş durumda ise $H\alpha$ 'da parlak olarak görülmesine karşın $H\alpha$ dışında ya çok sönük ya da hiç görülmeyebilir. Bu durum, gözlemi yapılan 7 novanın resimlerinde (Bkz. Şekil 4) belirgin olarak görülebilir. Nitekim, bu tez çalışmasında, parlak novaların zarfları ile sönük novaların zarfları arasında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. $H\alpha$ 'daki bu parlaklık farkından yararlanılarak, novaların zarfları tesbit edilmeye çalışılır ve bulunan zarfların da boyutları hesaplanır. Nova patlamasından sonra oluşmaya başlayan zarfın farklı zaman aralıklarında gözlemleri yapılarak gelişimi izlenir ve genişleme parametreleri incelenir.

Bu çalışmada, görüntü gözlemi yapılan 7 novanın zarfı şu şekilde araştırılmıştır: Direkt görüntü gözlemleri CCD dedektörü kullanarak yapıldığından hesaplamalar, CCD datasına uyumlu hazır paket program (burada IRAF tercih edilmiştir) kullanılarak yapılmıştır. Buna göre, bilgisayar programı yardımıyla yıldızların "seeing" değerleri hesaplanır. Bunun için, önce hedef nova ve sonra civar yıldızlar, $H\alpha$ filtresi ile alınmış görüntüsü (frame) üzerinde işaretlenir. Paket program, resim üzerinde her bir yıldızın parlaklığı ölçüsünde oluşturduğu gauss profillerini kullanarak yarı yükseklikteki genişliklerini (FWHM), kullanılan kameranın ölçeği (Ekar Gözlemevi'ndeki 0.3375 "/pixel) ile çarptıktan sonra seeing değerlerini hesaplar. Burada, hem IRAF ve hemde MIDAS programları olsun, seeing değerlerini "nokta kaynak saçılma fonksiyonunu (point spread function veya kısaca PSF)" kullanarak hesaplamaktadır. Nova zarfı araştırmalarında "seeing", arz atmosferine bağlılığından dolayı en önemli parametredir. Arz atmosferi ise, yer temelli gözlemlerde gözlem şartlarını olumsuz yönde etkileyen en önemli doğal olaydır. Yıldızlar çok uzak cisimler olduklarından nokta kaynak kabul edilirler ve atmosfer dışından gözlem yapıldığında seeing değerleri sıfırdır. Oysa, yerden yapılan gözlemlerde atmosfer, yıldızları gerçekte olduklarından daha büyük göstererek seeing değerinin sıfırdan büyük olmasına sebep olur. Arz atmosferinin ve gözlem kalitesinin bir

göstergesi olan seeing, yüksek yerlerdeki iyi atmosfer şartlarında yaklaşık 0" de olabilir. Daha önce verilmiş olan Tablo 3'ten de anlaşıldığı gibi, yapılan direkt görüntü gözlemlerinde Ekar Gözlemevi'ne ait seeing değerleri 1.8"-3.5" arasında olmuştur. Gece, gözlem boyunca atmosferdeki türbülans hareketlerine bağlı olarak seeing değerleri de değişir. Çünkü, atmosferdeki bu ileri - geri hareketler, yıldızdan gelen ışının dalga cephesini değiştirerek, yıldız görüntüsünü mavileştirir. Dolayısıyla, bu da yıldızın nokta kaynak yerine küçük bir disk şeklinde görünmesine sebep olur (Illingworth, 1985). Türbülansın düşük seviyede olduğu zamanlarda, seeing küçük ve dolayısıyla gözlem kalitesi de iyi, türbülansın büyük olması durumunda ise, seeing büyük ve gözlem kalitesi de kötü olur. Zarf araştırmaları, yıldızın kendi görüntüsü ile zarf görüntüsünü ayırmak gibi çok küçük bir açısal disk ile çalışmayı gerektirdiğinden, seeing değerinin ve dolayısıyla da gözlem kalitesinin çok iyi olması gerekir. Bu durum, gözlem sonuçlarını doğrudan etkiler. Bununla birlikte, spektroskopik gözlemlerde parlaklık ve çap ölçümlerinin esas alınması amaçlanmadığından, seeing değerinin fotometrik gözlemlerdeki gibi çok iyi olması aranmayabilir (Iijima, 1995). H α 'da ve 6670 Å filtresi ile görüntüsü alınan RW UMi'nin ve çevresindeki 5 yıldızın ölçülen seeing değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. RW UMi ve civarındaki 5 yıldızın H α ve H α dışındaki seeing değerleri.

No	Seeing (")	
	H α	H α -dışı
1 (D ₀)	4.23	3.11
2	2.74	2.76
3	3.71	2.76
4	3.14	2.44
5	2.81	3.08
6	2.79	2.72
Ortalama (PSF)	3.04	2.75
Nebular çap	2.94	1.45

Bu tabloda, D₀ olarak gösterdiğimiz (1) nolu yıldızın seeing değeri RW UMi'ye aittir. Bu seeing değeri, novanın hem kendisine ve hem de varsa zarfına aittir. Novanın zarfsız haline ait seeing değerini, çevresindeki 5 yıldızın ortalaması alındığındaki seeing veya PSF değeri verir. Çünkü, nova ve çevresindeki yıldızlar aynı poz süresi ve gözlem şartlarında

alınmıştır ve gerçekten novanın zarfı olmasaydı yıldızlar gibi o da nokta kaynak olacaktı. Buna göre novanın zarf çapı, D_0 ve PSF'nin karelerinin farkının kareköküne eşittir; yani nebular çap,

$$D = \sqrt{D_0^2 - \text{PSF}^2}$$

formülü ile hesaplanır. Tablo 7'de RW UMi'nin H α 'da çap+zarf seeing değeri 4.23" ve sadece novanın zarfsız kendisine ait olanı ise 3.04"; H α -dışında çap+zarf için 3.11" ve novanın zarfsız seeing değeri de 2.75" olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla, her iki filtre için de novanın çap+zarf değerleri, zarfsız haldeki seeing değerlerinden büyük olduğundan, RW UMi'nin bir zarfının olduğu anlaşılmaktadır. Bulunan bu zarfın çapı da yukarıdaki formülden, H α 'da 2.94" ve H α -dışında 1.45" olarak hesaplanır. Aynı yöntemle, gözlemi yapılan diğer novaların seeing ve nebular çap değerleri toplu olarak Tablo 8' de verilmiştir. Novalar ile birlikte, aynı CCD resmi içinde gözlenen yıldızların sayısı da parantez içinde belirtilmiştir.

Tablo 8. 7 novanın hesaplanan seeing değerleri ve zarf çapları.

Nova	Seeing (")				Nebular Çap (")	
	H α		H α -dışı		Nova	
	Nova D_0	Civar Yıldızlar ^a	Nova D_0	Civar Yıldızlar ^a	H α	H α - dışı
QZ Aur	2.71	2.58 (12)	2.54	2.48 (12)	0.83	0.55
V1974 Cyg	2.69	2.58 (7)	-	-	0.76	-
N Leo 1612	1.82	1.84 (1)	1.87	1.84 (1)	-	0.33
FH Ser	3	2.26 (7)	3.31	3.28 (7)	1.97	0.44
XX Tau	3.73	2.34 (11)	-	2.70 (11)	2.90	-
RW UMi	4.23	3.04 (5)	3.11	2.75 (5)	2.94	1.45
QU Vul	2.57	2.44 (10)	3.25	3.05 (10)	0.82	1.12
	2.39	2.24 (10)	-	-	0.81	-

^a Nova civarındaki yıldızların sayısı parantez içinde verilmiştir.

Novaların zarf çapları, bu şekilde belirlendikten sonra yıllık genişleme oranları patlamalardan itibaren gözlem tarihine kadar geçen süre, hesaplanan yarıçap değerine bölünerek bulunur. Nova zarf yarıçaplarını gören açılar doğrudan görüntü gözlemlerinden ve bu zarf yarıçaplarının çizgisel mesafesi de parsek biriminde spektroskopik gözlemlerden elde edilen V_{exp} parametresinden bulunduktan sonra, novaların uzaklıkları ve Pogson bağıntısını kullanarak da maksimumdaki mutlak parlaklıklar bulunur.

II.3. Teorik $M_B - t_3$ Bağıntısı

Çalışmamızda MMRD ilişkisi, galaktik novaların 4 ayrı sınıfı için elde edilmiştir. Bununla birlikte, sınıfların ikiye ikiye kendi aralarında bir gruplaşması da belirmiştir. Bu gruplaşmanın, Eddington limiti civarında ortaya çıktığı görülmüştür. Bu yüzden, gözlemsel yolla elde edilen gruplaşmada etkin rol oynayan Eddington limitinin ve MMRD ilişkisinin teorik ifadeleri aşağıda verilmiştir.

II.3.1. Bir Novanın Bolometrik Eddington Işıma Gücü

Pogson formülü Güneş biriminde luminozite için yazılırsa,

$$M_{\text{bol,Edd}} = -2.5 \log\left(\frac{L_{\text{Edd}}}{L_{\odot}}\right) + 4.69 \quad (3)$$

şeklinde olur. Burada L_{Edd} , bir novanın Eddington luminozitesi; $M_{\text{bol,Edd}}$, novanın Eddington bolometrik mutlak parlaklığıdır. 4.69 ise, Güneş'in bolometrik mutlak parlaklığı olarak alınmıştır. Bu formülde bilinmeyen $\frac{L_{\text{Edd}}}{L_{\odot}}$ değeri Finzi (1973) ve Bath ve Shaviv'den (1976),

$$L_{\text{kritik}} = L_{\text{Edd}} = \frac{4\pi c G M_{\odot}}{\kappa} \left(\frac{M_{\text{WD}}}{M_{\odot}}\right) \quad (4)$$

ile verilir. c , ışık hızı; G , çekim sabiti; M_{WD} , Güneş kütlesi birimindeki beyaz cüce kütlesidir. Materyalin geçirgenliğini veren $\kappa \cong 0.2 (1+X) \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ tamamen iyonize olmuş bir gazda elektron saçılmasıyla bulunan bir sabittir (Webbink, 1985). X ise, hidrojen bolluğudur. (4) denkleminde sabitler yerine konduğunda ve $X = 0.73$ alınırsa (Allen, 1973),

$$L_{\text{Edd}} = 1.4 \times 10^{38} \left(\frac{M_{\text{WD}}}{M_{\odot}}\right) \text{ erg s}^{-1}$$

bulunur ve bunu (4) denkleminde yerine koyarsak, buradan bir novanın bolometrik Eddington mutlak parlaklığı,

$$M_{\text{bol,Edd}} = -6.75 - 2.5 \log\left(\frac{M_{\text{WD}}}{M_{\odot}}\right)$$

şeklinde elde edilmiş olur.

II.3.2. Patlamada Bir Novanın Mutlak Parlaklığı

Genel olarak kabul edilen görüşe göre, nova patlamaları, beyaz cücelerin yığılma yüzeyi üzerinde termonükleer olaylarla meydana gelir. Termonükleer modele (TNR) göre, beyaz cüce yüzeyine hidrojen birikir, yığılmış zarfın alt katmanlarında yoğunluk ve basınç artar ve bu artış, nükleer reaksiyonlar ateşleninceye kadar devam eder. Ayrıntılı hidrodinamik ve yarı-analitik hesaplamalara göre, patlamanın şiddeti büyük oranda yığılmış materyalin alt katmanındaki basınç tarafından belirlenir (MacDonald, 1983):

$$P = \frac{GM_{WD} \Delta M_{acc}}{4\pi R_{WD}^4} \quad (5)$$

Burada ΔM_{acc} , beyaz cüce yüzeyine yığılan materyalin kütlesi ve R_{WD} de beyaz cücenin yarıçapıdır. Şiddetli patlamalar bu kritik basıncın $P_{kritik} \sim 2 \times 10^{19} \text{ dyn cm}^{-2}$ değerini aştığında meydana gelir. Bundan dolayı, yüksek yoğunluklardaki dejenere koşullar altında (ki beyaz cüce yüzeyinde bu koşul sağlanır) nükleer reaksiyonlar ateşlenir. Bu şekilde, termonükleer bir olayla patlayan bir novadaki mutlak parlaklığın ifadesi aşağıda gösterilmiştir.

Bilindiği üzere, patlamada bir çok nova bir süper-Eddington fazına geçer ve mutlak parlaklıkları -7.1^m 'i aşarlar ki bu değer bir Chandrasekhar kütlesi-beyaz cüce için Eddington ışıma gücüne karşılık gelir (Livio, 1994). Nümerik nova modeli hesaplamalarına göre maksimum ışıma gücü,

$$\frac{L^{max}}{L_{\odot}} = \beta(M_{WD}, L_{WD}, B, \dot{M}, X_i) \left(\frac{L_{Edd}}{L_{\odot}} \right) \quad (6)$$

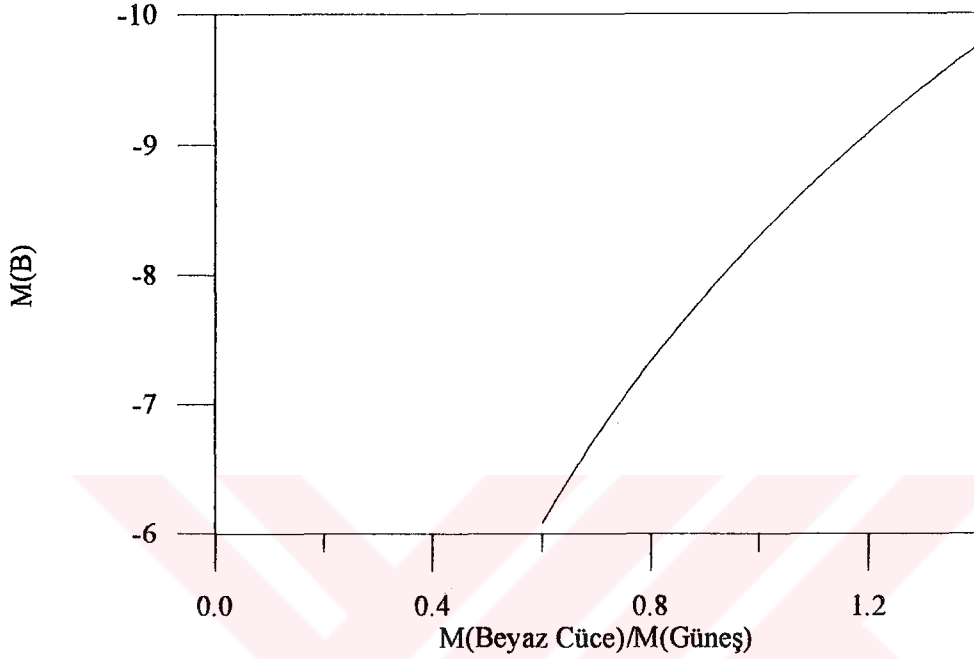
ile verilir. Burada M_{WD} , L_{WD} ve B sırasıyla beyaz cücenin kütlesi, ışıma gücü ve yüzey manyetik alan şiddetidir; $\dot{M}$, kütle yığılma oranı; X_i , yığılan materyalin bolluğu ve L_{Edd} de Eddington ışıma gücüdür. (6)'daki β , en fazla beyaz cüce kütlesine hassastır (Livio, 1994). Nümerik hesapların sonuçları β ile M_{WD} arasındaki ilişkiyi,

$$\beta(M_{WD}) \cong \left(\frac{M_{WD}}{0.6M_{\odot}} \right)^3 \quad (7)$$

şeklinde yaklaşık olarak verilebilmektedir (Livio, 1994). Patlamada bir novanın bolometrik mutlak parlaklığı, bu aşamadan sonra (6), (7) ve Pogson formülü ile kolayca çıkarılır. Ayrıca, patlamaya yakın novalar için, uygun bir bolometrik düzeltme de $BC = -0.1$ alınabilir (A ile erken F spektral tipleri arasındaki süperdevlere benzer şekilde, Allen 1973). Buna göre,

$$M_B^{\max} \cong -8.3 - 10.0 \log\left(\frac{M_{WD}}{M_\odot}\right) \quad (8)$$

ifadesi elde edilir. Bu ifade, bir novanın patlama anındaki bolometrik mutlak parlaklığının beyaz cüce kütlesiyle nasıl değiştiğini gösterir. Bu değişim Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Mutlak parlaklık ile beyaz cüce kütlesi arasındaki ilişki.

II.3.3. Bir Novanın t_3 - İniş Zamanı

t_3 , novalarda genişleme fazını takip eden evrede,

$$L_{\text{Edd}} t_3 \cong \xi \frac{GM_{WD}}{R_{WD}} M_e \quad (9)$$

ile kabaca belirlenebilir (Priyalnik, 1986; Priyalnik&Kovetz, 1992). Burada M_e , patlama ile atılmış kütle (yaklaşık olarak zarf kütlesine eşit) ve ξ de birimsiz bir sabittir ($\xi = 0.7$, Ritter ve ark. 1991). (4) ve (9)'dan,

$$t_3 = \xi' \left(\frac{M_e}{R_{WD}} \right) \quad (10)$$

şeklinde iniş zamanı elde edilir. Burada, ξ' yeni bir sabittir. t_3 ifadesinde, bir çok temel parametre yerine zarf kütlesinin, yani M_e 'nin açıklanması yolu izlenir. İlk olarak, nova atıklarından belirlenen bolluk hesabına göre, nova sistemlerindeki beyaz cüceler aslında üzerlerine yığılmış zarfın tümünü atar. Bu yüzden, kolaylık olması bakımından, beyaz cüce üzerine yığılmış bu zarftan atılan kütle (M_e), Termonükleer Model'de öngörülen yığılmış kütleyle (M_{acc}) eşit kabul edilir, yani $M_{acc} \equiv M_e$ alınır (Livio, 1994). Termonükleer Model'deki zarf kütlesi, genellikle beyaz cücenin kütlesinden (M_{WD}), luminozitesinden (L_{WD}), manyetik alan şiddetinden (B), yığılma oranından ($\dot{M}$) ve yığılmış materyalin bolluğundan (X) belirlenir (Priyalnik ve ark., 1982; Horne ve Shneider, 1989). Bununla birlikte, biliniyor ki zarf kütlesinin hesaplanmasında esas faktör, yığılmış zarfın alt katmanlarındaki basınçtır. Öte yandan, beyaz cüce için kütle-yarıçap ilişkisi,

$$R_{WD} = 1.12 \times 10^{-12} R_{\odot} \left[\left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{-2/3} - \left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{2/3} \right]^{1/2} \quad (11)$$

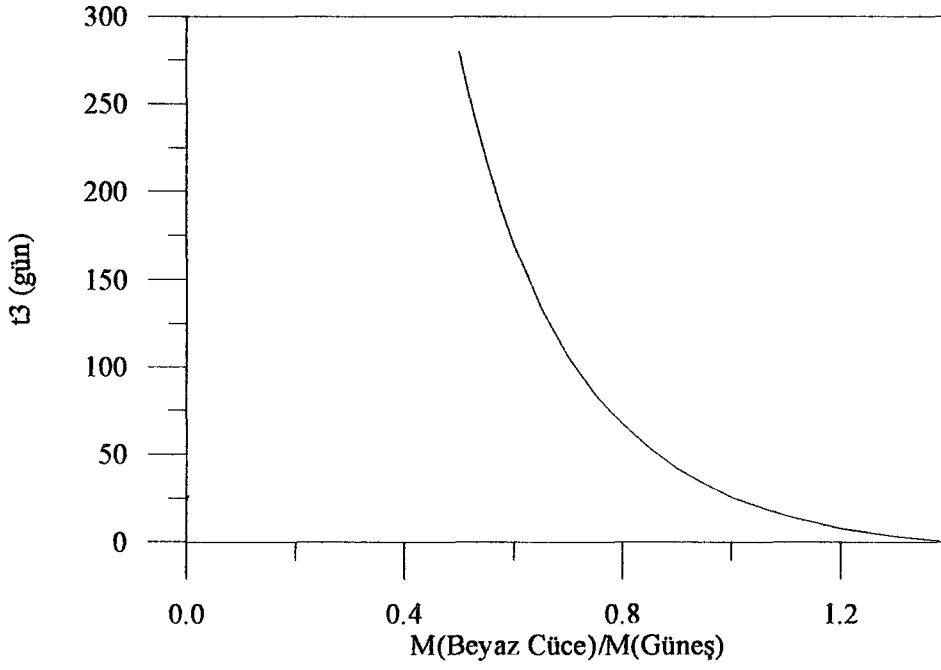
ile verilir (Naunberg, 1972). Burada, M_{Ch} , Chandrasekhar kütlesidir. (5), (10) ve (11) denklemlerinden,

$$t_3 = A \left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{-1} \left[\left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{-2/3} - \left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{2/3} \right]^{3/2} \quad (12)$$

elde edilir. Burada, A , zaman biriminde bir sabittir. Dolayısıyla, t_3 de doğrudan doğruya A 'dan belirlenir. Eğer (12) denkleminin düzenlenmesi için, beyaz cüce kütlesi iyi bilinen V1500 Cyg kullanılırsa, burada novanın iniş süresi $t_3=3.6$ gün (Tablo 5'den), beyaz cüce kütlesi $M_{WD}=1.28 M_{\odot}$ (Ritter ve ark., 1991; Livio, 1994) ve $M_{Ch}=1.44 M_{\odot}$ alınır, (12) denkleminde $A=51.3$ gün olarak elde edilir (Livio, 1994). Bir sistem için bulunan A değeri (12) de yerine konursa,

$$t_3 = 51.3 \left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{-1} \left[\left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{-2/3} - \left(\frac{M_{WD}}{M_{Ch}} \right)^{2/3} \right]^{3/2} \quad (13)$$

formülü elde edilir. Sonuçta, t_3 , "gün" biriminde sadece beyaz cüce kütlesine bağlı olmaktadır. (13) ilişkisi, Şekil 7'de gösterilmiştir. Her ne kadar t_3 , teorik olarak bulunmuş olsa da, (13) ilişkisinde, beyaz cücenin ısıma gücünün ve manyetik alanının etkisi ile yığılma oranının etkisi ihmal edilmiştir. Şekilden görülebileceği gibi, $1.38 M_{\odot}$ kütleli beyaz cüceler için $t_3 \approx 0.14^d$ ve $0.5 - 0.6 M_{\odot}$ kütleli beyaz cüceler için de $t_3 \approx 250^d$ değerleri (13) denkleminde elde edilir.



Şekil 7. İniş zamanı ile beyaz cüce kütlesi arasındaki ilişki.

Ayrıca, yukarıda belirtildiği gibi, A değeri, sadece bir tek sistem (ve en sınırda bir nova, gerçekten de V1500 Cyg, $t_3=3.6^d$ değeriyle, bilinen en hızlı nova) gözönüne alınarak hesaplanmıştır. Gelecekte, eğer beyaz cüce kütlesi iyi bir şekilde belirlenen nova sistemleri olursa, birden çok sistem kullanılarak, A sabitinin değeri iyileştirilecektir (Livio, 1994). Yığılmiş materyalin kimyasal bolluğunun etkisinden dolayı farklı galaksilerde A sabitinin olası değeri de farklıdır.

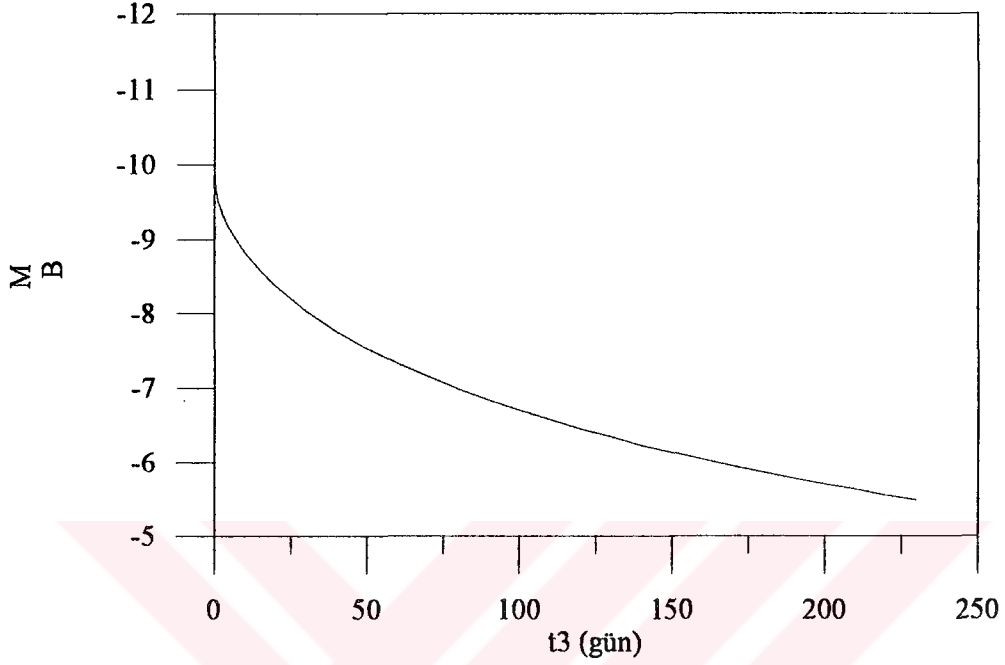
Son olarak, teorik $M_B - t_3$ ilişkisini elde etmek için, (13) denklemindeki t_3 , beyaz cücenin kütlesi yerine mutlak parlaklığı ile ilişkilendirilir. Bunun için, (8) ve (13) denklemlerinden,

$$t_3 = 51.3 \times 10^{\frac{(M_B+9.76)}{10}} \left[10^{\frac{(M_B+9.76)}{15}} - 10^{\frac{-(M_B+9.76)}{15}} \right]^{3/2} \quad (14)$$

iniş süresi bağıntısı “gün” olarak elde edilir (Livio, 1994). (14) formülü, sade bir ifade ile şu şekilde de gösterilebilir:

$$M_B(\max) = -9.76 + 7.5 \log \left[1 + \left(\frac{t_3}{51.3} \right)^{2/3} \right]. \quad (15)$$

(15) bağıntısı, Şekil 8’de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, teori, ancak $t_3 = 0^d$ için $M_B = -9.76^m$ ’e kadar gidebilmektedir; çok daha parlak ($M_B > -9.76^m$) novaların hesabında ise tanımsız olmaktadır.



Şekil 8. Maksimumdaki bolometrik mutlak parlaklık ile iniş zamanı arasındaki ilişki.

III. BULGULAR

III.1. Görüntü Gözlemlerinden Elde Edilen Sonuçlar

7 galaktik novanın görüntü gözlemlerine ilişkin bilgiler, Bölüm II.1.1’de verilmişti. Bu gözlem datalarını kullanarak, Bölüm II.2’de anlatılan yöntemle göre 6 nova için elde edilen zarf yarıçapı, genişleme oranı, uzaklık ve $M_v(\text{max})$ ’a ait bulgular Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. 6 novanın direkt görüntü gözlemlerinden elde edilmiş zarf yarıçapı, genişleme oranı, uzaklık ve mutlak parlaklık değerleri.

Nova	Zarf Yarıçapı ^a (")	Genişleme Oranı ("/yıl)	Uzaklık d (pc)	$M_v(\text{max})$ (kadir)
QU Vul	0.41 (1994.5)	0.043	6300	-10.25
FH Ser	0.985 (1994.6)	0.040	2230	-9.4
QZ Aur	0.42 (1995.1)	0.014	13900	-11.0
V1974 Cyg	0.38 (1995.2)	0.123	2750±170	-8.5
RW UMi	1.47 (1995.2)	0.038	5250	-7.7
XX Tau	1.45 (1995.6)	0.021	6490	-9.36

^a Zarf yarıçapının ait olduğu yıl parantez içinde belirtilmiştir.

Bu yeni bulguların test edilmesi için, daha önce bulunan değerlerle karşılaştırılmalıdır. Bu amaçla, gözlem sonuçları, literatürdekiler ile karşılaştırmalı olarak Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Alı novanın gözlem bulguları, literatürdekiler ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Nova	Zarf Yarıçapı ^a (")	Genişleme Kaynak Oranı ("/yıl)	Uzaklık ^b d (pc)	Kaynak	M _v (max) ^b (kadir)
QU Vul	0.41 (1994.5)	0.043	6300	Bu çalışma	-10.25
FH Ser	0.985 (1994.6)	0.040	645	Cohen&Rosenthal 1983	-7.2
	1.85 (1984.6)	0.128	676	Lang 1992	-7.55
	2.0 (1984.6)	0.136	850±50	Duerbeck 1992	Lang 1992 Cohen&Rosenthal 1983
	2.65 (1981.5)	0.175	2230	Lang 1992	-9.4
	2.2 (1989.7)	0.176		Cohen & Rosenthal 1983 Duerbeck 1992	Bu çalışma
OZ Aur	0.42 (1995.1)	0.014	13900	Bu çalışma	-11.0
V1974 Cyg	0.13 (1993.4)	0.1	2750±170	Paresce 1994	-8.5
	0.38 (1995.2)	0.123	3200±500	Paresce 1994	-8.8
RW UMi	1.0 (1984)	0.037	5250	Bu çalışma	-7.7
	1.47 (1995.2)	0.038	5470	Cohen 1985	≤ -7.85
XX Tau	1.45 (1995.6)	0.021	3555	Bu çalışma	-8.05
	2.2 (1984)	0.039	6490	Cohen 1985 Bu çalışma	-9.36

^a Zarf yarıçapının ait olduğu yıl parantez içinde belirtilmiştir.

^b Uzaklık ve maksimumdaki mutlak parlaklıklar için, literatürden sadece nebular genişleme paralaksı yöntemiyle bulunmuş değerler alınmıştır.

Tablo 10'dan görüleceği gibi, QU Vul ve QZ Aur'un nebular genişleme paralaksı değerleri, ilk defa, bu tez çalışması ile verilmiştir. Bu iki nova üzerinde, benzer ikinci bir çalışma olmadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Bu yüzden, QU Vul'un 4 görüntüsü ve QZ Aur'un da 3 görüntüsü alındığı halde, bu iki novanın bulguları, MMRD ilişkisinde değerlendirmeye alınmamıştır. Bununla birlikte, QU Vul ve QZ Aur'un, sırasıyla 0.41" ve 0.42" lik zarf yarıçapları ile, zarflarının olduğu ortaya çıkmıştır. Öte yandan, gözlemi yapıldığı halde, Tablo 9 ve 10'da yer almayan N Leo 1612'nin zarf çapı, nebular genişleme paralaksı metoduyla bulunamamıştır. Çünkü, novanın çevresinde PSF değerlerinin alınacağı yeterli sayıda yıldız gözlenememiştir (Bkz. Bölüm II.2.2).

Tablo 10 da, FH Ser ve XX Tau'nun zarf yarıçapları, en yeni gözlemlere dayandığı halde, literatürde bulunanlardan çok küçük çıkmıştır. Bu durum, genişleme oranında net olarak görülmektedir. Gerçekte, FH Ser'in zarf yarıçapı 0.985" yerine, yıllık genişleme oranına göre, ~ 4 çarpanı ile $\sim 3.8''$ olmalıdır; XX Tau'nun da, aynı şekilde 1.45" yerine, ~ 2 çarpanı ile $\sim 2.7''$ olmalıdır. Zarf yarıçaplarının küçük çıkmasında, seeing değerinin (Bkz. II.1.1) olumsuz etkisi olmuştur.

Tablo 10'da, yeni nova sayılan V1974 Cyg'nin, küçük de olsa zarfının olduğu görülmektedir. Literatürde, sadece bir çalışma yapılmıştır ve ölçülen yarıçap ile uygunluk içermektedir. Yıllık genişleme oranlarının birbirine çok yakın çıkması bunu doğrulamaktadır. Aynı durum RW UMi için de bulunmuştur. RW UMi'nin 3 görüntüsü alınmıştır ve ölçülen yarıçap literatürdeki sonuçla uyushmaktadır. Genişleme oranı ise literatürdeki ile aynı çıkmıştır.

III.2. Tayfsal Gözlemlerden Elde Edilen Sonuçlar

3 novanın tayfsal gözlemlerine ait bilgiler, Bölüm II.1.1'de verilmişti. Birisi düşük dispersiyonlu ve ikisi de yüksek dispersiyonlu spektrumlardan, Bölüm II.2'de anlatılan yöntemle göre bulunan genişleme hızları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Üç novanın tayf gözlemlerinden elde edilmiş V_{exp} hızları.

Nova	V_{exp} (km s ⁻¹)
Nova Aql 1995	675±25
V1974 Cyg	1600±100
FH Ser	425±25

Bu yeni bulguları test etmek için, daha önce yapılanlarla da karşılaştırılmıştır. Tablo 12'de, gözlem sonuçları literatürdekiler ile birlikte verilmiştir.

Tablo 12. Üç novanın V_{exp} bulguları, literatür değerleri ile verilmiştir.

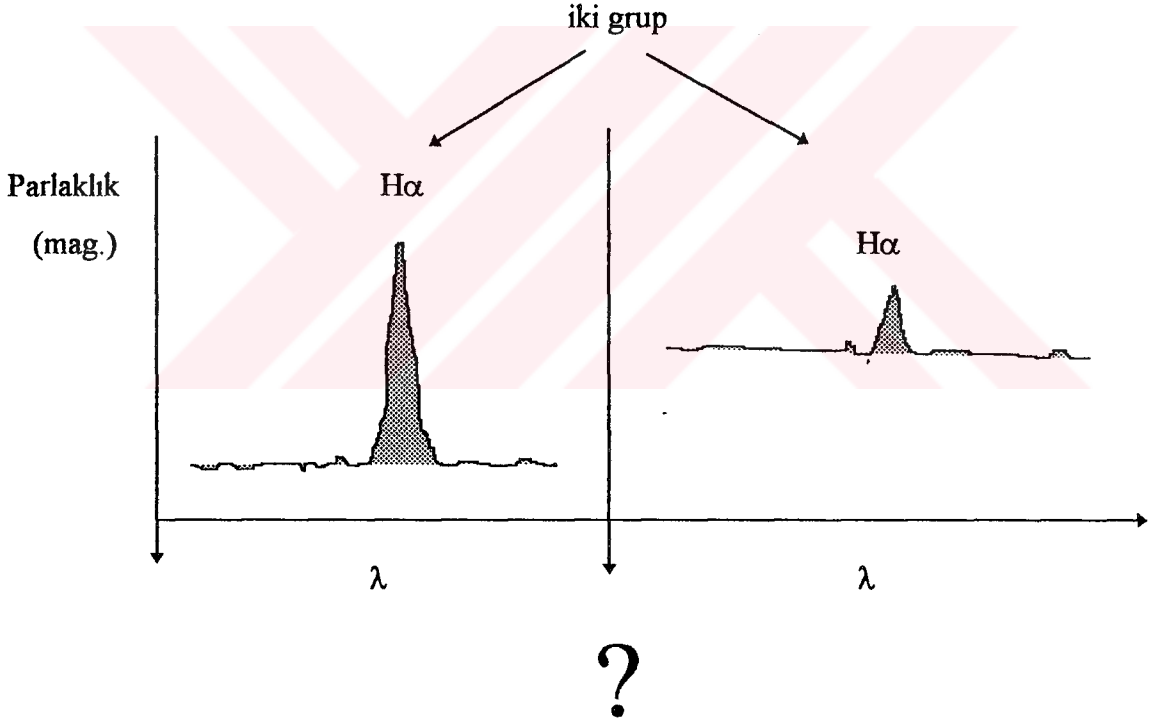
Nova	V_{exp} (km s ⁻¹)	Kaynak
Nova Aql 1995	675±25	Bu çalışma
V1974 Cyg	1500±250	Duerbeck 1987
	1600±100	Bu çalışma
FH Ser	~2080±120	Rafanelli ve ark. 1995
	425±25	Bu çalışma
	560	Duerbeck 1992
	700	Hjellming ve ark. 1979
	1100	Seaquist 1989

Tablo 12'den görüleceği gibi, Nova Aql 1995'in yeni bir nova olmasından dolayı literatürde, üzerinde henüz çalışılmamıştır. 4 adet spektrumu alınan novanın, patlamadan iki gün sonraki tayfsal bulguları, bu çalışma ile ilk kez verilmiş olmaktadır. Bu novanın zarfı henüz oluşmadığından, V_{exp} değeri MMRD ilişkisinde kullanılmamıştır.

V1974 Cyg'nin düşük dispersiyonlu spektrumundan bulunan genişleme hızı, literatür verileri ile uyushmaktadır. FH Ser'in genişleme hızı ise, yüksek dispersiyonlu H α emisyon çizgisinden hesaplanmıştır. Tabloda, literatür değerlerinin geniş bir aralıkta değiştiği görölmektedir.

III.3. Yeni Bir Sınıflama

Galaksimizdeki mevcut novaların $H\alpha$ spektrumlarına bakıldığında, bu çizginin şiddeti ve kontinyum akısına göre bir sınıflama yapıp yapılamayacağı konusu üzerine çalışılmıştır. Bu yüzden, gözlemler $H\alpha$ ’da yapılmıştır veya literatürden sadece $H\alpha$ ile bulunmuş veriler alınmıştır. Kontinyum akısı, doğrudan doğruya novaların ışıma güçlerine veya bir başka deyişle mutlak parlaklıklarına karşılık gelir. Dolayısıyla, burada, önce diğer galaksilerdeki novalar için bulunmuş ve sonra da Samanyolu’ndaki novalar için yapılmaya çalışılmış maksimum mutlak parlaklık ile iniş oranı bağıntısı (“maximum magnitude and rate of decline” veya kısaca MMRD yada $M_v - t_3$ ilişkisi) söz konusu olmaktadır. Şekil 9’dan görülebileceği gibi, novaların parlak veya sönük ya da büyük ışıma güçlü veya küçük luminoziteli



Şekil 9. Sınıflamayı ifade eden şekil.

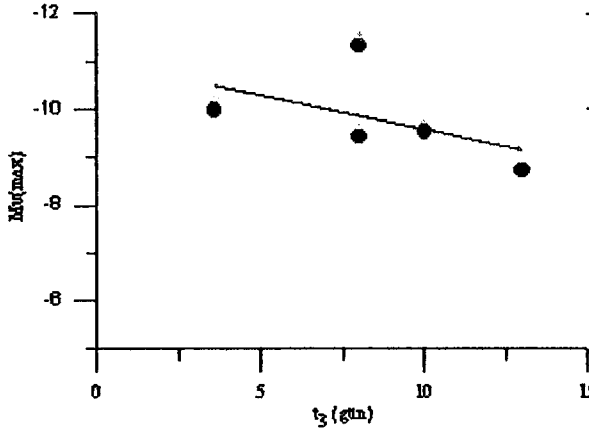
olarak iki gruba ayrılıp ayrılamayacağı gündeme gelmektedir. Shara (1981a), $M_B - t_3$ ilişkisinin tüm galaksilerdeki novalar için aynı olduğunu söylemesine karşın, Ciardulla (1990), M31

galaksisindeki novalar için yaptığı $H\alpha$ gözlemlerinden yola çıkarak, bu galaksideki novaların $H\alpha$ 'daki parlaklıkları ile iniş hızları arasında bir ilişkinin olmadığını belirtmiştir. Oysa, çalışmamızda, sadece $H\alpha$ 'daki nebular genişleme paralaksı verileri kullanılarak, Galaksimizdeki novalar için, M31'in aksine maksimum mutlak parlaklıklar ve iniş hızları arasında bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişki de galaktik novaları iki gruba ayırmaktadır ve nasıl olduğu aşağıda açıklanmaktadır.

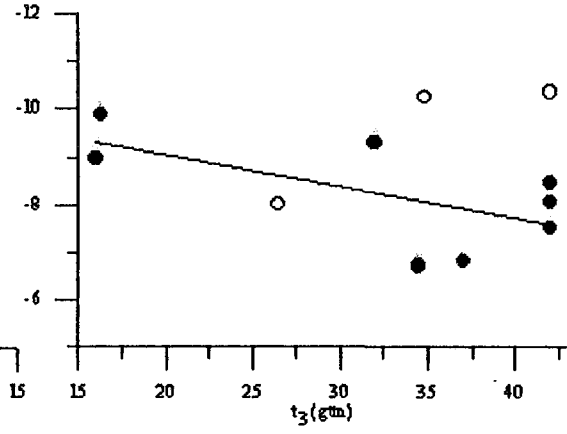
Önce, MMRD ilişkisi için kullanılacak novalar, hız sınıfına göre, 4 grup şeklinde Tablo 13'de verilmiştir. Tabloda, Payne-Gaposckin'in (1957) hız sınıfı tanımı esas alınarak, her gruptaki novaların t_3 ve $M_v(\max)$ değerleri verilmiştir. Tablo 13'e göre, 4 grup nova için $M_v(\max)$ - t_3 ilişkisi Şekil 10a, b, c ve d'de gösterilmiştir. Sonra, 4 grup nova sınıfı için elde edilen $M_v(\max)$ - t_3 ilişkileri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Çok hızlı, hızlı, orta seviyede hızlı ve yavaş novaları temsil eden doğrusal fitler, aynı bir grafikte, Şekil 11'de gösterilmiştir. Her bir doğrunun eğim açısı da belirtilmiştir. Şekil 11'de, orta seviyede hızlı novalar ile yavaş novaların eğimlerinin (18°) aynı olduğu görülmektedir ve çok hızlı novalar ile hızlı novaların eğimlerinden de oldukça küçüktür. Çok hızlı novaların eğimi 74° ve hızlı novaların ise 60° olup birbirlerine yakındır. Bu gözlem sonuçlarına dayanarak, hızlı novaları çok hızlı novalar grubuna dahil edip bir grup, aynı eğime sahip orta seviyede hızlı novaları, yavaş novalar ile birleştirip ikinci bir grup olarak ele almak mümkün gözükmemektedir. Yani, bu aşamada galaktik novalar, $H\alpha$ 'daki gözlemlerinden bulunmuş mutlak parlaklıklarına ve t_3 değerlerine göre iki gruba ayrılabilir. Bu durumda, çok hızlı ve hızlı novaların birleştirilmiş hali (Grup I), Şekil 12a'da ve orta seviyede hızlı novalar ile yavaş novaların birleştirilmiş hali de (Grup II) Şekil 12b'de gösterilmiştir. Sonra, her iki grubu birbirleriyle mukayese etmek için de, iki grubu temsil eden doğrusal fitler, eğim açıları ile birlikte Şekil 13'de çizdirilmiştir. Şekil 13'e bakıldığında, Grup I için 59° ve Grup II için 12° 'lik eğim açıları ile, galaktik novaların iki gruba ayrıldığı açık bir şekilde görülmektedir.

Tablo 13. 24 novanın hız sınıfı tanımına göre t_3 ve $M_v(\max)$ değerleri.

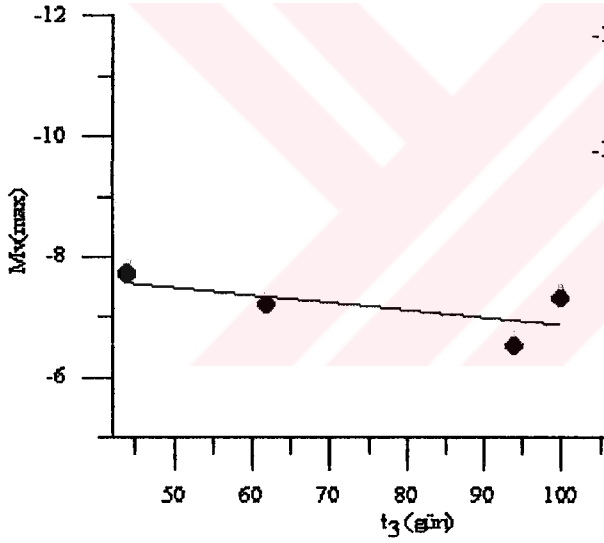
Nova	Çok Hızlı Novalar $t_3 \leq 15^d$		Nova	Hızlı Novalar $16^d \leq t_3 \leq 42^d$		Nova	Orta Seviyede Hızlı Novalar $43^d \leq t_3 \leq 120^d$		Nova	Yavaş Novalar $121^d \leq t_3 \leq 230^d$	
	t_3	$M_v(\max)$		t_3	$M_v(\max)$		t_3	$M_v(\max)$		t_3	$M_v(\max)$
V603 Aql	8	-9.4	V500 Aql	42	-10.35	T Aur	100	-7.3	HR Del	225	-5.6
V1500 Cyg	3.6	-9.95	V1229 Aql	34.5	-6.7	DQ Her	94	-6.5	RR Pic	150	-7.2
CP Lac	10	-9.5	QZ Aur	26.5	-8.0	V533 Her	44	-7.7	RW UMi	140	-7.8
GK Per	13	-8.7	V476 Cyg	16.25	-9.86	FH Ser	62	-7.2	PW Vul	122	-6.25
CP Pup	8	-11.3	V1974 Cyg	42	-8.45						
			V446 Her	16	-8.95						
			DK Lac	32	-9.3						
			BT Mon	42	-7.5						
			XX Tau	42	-8.05						
			LV Vul	37	-6.8						
			QU Vul	34.8	-10.25						



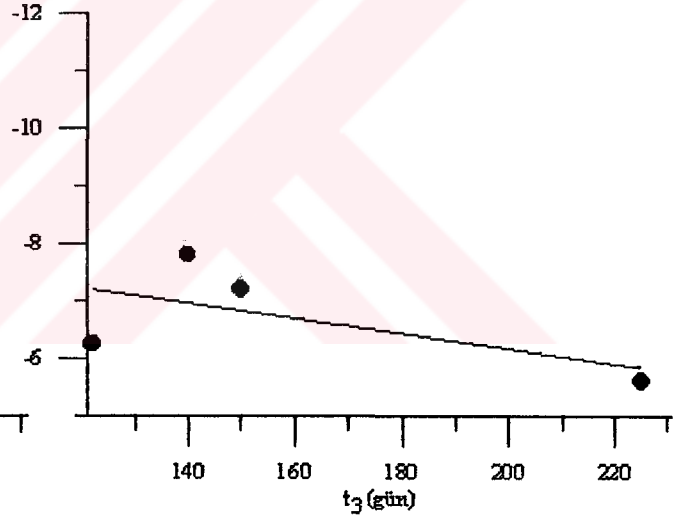
Şekil 10a. Çok hızlı novaların $M_v(\max) - t_3$ ilişkisi.
Doğrusal fit: $M_v(\max) = -10.98 + 0.14 t_3$
Korelasyon katsayısı: $R = 0.50$



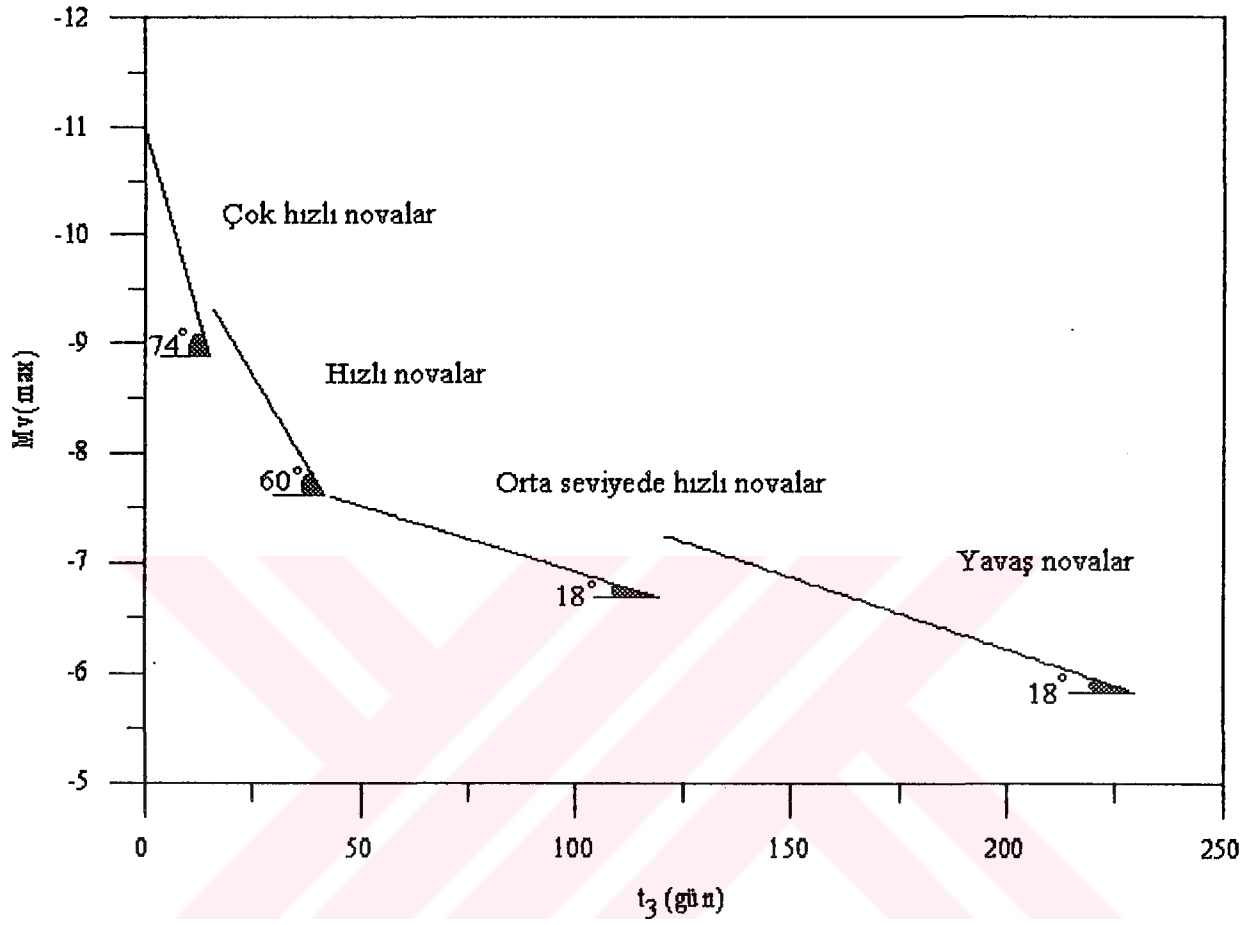
Şekil 10b. Hızlı novaların $M_v(\max) - t_3$ ilişkisi.
 $M_v(\max) = -10.36 + 0.066 t_3$ (siyah noktalardan)
 $R = 0.62$
● Güvenilir
○ Şüpheli



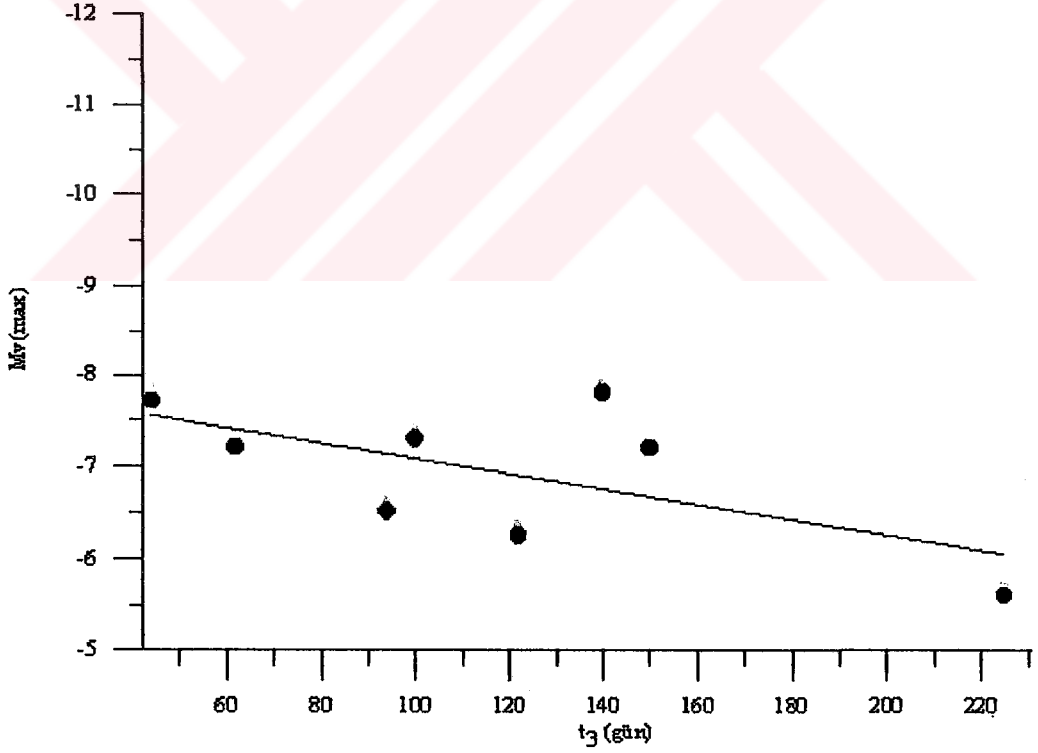
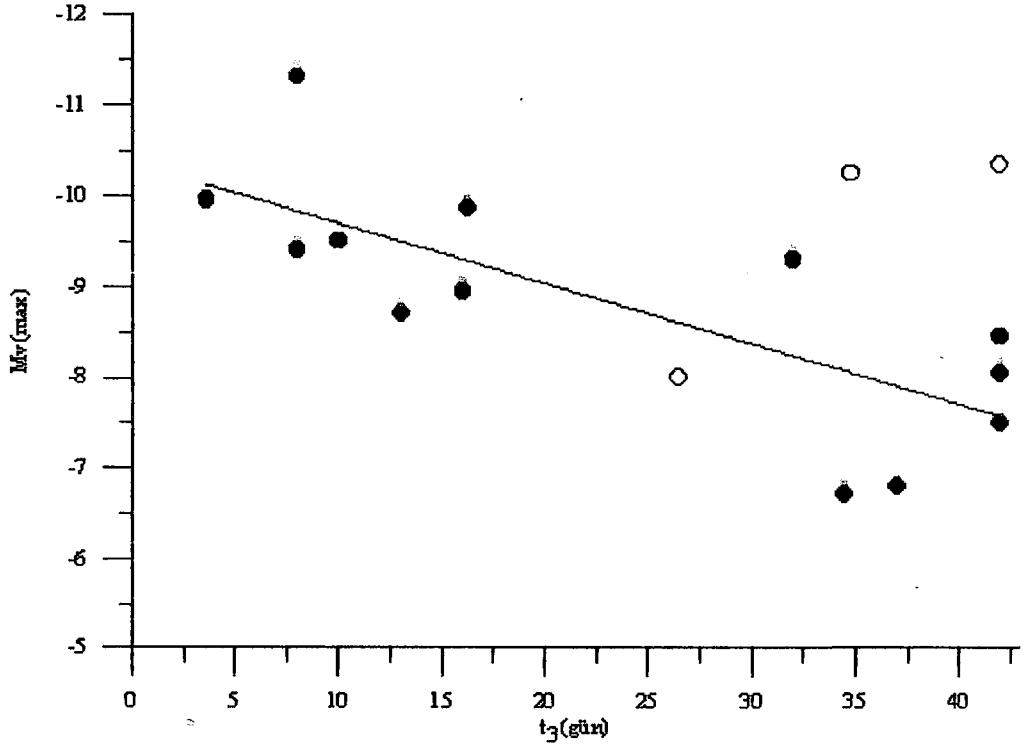
Şekil 10c. Orta seviyede hızlı novaların $M_v(\max) - t_3$ ilişkisi. $M_v(\max) = -8.11 + 0.012 t_3$
 $R = 0.66$

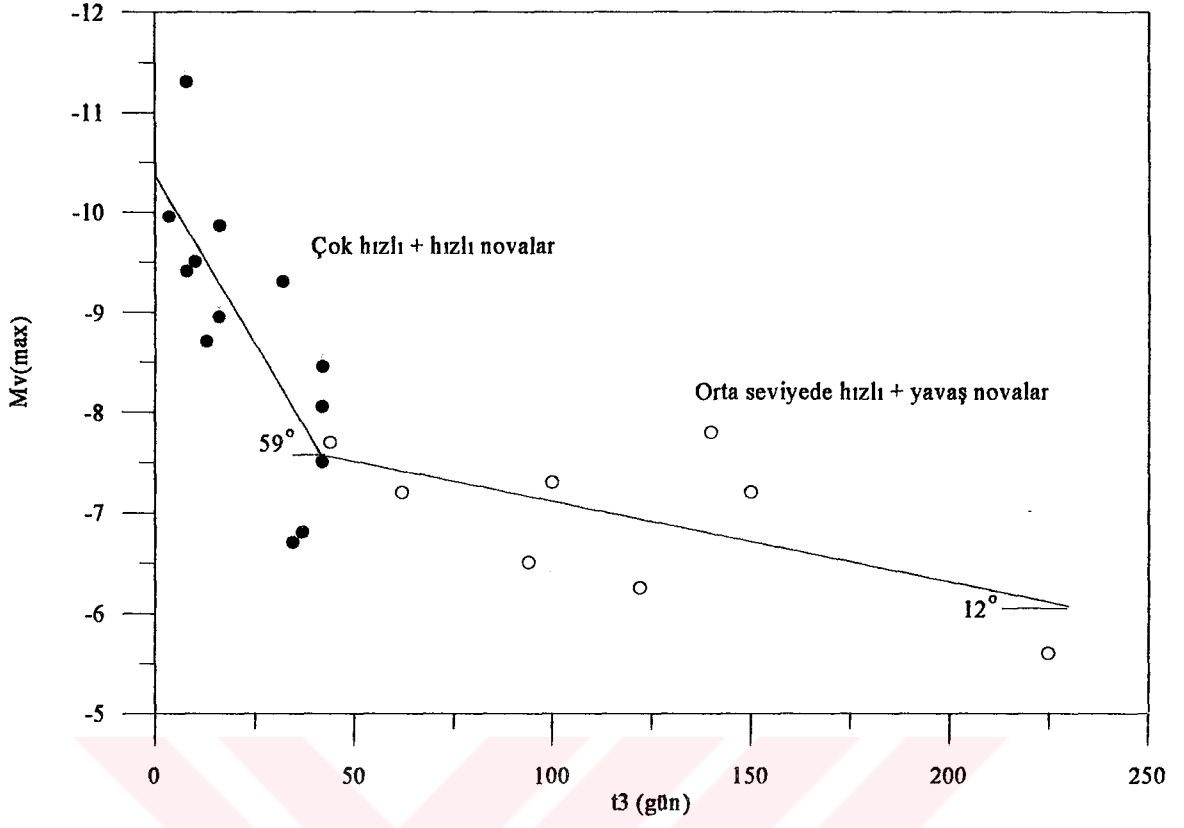


Şekil 10d. Yavaş novaların $M_v(\max) - t_3$ ilişkisi. $M_v(\max) = -8.81 + 0.013 t_3$
 $R = 0.61$



Şekil11. Dört grup novayı temsil eden fitler, eğim açıları ile birlikte görülüyor.





III.4. Yeni Sınıflamanın Fizik Açıklaması

Bu şekilde ortaya çıkan iki ayrı grubun, fizik olarak bir anlam ifade edip etmediğini araştıralım. Şekil 13'e bakıldığında, Grup II novaları Grup I'den mutlak parlaklık değeri olarak yaklaşık -6.5^m ile -7.5^m civarında açıkça ayrıldığı görülüyor. Bu, sıradan bir değer olmayıp çok önemli bir sonuçtur ki astrofizikte bilinen ve sadece kütleyle bağlı olan "Eddington ışıma gücü"ne karşılık gelir ve beyaz cüce kütlelerine ($0.5 - 1.4 M_{\odot}$) göre de -6^m ile -7.1^m (veya $0.7 \times 10^{38} - 2 \times 10^{38} \text{ erg s}^{-1}$) arasında değişir (Bkz. Bölüm II.3.1). Bu durumda, hızlı novaların, yani Grup I novalarının luminozite patlama esnasında Eddington limitinden çok büyük olmakta ($> -7.1^m$), yavaş novalara gidildikçe ışıma gücü azalmaktadır ($\leq -7.1^m$) ve Grup II novalarının ayrıldığı nokta da bu yüzden Eddington limitine karşılık gelmiştir. Gerçekten, Şekil 13'den de görüldüğü gibi, novaların patlamadaki ışıma güçleri temel alındığında, galaktik novalar gruplaşma göstermektedir. Şiddetli patlama gösteren novaların ışıma güçleri Eddington limitinin çok üzerinde olduğundan, Grup I novaları "süper Eddington novalar" olarak ve patlama sırasında yaklaşık Eddington limiti civarında bir ışıma gücüne sahip Grup II novaları "Eddington novalar" olarak isimlendirilmiştir. Sonuç olarak, bu tez çalışması ile, gözlemlerden bulunan novaların gruplaşmasını fizik bir parametreye, yani Eddington ışıma gücüne bağlayarak, galaktik novalar için "patlamada sahip oldukları ışıma güçlerini temel alan yeni bir nova sınıflaması" tanımlanmış olmaktadır.

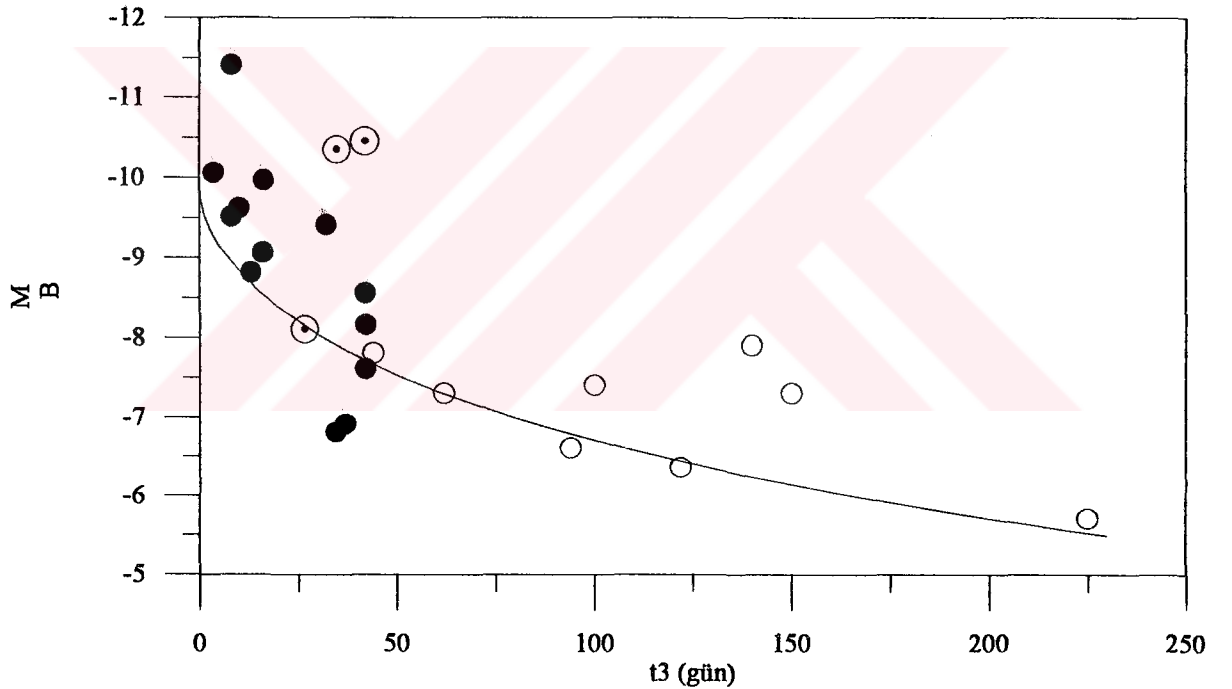
Bu yeni sınıflamanın fotometrik ve tayfsal parametreler açısından özellikleri Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Yeni nova sınıflama metodunun tanımı.

Yeni metoda göre nova sınıfı	Fotometri parametreleri				Tayf parametreleri	
	Nova hız sınıfı	t_3 (gün)	t_2 (gün)	V_d (m/gün)	$M_{bol}(max)$ (m)	İşıma Gücü (erg s^{-1})
Süper Eddington Novalar	Çok hızlı ve hızlı	0 - 42	0 - 25	$0.08 - \geq 0.20$	> -7.1	$> 2.2 \times 10^{38}$
Eddington novalar	Orta seviyede hızlı ve yavaş	43 - 230	26 - 150	$0.013 - 0.07$	≤ -7.1	$\leq 2.2 \times 10^{38}$

III.5. Teori İle Karşılaştırma

Galaktik novaların gruplaşması, $M_v - t_3$ ilişkisi ile Şekil 13’de gösterilmişti. Şekil 14’de, bu gözlemsel ilişki, daha önce verilen teorik $M_B - t_3$ ilişkisi (Bkz. Bölüm II.3) ile karşılaştırılmıştır. Teorik MMRD ilişkisindeki maksimum mutlak parlaklıklar bolometrik olduğundan, gözlenen mutlak parlaklıklar da, $BC = -0.1^m$ (Allen, 1973) için bolometrik düzeltme yapılmıştır. Şekilde, süper Eddington novalar (Grup I) siyah punto ile, Eddington novalar (Grup II) içi boş daire ile gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi, galaktik novaların gözlem sonuçları teori ile uygunluk sağlamaktadır.



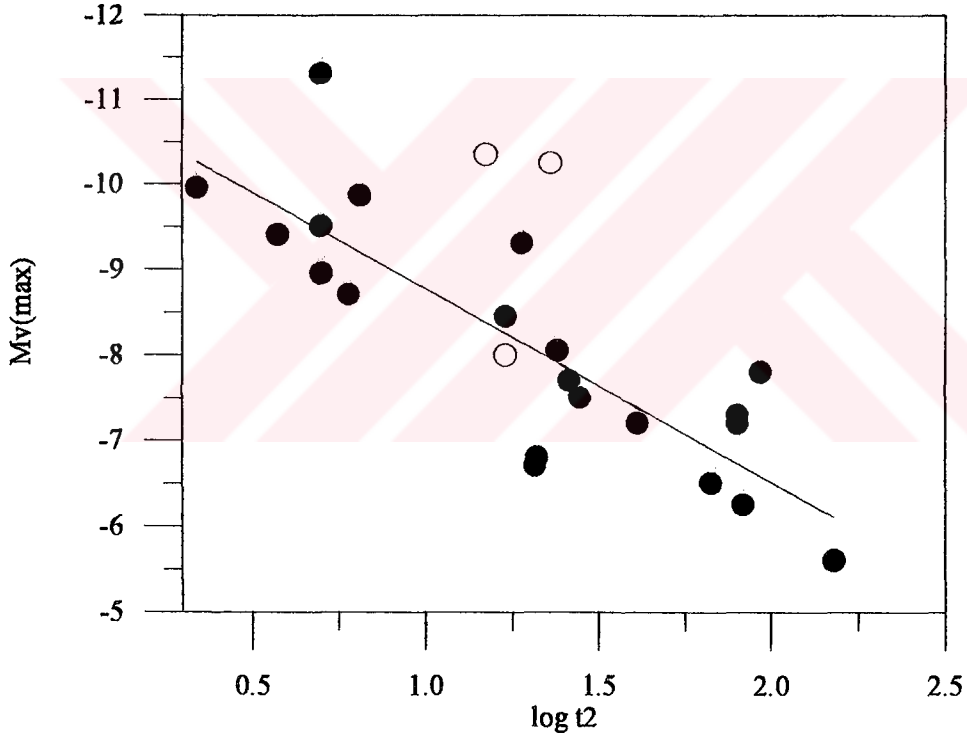
Şekil 14. Süper Eddington novalar (siyah noktalar - güvenilir; içi boş noktalı olanlar - şüpheli) ile Eddington novalar (içi boş daireler) teorik eğri (sürekli çizgi) ile birlikte görülüyor. Her iki grup novaların $BC = -0.1$ için bolometrik düzeltme yapılmıştır.

III.6. $M_v - t_2$ İlişkisi

Galaksimizdeki novaların MMRD ilişkisi, nebular genişleme paralaksı verileri ile ilk defa, Cohen ve Rosenthal (1983; Cohen, 1985) tarafından yapılmıştır. Kullanılan toplam nova sayısı 19'dur. Bunlardan 11 tanesi güvenilir, diğerleri ise şüphelidir. 19 nova için, en küçük kareler yöntemi kullanılarak bulunan $M_v - t_2$ ilişkisi,

$$M_v(\max) = -10.70(\pm 0.30) + 2.41(\pm 0.23) \log t_2 \quad (16)$$

şeklinde doğrusal bir fit bulunmuştur. Çalışmamızda, Cohen'in (1985) sonuçları, ilave yeni veriler ile test edilmiştir. Bu amaçla, toplam 24 novanın nebular genişleme paralaksı yöntemi kullanılarak bulunmuş mutlak parlaklıklar ile t_2 arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Bu ilişki, Şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 15. Galaktik novaların MMRD ilişkisi. Güvenilir 21 novadan (siyah puntolu) geçirilen fit sürekli çizgi ile gösterilmiştir. Şüpheli 3 nova (içi boş daireler) göz önüne alınmamıştır.

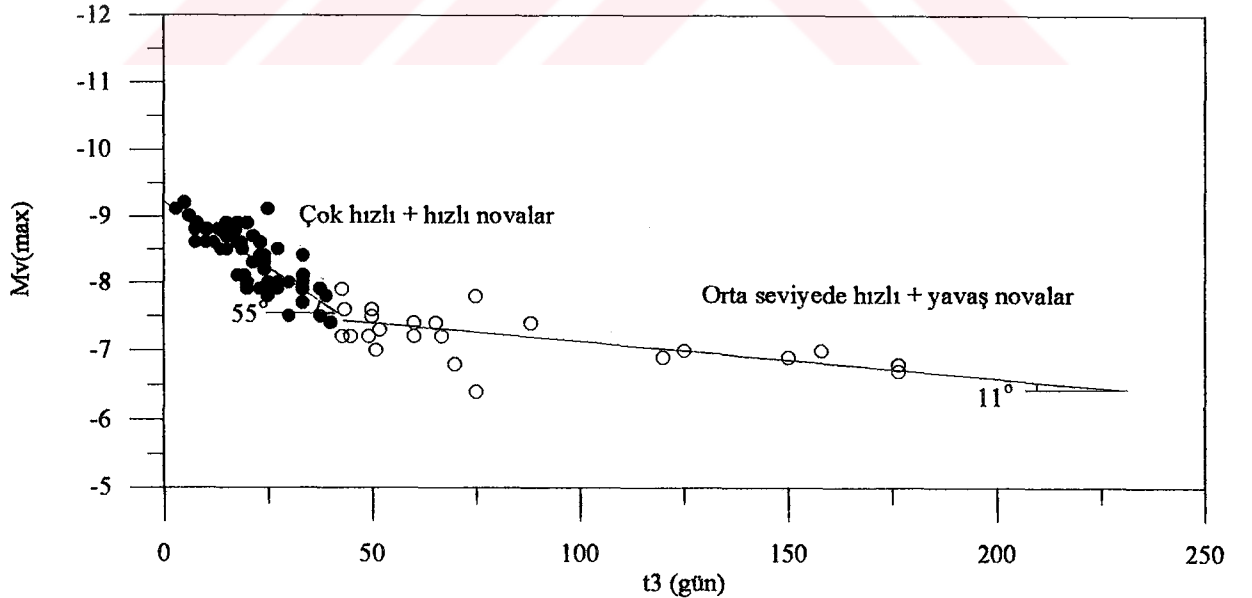
Güvenilir 21 novadan elde edilen en iyi fit (korelasyon katsayısı, $R=0.84$),

$$M_v(\max) = -11.03(\pm 0.47) + 2.27(\pm 0.33) \log t_2 \quad (17)$$

şeklinde elde edilir. (17) bağıntısı, Cohen'in (1985) (16) nolu ifadesi ile, verilen hata sınırları içinde, aynı olarak elde edilmiştir. Dolayısı ile, diğer galaksilerdeki novaların $M_v - t_2$ ilişkisinde bulunan ters "S" şeklinin aksine (Bkz. Şekil 18), galaktik novalarda MMRD ilişkisi doğrusal olmaktadır. Sonuç olarak, Cohen'in bulduğu doğrusal ilişki, bu tez çalışması ile desteklenmiştir.

III.7. M31 Galaksisindeki Novalar ile Karşılaştırma

Galaktik novaların iki grup olarak ayrılmasının bir karşılaştırılması, üzerinde en çok çalışılan M31 galaksisindeki novalar için yapılmıştır. Bu galaksideki 84 novaya ait gözlemsel büyüklükler Della Valle ve Livio'dan (1995) alınarak elde edilen MMRD ilişkisi Şekil 16'da gösterilmiştir. Görüldüğü gibi bu galaksideki novalar da iki grup olarak toplanmışlardır. İki grubun ayırım noktası Galaksimizde olduğu gibi Eddington limitidir. Bu durumun diğer galaksilerle genelleştirilip genelleştirilemeyeceği ayrı bir çalışma konusudur.



Şekil 16. M31'deki 84 novanın iki gruba ayrılması.

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kataklismik yıldızların bir alt sınıfına dahil olan novaların ışıma güçleri iki açıdan önemlidir. Birincisi, bu büyüklük nova patlamalarının fiziğinin çalışılmasına imkân verir. Örneğin, patlamalar sırasında ortaya çıkan enerjiler ve dışarı atılan kütleler, ışıma gücüne ve böylece uzaklıklara bağlıdır. İkincisi ise, galaksiler arası uzaklık ölçeğinin kalibrasyonu açısından önemlidir. Örneğin, maksimum ışıktaki parlak novalar, klasik sefeidlere göre daha büyük optik parlaklıklara sahiptirler ve böylece uzaklıklarını bulmak çok daha kolaydır.

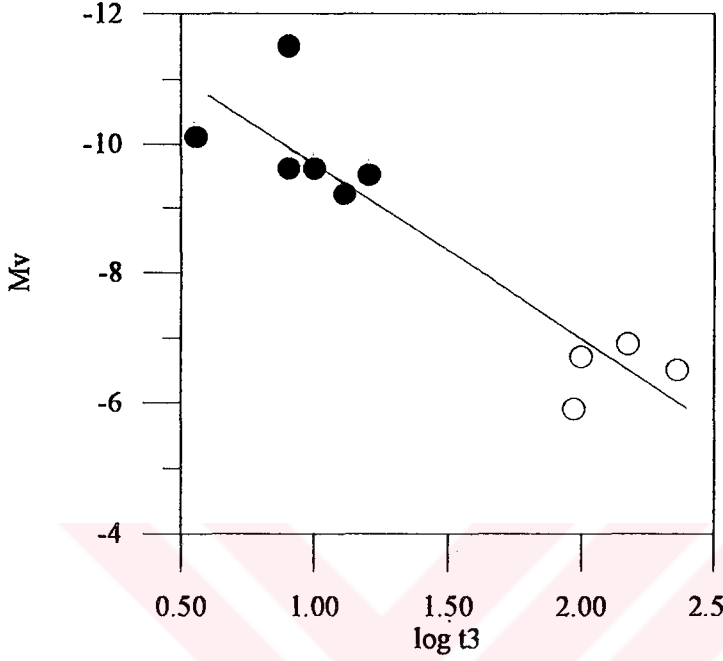
Görüldüğü gibi, novaların ışıma güçleri dolayısı ile mutlak parlaklıkları novalar için çok önemli bir parametre olmasına rağmen, bulunacak mutlak parlaklıklardan (veya uzaklıklar) novalara ilişkin yeni güvenilir sonuçların ortaya konabilmesi, ancak bu büyüklüğün nebular genişleme paralaksı yöntemine (Bkz. Bölüm II.2) göre elde edilmesiyle olasıdır.

Bu noktadan hareketle, Galaksimizde bugün için bilinen 216 novadan ancak 24 tanesinin bu koşula uygun olduğunu gördük. Dolayısı ile bu tez, söz konusu 24 novaya ait gerek kendi yaptığımız gözlemler gerekse literatürden topladığımız verilerin analizine dayanmaktadır. Böylece çok güvenilir verilerin (özellikle M_v) araştırılması sonunda ortaya çıkan sonuçları şöyle sıralayabiliriz.

1) Galaktik novaların zarf parlaklıkları H_0 'da araştırılmıştır. H_0 'da ışıma yapan nova zarfları, parlaklıklarına göre iki gruba ayrıldığı görülmüştür. H_0 'daki zarf parlaklıkları olarak, H_0 'daki nebular genişleme paralaksı ile elde edilen maksimumdaki mutlak parlaklıklar (M_v) alınmıştır. M_v 'ler ile t_3 'ler arasındaki MMRD ilişkisi her bir nova sınıfına uygulandığında, söz konusu gruplaşma açık bir şekilde görülmektedir (Bkz. Şekil 13). Bu gruplaşmanın ayrımı Eddington limiti ile uyusmaktadır. Zarfları parlak novalar, sönük novalardan Eddington limitinden itibaren ayrılmaya başlamıştır. Gözlem sonuçlar, teori ile de uyum içindedir (Bkz. Şekil 14). Diğer taraftan, elde edilen sonuç Duerbeck'in (1981) çalışmasını desteklemektedir.

Duerbeck (1981), 100 galaktik novanın ışık eğrilerinin davranışını temel alarak, 31 novanın $M_v - t_3$ ilişkisinden bunları iki gruba ayırmıştır. Ancak söz konusu çalışmada kullanılan 31 novadan sadece 10'una güvenebileceğimizden, Şekil 17'de bu novalara ait MMRD ilişkisinden iki grubun oluşup oluşmadığına karar vermek zor olabilir. Ancak çalışmamızda

değerlendirmeye aldığımız ve verilerine güvendiğimiz 21 novanın MMRD ilişkisinden sonra bu sınıflamanın kesinlik kazandığını ifade edebiliriz (Bkz. Şekil 15).



Şekil 17. Sadece genişleme paralaksı yöntemi ile bulunmuş 10 novanın MMRD ilişkisi.

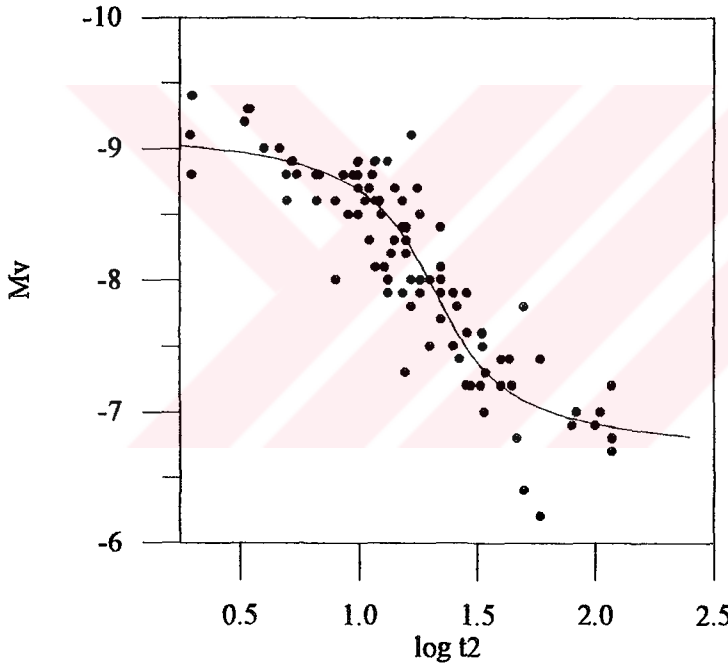
Öte yandan, galaktik novalar için bulduğumuz ikili gruplaşma M31 novalarında da görülmüştür (Bkz. Şekil 16). Böylece, Eddington limitine dayanan yeni nova sınıflaması M31 novaları için de doğru olmaktadır.

2) 7 novanın, nebular genişleme paralaksı için, başta H α olmak üzere çeşitli filtreler kullanılarak, toplam 18 CCD görüntüsü alınmıştır. Bölüm II.2'de anlatılan yöntem kullanılarak bu novalardan 6'sının zarf çapı, yıllık genişleme oranı, uzaklığı ve maksimumdaki mutlak parlaklığı hesaplanmıştır (Bkz. Tablo 9). 6 novadan 4'ünün mutlak parlaklıkları aynı metotla literatürde bilinmesine karşın, 2'sinin (QZ Aur ve QU Vul) ölçüm sonuçları ilk defa bu tez çalışması ile verilmiştir. Yarıçapa ilişkin ölçüm sonuçları küçük de olsa, bu iki novanın zarfi olduğunu ortaya koymuştur. En iyi ölçüm sonuçları, V1974 Cyg ve RW UMi'den alınmıştır. Literatürdeki değerler ile tamamen aynıdır. FH Ser ve XX Tau'nun gözlem sonuçları,

literatürdekilerden küçük çıkmıştır. Muhtemelen, verilen poz süreleri içinde seeing değerinin büyük oranda değişmesi, gözlem kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir.

3) Üç novanın nebular genişleme paralaksı için, ikisi yüksek ve birisi düşük dispersiyonlu olmak üzere, toplam 6 spektrum CCD ile alınmıştır. Bu spektrumlardan, zarflarından kaynaklanan emisyon çizgileri kullanılarak, genişleme hızları (V_{exp}) hesaplanmıştır. Bu novalardan, N Aql 1995'in, patlamadan iki gün sonraki spektroskopik sonuçları ilk defa bu çalışma ile verilmiştir (Bkz. Tablo 11). V1974 Cyg ve FH Ser'in ölçüm sonuçları literatürde verilen değerlerle hemen hemen aynıdır.

4) Diğer galaksilerdeki novalar için, $M_v - t_2$ ilişkisinin ters "S" şeklinde ortaya çıktığı bilinmektedir (Jacoby ve ark., 1992). Şekil 18'de, M31'den elde edilmiş $M_v - t_2$ ilişkisi görülmektedir (Della Valle ve Livio, 1995).



Şekil 18. Diğer galaksilere ait novaların gösterdiği MMRD ilişkisi.

Öte yandan, galaksimizdeki novalarda bu durum farklıdır. Galaktik novaların $M_v - t_2$ ilişkisi, hiç bir zaman ters "S" şeklinde olmayıp, aksine, doğrusal bir ilişki şeklinde olduğu ilk defa, nebular genişleme paralaksı değerleri kullanılarak, Cohen ve Rosenthal'den (1983; Cohen, 1985) sonra bu çalışma ile verilmiştir. Cohen'in (1985) kullandığı yüksek kaliteli nova

sayısı 11 iken, çalışmamızda bu sayı 21'e yükselmiştir. Güvenilir noktalardan geçirilen en iyi doğrusal fit, verilen hata sınırları içinde, Cohen'in sonucu ile aynı çıkmıştır (Bkz. Bölüm III.6).

5) Literatürde, sadece galaktik novaları amaçlayan tek kaynak, Duerbeck'in (1987) Atlası ve Referans Kataloğudur. Daha yeni bir kaynak, Downes ve Shara'nın (1993), kataklismik değişenlere ait Atlas ve Kataloğudur. Başlangıçta, tez konusu doğrultusunda, çok sayıda data ile çalışılması amaçlanmıştır. Bu yüzden, zengin bir literatür taraması da yapılmıştır. Toplanan parametreler, çalışılan konuya yakınlığı derecesinde, tez içerisinde bir liste halinde verilmiştir (Bkz. II.1.2). Böylece, en yeni keşfedilen novaların da ilave edildiği en son katalog, bu çalışma ile de verilmiş olmaktadır. Yeni yayınlardan elde edilen bilgiler ışığında, gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, dipnot olarak listeye eklenmiştir.

Hazırladığımız bu katalogdaki verilere göre, Galaksimizdeki novalardan 81'i süper Eddington novalar ve 71'i de Eddington novalar olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre, Galaksimizdeki süper Eddington novaların sayısı az da olsa Eddington novalarına göre büyük çıkmıştır.

V. TÜRKÇE ÖZET VE YABANCI DİLDE ÖZET

V.1. Özet

Novaların Tayfsal ve Fotometrik Analizi: Yeni Bir Sınıflama Metodu

Galaktik novalar için en güvenilir uzaklık belirlemeleri nova zarflarının açısal genişlemelerinden elde edilir. Bugün için bu yolla elde edilen 24 nova bilinmektedir. Bu amaç için iki veri seti kullanılır: İlki, nova zarflarının açısal çapını veren H α bandında alınmış görüntü gözlemleri ve ikincisi, nova zarflarının genişleme hızlarının belirlendiği H α 'daki ($\lambda 6563$) spektrumlarıdır. Bu verilerin kullanımıyla mutlak parlaklıklar kolaylıkla belirlenebilir.

Bu çalışma esas olarak maksimumdaki görünen mutlak parlaklık ile iniş oranı veya parlaklığın maksimumdan 3^m azalması için geçen zaman arasındaki ilişkiye (MMRD) dayanır. En güvenilir durumdaki 24 galaktik novaya göre, novaların iki grubu MMRD ilişkisinden bulunmuştur: bunlar “çok hızlı ve hızlı novalar” ile “orta seviyede hızlı ve yavaş novalar” şeklindedir. Gruplar birbirlerinden Eddington ışıma gücünden itibaren ayrılırlar.

Ayrıca, Nova Aql 1995, QZ Aur, V1974 Cyg, FH Ser, XX Tau, RW UMi ve QU Vul novalarının genişleme paralaksı ile Nova Aql 1995, V1974 Cyg ve FH Ser'in genişleme hızlarını CCD ile aldığımız görüntü ve spektroskopik gözlemleri kullanarak bulduk.

V.2. Summary

Spectroscopic and Photometric Analysis of Novae: A New Classification Method

The most reliable distance determinations for galactic novae are those obtained from the angular expansion of nova shells, of which twenty four are now known. For this aim two data set are used: first, image observations taken with $H\alpha$ band that give angular diameter of nova shells and the second, spectra in $H\alpha$ ($\lambda 6563$) that determine expansion velocity of the ejected material. Using this data, absolute magnitudes can be easily determined.

This study depends mainly on the relationship between the absolute visual magnitude at maximum and the rate of decline, the latter normally being the time, which the nova takes to drop three magnitudes from maximum. Considering the most reliable data for 24 galactic novae, two groups of novae are found from the MMRD relation: “very fast and fast novae”, and “moderately fast and slow novae”. These groups are separated from each other by the Eddington luminosity.

Furthermore, we find expansion parallaxes for Nova Aql 1995, QZ Aur, V1974 Cyg, FH Ser, XX Tau, RW UMi and QU Vul, and expansion velocities for Nova Aql 1995, V1974 Cyg and FH Ser using $H\alpha$ image and spectroscopic observations taken with CCD.

VI. KAYNAKLAR

- ALLEN, C.W. (1973): *ASTROPHYSICAL Quantities*, 94.
- ANDREÄ, J. DRECHSEL, H. STARRFIELD, S. (1994): Element Abundances Of Classical Novae. *Astron. Astrophysics* **291**, 869-889.
- BAADE, W. (1940): Nova Herculis 1934 - The Nebula and Central Star. *PASP* **52**, 386-389.
- BARGER, A.J., GALLAGHER, J.S., BJORKMAN, K.S., JOHANSEN, K.A.,
NORDSIECKK.H. (1993): A Hot Neon Nova: Optical Spectrophotometry And The Physics Of Nova Cygni 1992. *Ap J.* **419**, L85-L88.
- BATH, G.T., SHAVIV, G. (1976): Classical Novae-a Study State, Constant Lumiosity, Continuous Ejection Model. *MNRAS* **175**, 305-322.
- BECKER, G.J., DUERBECK, H.W. (1980): The Remnant Of 1500 Cygni Observed On a Direct Photograph. *PASP* **92**, 792-795.
- BEVINGTON, P.R. (1969): *DATA Reduction and Error Analysis for The Physical Science*. 92, Mc Graw-Hill, New York.
- BIANCHINI, A. (1995): Özel Haberleşme.
- BODE, M.F., DUERBECK, H.E., EVANS, A. (1989): Data on Novae, eds. M.F. Bode and A. Evans, *CLASSICAL Novae*, 249-326, ISBN 0 471 92058, John Wiley&Sons.
- BOWEN, S. (1956): *Stellar Spectroscopy and Photometry*. 338-339.
- BUSCOMBE, W., DE VAUCOULEURS, G. (1955): Novae in The Magellanic Clouds and in the Galaxy. *Observatory* **75**, 170.
- CAMPBELL, R.D., SHAFTER, A.W. (1995): A Multicolor Eclipse Study on the Classical Nova QZ Aurigae (Nova Aurigae 1964). *Ap J.* **440**, 336-344.
- CIARDULLO, R., SHAFTER, A.W., FORD, H.C., NEILL, J.D., SHARA, M.M.,
TOMANEY, A.B. (1990): The H α Light Curves of Novae in M31. *Ap J.* **356**, 472-482.
- CLAUDI, R.U., CREMONESE, G. (1993a): Padova and Asiago Observatories, Handbook, Ver.1.0
- CLAUDI, R.U., CREMONESE, G. (1993b): At of Fe-Ar Lines for the B&C Spectrograph. *Padova and Asiago Observatories*, Technical Report, No.1.

- CHOCHOLL, D., HRIC, L., URBAN, Z., KOMŽIK, R., GRYGAR, J., PAPOUŠEK, J. (1993): Spectroscopic and Photometric Behavior of Nova Cyg 1992 in the First Nine Months Following Outburst. **Astron. Astrophysics** **277**, 103-113.
- COHEN, J.G., ROSENTHAL, A.J. (1983): Nova Shells. **Ap J.** **268**, 689-697.
- COHEN, J.G. (1985): Nova Shells. II. Calibration of the Distance Scale Using Novae. **Ap J.** **292**, 90-103.
- DELLA VALLE, M. (1991): Nova LMC 1991: Evidence for a Super-Bright Nova Population. **Astron. Astrophysics** **252**, L9-L12.
- DELLA VALLE, M., DUERBECK, H.W. (1993): Study of Nova Shells I. V1229 Aquilae (1970): Nebular Expansion Parallax And Luminosity. **Astron. Astrophysics** **275**, 239-244.
- DELLA VALLE, M., LIVIO, M. (1995): The Calibration of Novae as Distance Indicators. **Ap J.** **452**, 704-709.
- DOROSHENCO, V.T., DIBAI, E'.A., ESIPOV, V.F. (1971): Spectrophotometry of Nova Herculis 1963 IV. Observations in 1966-1967. **Soviet Astronomy - Astron. J.** **14**, No 6, 921-923.
- DOWNES, R.A., SHARA, M.M. (1993): A Catalog and Atlas of Cataclysmic Variables. **PASP** **105**, 127-245.
- DRECHSELL, H., RAHE, J., DUERBECK, H.W., KOHOUTEK, L., SEITTER, W.C. (1977): Spectrophotometry of Nova Delphini 1967. **Astron. Astrophysics Suppl.** **30**, 323-334.
- DUERBECK, H.W. (1981): Light Curve Types, Absolute Magnitudes, and Physical Properties of Galactic Novae. **PASP** **93**, No.552, 165-175.
- DUERBECK, H.W. (1987): A Reference Catalogue and Atlas of Galactic Novae. **Space Sci. Reviews**, **Vol.45**, Nos.1-2.
- DUERBECK, H.W. (1992): The Nebular Expansion Parallax and the Luminosity of Nova FH Ser. **Acta Astronomica** **42**, 85-92.
- FERLAND, G.J. (1980): On the Distance and Luminosity of Nova DQ Herculis. **Observatories** **100**, 166-167.
- FINZI, A. (1973): A Model of Post-Novae. **Ap J.** **183**, 183-192.
- FRIEDJUNG, M. (1989): Ultraviolet Observations of Novae. eds. M.F. Bode and A. Evans, **CLASSICAL Novae**, 187-214, ISBN 0 471 92058, John Wiley&Sons.

- GEHRZ, R.D., GREENHOUSE, M.A., HAYWARD, T.L., HOUCK, J.R., MASON, C.G.,
WOODWARD, C.E. (1995): The Infrared Spectrum of the Optically Thin Dust Shell of
V705 Cassiopeiae (Nova Cassiopeiae 1993). **Ap J.** **448**, L119-L122.
- GREELEY, B.W., BLAIR, W.P., LONG, K.S. (1995): Hopkins Ultraviolet Telescope
Observations of Nova Circini 1995 and Nova Aquilae 1995. **Ap J.** **454**, L43-L46.
- HARWARD, T.L., GEHRZ, R.D., MILES, J.W., HOUCK, J.R. (1992): Another Neon Nova:
Early Infrared Photometry and Spectroscopy of Nova Cygni 1992. **Ap J.** **401**, L101-L104.
- HJELLMING, R.M., WADE, C.M., VANDENBERG, N.R., NEWELL, R.T. (1979): Radio
Emission From Nova Shells. **Astron. J.** **84**, No 10, 1619-1631.
- HORNE, K., SCHNEIDER, D. (1989): Evidence for a Heigh-Mass White Dwarf in Nova
V1500 Cyg 1975. **Ap J.** **343**, 888-901.
- HÜSEYİN, O. (1996): Özel Haberleşme.
- IJIMA, T. (1995): Özel Haberleşme.
- IJIMA, T., ESENOGLU, H., ROSINO, L. (1995): Nova Aquilae 1995. IAU Cir. No.6135.
- ILLINGWORTH, V. (1985): THE FACTS on File Dictionary of Astronomy. 339-340, ISBN
0 8160 1357 8, Market House Books.
- JACOBY, G.H., BRANCH, D., CIARDULLO, R., DAVIES, R.L., HARRIS, W.E.,
PIERCE, M.J., PRITCHET, C.J., TONRY, J.L., WELCH, D.L. (1992): A Critical Review
of Selected Techniques for Measuring Extragalactic Distances. **PASP** **104**, No.678,
599-662.
- KRAUTTER, J. KLARE, G., WOLF, B., DUERBECK, H.W., RAHE, J., VOGT, N.,
WARGAU, W. (1981): IUE Spectroscopy of Cataclysmic Variables. **Astron.**
Astrophysics. **102**, 337-346.
- LANG, K.R. (1992): **ASTROPHYSICAL Data: Planets and Stars.** Spring-Verlag New York,
Inc.
- LIVIO, M. (1994): Topics in the Theory of Cataclysmic Variables and x-ray Binaries. 22nd
SAAS FEE Advanced Course, INTERACTING Binaries, 135, ISBN 3 540 57014 4,
Springer-Verlag, Germany.
- MACDONALD, J. (1983): CNO Abundences and the Strengths Nova Outburst and
Hydrogen Flashes on Accreting White Dwarfs. **Ap J.** **267**, 732-746.
- MALLAMA, A.D., SKILLMAN, D.R. (1979): Photometry of Nova Cygni 1978. **PASP** **91**,
99-100.

- MARTIN, P.G. (1989): Overview of Nova DQ Her 1934. eds. M.F. Bode and A. Evans, CLASSICAL Novae, 93-111, ISBN 0 471 92058, John Wiley&Sons.
- MCLAUGHLIN, B. (1945): **A J.** **1153**, 136-143.
- MCLAUGHLIN, D.B. (1960): IN STARS and Stellar Systems. Vol. 6, ed. J.L. Greenstein, Chicago: University Of Chicago Press.
- NAKANO, S., SUMOTO. (1995): IAU Cir. No.6133.
- NAUENBERG, M. (1972): Analytic Approximations to the Mass-Radius Relation and Energy of Zero Temperature Stars. **Ap J.** **175**, 417-430.
- PARASCE, F. (1994): Imaging the Shell of Cygni 1992 With HST. **Astron. Astrophysics.** **282**, L13-L15.
- PATTERSON, J. (1979): Remarks on the Visual Binary DQ Herculis. **PASP** **91**, 487-489.
- PAYNE - GAPOSCHIN, C. (1957): THE GALACTIC Novae. Amsterdam: North-Holland.
- PFAU, W. (1976): Recalibration of the Absolute Magnitudes of Novae and Application to Nova Cyg 1975. **Astron. Astrophysics.** **50**, 113, 115.
- PRIALNIK, D., LIVIO, M., SHAVIV, G., KOVETZ, A. (1982): On the Role of the Accretion Rate in Nova Outbursts. **Ap J.** **257**, 312-317.
- PRIALNIK, D. (1986): The Evolution of a Classical Nova Model Through a Complete Cycle. **Ap J.** **310**, 222-237.
- PRIALNIK, D., KOVETZ, A. (1992): Classical Nova Models With Accretion Heating at Accretion Rates of 10^{-9} and 10^{-10} per Year. **Ap J.** **385**, 665-669.
- RAFANELLI, P., ROSINO, L., RADOVICH, M. (1995): Optical Spectral evolution of Nova Cygni 1992=V1974 Cygni. **Astron. Astrophysics** **294**, 488-496.
- RINGWALD, F.A., NAYLOR, T. (1996): An Expansion Parallax for PW Vul (Nova 1984). **MNRAS** **278**, 808-810.
- RITTER, H., LIVIO, M., WEBBING, R.F. (1991): The White Dwarf Mass Distribution in Classical Novae Systems. **Ap J.** **376**, 177-185.
- RITTER, H., KOLB, U. (1993): A COMPLITATION of Cataclysmic Binaries With Known or Suspected Orbital Periods. Eds. W.H.G. Lewin, J. van Paradijs and E.P.J. van den Heuvel Cambridge University Press.
- ROSINO, L., BENETTI, S., IJIMA, T., RAFANELLI, P., DELLA VALLE, M. (1991): Spectroscopic Observations of Nova V443 Scuti 1989. **Astron. J.** **101**, No 5, 1807-1820.

- ROSINO, L., IJIMA, T., BENETTI, S., AMBROSIO, V.D., DI PAOLANTONIO, A., KOLOTILOV, E.A. (1992): Photometric and Spectroscopic Observations of QU Vulpeculae (Nova Vul 1984-2). *Astron. Astrophysics* **257**, 603-614.
- ROSINO, L., RAFANELLI, P., IJIMA T., ESENOĞLU, H.H. (1994): V1974 Cygni. IAU Cir. No.6049.
- SAIZAR, P., STARRFIELD, S., FERLAND, G.J., WAGNER, R.M., TRURAN, J.W., KENYON, S.J., SPARKS, W.M., WILLIAMS, R.R., STRYKER, L.L. (1992): A Multiwavelength Study of Nova QU Vulpeculae 1984. *Ap J.* **398**, 651-664.
- SAIZAR, P., FERLAND, G.J. (1994): Hot Gas and the Origin of the Nebular Continuum in Novae. *Ap J.* **425**, 755-766.
- SAIZAR, P., PACHOULAKIS, I., SHORE, S.N., STARRFIELD, S., WILLIAMS, R.E., ROTHSCILD, E., SONNEBORN, G. (1996): Nova 351 Puppis 1991: a Multiwavelength Study of the Nebular Phase. *MNRAS* **279**, 280-292.
- SCOTT, A.D., DUERBECK, H.W., EVANS, A., CHEN, A.L., DE MARTINO, D., HJELLMING, R., KRAUTTER, J., LANEY, D., PARKER, Q.A., RAWLINGS, J.M.C., VAN WINCKEL, H. (1995): A Multiwavelength Study of the Classical Nova V4169 Sagittarii. *Astron. Astrophysics.* **296**, 439-458.
- SEAQUIST, E.R. (1989): Radio Emission From Novae. eds. M.F. Bode and A. Evans, CLASSICAL Novae, 143-162, ISBN 0 471 92058, John Wiley&Sons.
- SELVELLI, P.L., CASSATELLA, A., BIANCHINI, A., FRIEDJUNG, M., GILMOZZI, R. (1990): The UV Luminosity of Old Novae. eds. A. Cassatella, R. Viotti, IAU Coll. 122, 65-67, ISBN 3 540 53500 4, PHYSICS of Classical Novae, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany.
- SHARA, M.M. (1981a): A Theoretical Explanation of the Absolute Magnitude - Decline Time ($M_B - t_3$) Relationship for Classical Novae. *Ap J.* **243**, 926-934.
- SHARA, M.M. (1981b): On the Constancy of the Absolute Magnitude $M_B(15)$ Of A Classical Nova 15 Days After Maximum Light. *Ap J.* **243**, 268-270.
- SMITH, C.H., AITKEN, D.K., ROCHE, P.F., WRIGHT, C.M. (1995): Mid-Infrared Spectroscopy of Galactic Novae. *MNRAS* **277**, 259-269.
- STICKLAND, D.J., PENN, C.J., SEATON, M.J., SNIJDERS, M.A.J., STOREY, P.J. (1981): Nova Cygni 1978 - I. The Nebular Phase. *MNRAS* **197**, 107-138.

- SZKODY, P. (1994): BVRJK Observations Of Northern Hemisphere Old Novae. **Astron. J.** **108**, No 2, 639-644.
- TAYLOR, A.R., SEAQUIST, E.R., HOLLIS, J.M., POTTASCH, S.R. (1987): The Unusual Radio Outburst of Nova Vulpeculae 1984 No. 2. **Astron. Astrophysics.** **183**, 38-46.
- TOMOV, T.V., MUNARI, U. (1995): Atlas for the Neon-Iron Lamp 1.22 m Telescope Prism Spectrograph Camera VI + CCD. **Padova and Asiago Observatories**, Technical Report, No.9.
- WARNER, B. (1987): Absolute Magnitudes of Cataclysmic Variables. **MNRAS** **227**, 23-73.
- WEBBING, R.F. (1985): Evolution and Binaries. Eds. J.E. Pringle, R.A. Wade, **INTERACTING Binary Stars**, 55, ISBN 0 521 26608 4, Cambridge University Press.
- WILLIAMS, R.E. (1982): Spectroscopic Analysis of the Extended Shells Around the Novae CP Puppis and T Pyxidis. **Ap J.** **261**, 170-182.
- WILLIAMS, R.E., HAMUY, M., PHILLIPS, M.M., HEATHCOTE, S.R., WELLS, L., NAVARRETE, M. (1991): The Evolution and Classification of Postoutburst Novae Spectra. **Ap J.** **376**, 721-737.
- WILLIAMS, R.E. (1994): Extinction, Eject Masses, and Radial Velocities of Novae. **Ap J.** **426**, 279-287.
- WILLIAMS, R.E., PHILLIPS, M.M., HAMUY, M. (1994): The Tololo Nova Survey: Spectra of Recent Novae. **Ap J. Supp.** **90**, 297-316.

VII. ÖZGEÇMİŞ

28 Şubat 1963 yılında Eskişehir’de doğdum. İlkokul, Ortaokul ve Liseyi aynı şehirde bitirdikten sonra, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimlerinden 1986 yılında mezun oldum ve 2 yıl sonra aynı yerde çalışmaya başladım. Yüksek Lisans Hazırlık Sınıfında İngilizce okudum ve 1990 yılında Yüksek Lisans öğrenimimi tamamladım. 1994 de İtalyan Kültür Merkezinde 2 dönem İtalyanca kursuna devam ettim. İtalyan Hükümetinin verdiği bursu kazanarak 1994-95 yılları arasında Padova Üniversitesi Ekar ve Asiago Astrofizik Gözlemevlerinde doktora çerçevesinde çalışmalarda bulundum. 1988 yılından bu yana, gerek yurtiçi ve gerekse yurtdışında yapılan çeşitli bilimsel toplantılara katılmaktayım. Katakлизмik değişen yıldızlar, novalar ve spektroskopi konularında çalışmaktayım. Türk Astronomi Derneği üyesiyim. Evliyim, ingilizce biliyorum. Halen, İ.Ü. Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümünde astronom olarak çalışmaya devam etmekteyim. Öğrenim durumum ile ilgili ayrıntılı bilgi aşağıdadır:

İlkokul	: Şarhöyük (Eskişehir)	1969 - 1974
Ortaokul	: Mustafa Kemal (Eskişehir)	1974 - 1977
Lise	: Eskişehir Endüstri Meslek (Torna ve Tesviye Bölümü)	1977 - 1980
	: Eskişehir Teknik (Makina Bölümü)	1977 - 1981
Üniversite	: İ.Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü	1982 - 1986
Yüksek Lisans	: 1 - Marmara Ün. Fen Bilimleri Ens. Fizik Böl. (İngilizce hazırlık sınıfını okudu)	1986 - 1987
	: 2 - Marmara Ün. Fizik, İstanbul Ün. Astrofizik ve Boğaziçi Ün. Astrofizik Programlarından dersler aldı ve sınavlarını verdi	1987 - 1988
	: 3 - İ.Ü. Fen Bilimleri Ens. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü	1988 - 1990 (İki Katakлизмik Çift Yıldızın Gözlemsel Özellikleri Hakkında)

Doktora : İ.Ü. Fen Bilimleri Ens. 1990 - devam ediyor.
Astronomi ve Uzay Bilimleri (Novaların Tayfsal Ve Fotometrik
Bölümü Analizi: Yeni Bir Sınıflama Metodu)

Eğitim-Öğretim (Lisans, Yüksek Lisans, Doktora)

Seviyesi (L, YL, DR) Dersin ve Uygulamanın Adı Verildiği Kurum
L Yüksek Enerji Astrofiziği (Uyg.) İ.Ü. Fen Fakültesi
L Spektroskopisi (Uyg. ve laboratuvar) İ.Ü. Fen Fakültesi

Araştırma Projeleri

- (1) Proje Adı : Katakлизмik Değişen Yıldızların IUE Uydu Verilerinin Spektrel Analizi ve Spektrel Verilerin Fotoelektrik Verilerle Karşılaştırarak Fiziksel ve Dinamik Yapılarının Araştırılması
Projede Çalışanların Adı : K.Avcıoğlu, H.G.Tektunalı, M.T.Özkan, H.H.Mentese, A.T.Saygıç, E.Derman, D.Koçer, H.H.Esenoğlu, ve M.Başal
Destekleyen Kuruluşlar : İ.Ü. Araştırma Fonu (335/041287 nolu proje)
Başlangıç-bitiş tarihi : 1989 - 1991
- (2) Proje Adı : Be Yıldızlarının ve Katakлизмik Değişen Yıldızların ve Fotometrik Analizi
Projede Çalışanların Adı : D.Koçer, M.T.Özkan, H.Gülseçen, A.T.Saygıç, H.H.Esenoğlu, T.Ak, T.Koktay, V.Chevchonko (Özbekistan), L.Illiev (Bulgaristan), ve M.Kara
Destekleyen Kuruluşlar : TÜBİTAK
Başlangıç-bitiş tarihi : 1995 - 1996
- (3) Proje Adı : Novaların Tayfsal ve Fotometrik Analizi: Yeni Bir Sınıflama Metodu
Projede Çalışanların Adı : H.H.Esenoğlu
Destekleyen Kuruluşlar : İ.Ü. Araştırma Fonu (T142/241095 nolu proje)
Başlangıç-bitiş tarihi : 1995 - devam ediyor.
- (4) Proje Adı : Düşük Dispersiyonlu IUE Datalarından Terminal Hızların Hesabı: Katakлизмik Çift Yıldızlar Üzerine Bir Uygulama
Projede Çalışanların Adı : M.T.Özkan, H.H.Esenoğlu, T.Ak, H.Gülseçen, T.Saygıç
Destekleyen Kuruluşlar : İ.Ü. Araştırma Fonu (789/131295 nolu proje)
Başlangıç-bitiş tarihi : 1996 - devam ediyor.

Katıldığı Kongre, Konferans, vs.

- (1) Yılı : 1988
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Nato-Asi (Çeşme), Timing Neutron Stars
Bildirili ise Bildirinin adı : -
- (2) Yılı : 1988
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Türk Astronomi Derneği (İzmir), VI.Ulusal Astronomi Kongresi.
Bildirili ise Bildirinin adı : -
- (3) Yılı : 1989
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Nato-Asi (Kuşadası), Active Close Binaries
Bildirili ise Bildirinin adı : -
- (4) Yılı : 1989
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Türk Fizik Derneği (Bodrum), II. International Bodrum Physics School: Astro-Partical and Nuclear Physics.
Bildirili ise Bildirinin adı : -
- (5) Yılı : 1990
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Türk Astronomi Derneği (İstanbul), VII.Ulusal Astronomi Kongresi.
Bildirili ise Bildirinin adı : GK Per'in Morötesi Spektrumu
- (6) Yılı : 1991
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi ve Türk Astronomi Derneği (İstanbul), Prof. Dr. Kamuran Avcıoğlu Sempozyumu: Türkiye ve Dünyada Astronomi Eğitim-Öğretimi.
Bildirili ise Bildirinin adı : Astronomi'nin Günümüzdeki Yeri ve Önemi.
- (7) Yılı : 1992
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Saas-Fee Advanced Course 22 (İsviçre), Interacting Binaries
Bildirili ise Bildirinin adı : -
- (8) Yılı : 1992
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Türk Astronomi Derneği (Malatya), VIII.Ulusal Astronomi Kongresi.
Bildirili ise Bildirinin adı : (1) PW Vul'un Morötesi Spektrumu
(2) SS Cyg , VW Hyi , Z Cam , RXAnd , ve SY Cnc Cüce Novalarının Morötesi Tayfsal Analizi

- (9) Yılı : 1992
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Türk Fizik Derneği (Eskişehir), XIII. Ulusal Fizik Kongresi.
Bildirili ise Bildirinin adı : RR Pic'in Morötesi Spektrumu
- (10) Yılı : 1993
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi ve Türk Astronomi Derneği (İstanbul), Prof. Dr. Nüzhet Gökdoğan Sempozyumu: Fatih'ten Günümüze Astronomi
Bildirili ise Bildirinin adı : -
- (11) Yılı : 1994
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Ankara Üniv. Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü (Ankara), I. Genç Astronomlar Toplantısı
Bildirili ise Bildirinin adı : -
- (12) Yılı : 1994
Yapıldığı kurum ve toplantının adı : Abano-Padova Confrence (İtalya), Cataclysmic Variables
Bildirili ise Bildirinin adı : IUE Spectra of Three Z Camelopardalis Type Dwarf Novae: A Study of P Cygni Profiles

Katıldığı Gözlem Faaliyetleri:

- 1 - Güneş leke ve Kromosfer Gözlemleri.
- 2 - Katakлизмik Değişen Yıldızların Spektroskopik ve Görüntü (İmage) Gözlemleri.

Yayın Listesi:

- 1- Esenoğlu H.H., "The Sunspot Observations Made In 1989" University of Istanbul, Faculty of Science, The Journal of Astronomy and Physics, Vol.55, 1-22, 1990.
- 2- Esenoğlu, H.H., Özkan, M.T., "GK Per'in Morötesi Spektrumu" VII. Ulusal Astronomi Kongresi, Silivri, İstanbul, 137-151, 1990.
- 3- Menteşe, H.H., Ak, T., Esenoğlu H.H., "Line Identifications and Comparison of Equivalent Widths of Fe I Lines for The Stars μ^3 Ori and 110 Her" University of Istanbul, Faculty of Science, The Journal of Astronomy and Physics, Vol.56, 1-19, 1991.
- 4- Özkan M.T., Ak T, Saygıç A. T, Esenoğlu H.H., ve Güler S., "SS Cyg, VW Hyi, Z Cam, RX And, ve SY Cnc Cüce Novalarının Morötesi Tayfsal Analizi" VIII. Ulusal Astronomi Kongresi, Malatya Üniv. Fen Fak. Fizik Böl, 28-68, 1992.

- 5- Esenoğlu H.H. ve Özkan M.T., "PW Vul'un Morötesi Spektrumu" VIII. Ulusal Astronomi Kongresi, Malatya Üniv. Fen Fak. Fizik Böl., 1992.
- 6- Esenoğlu H.H. ve Özkan M.T., "RR Pic'in Morötesi Spektrumu" TFD 13. Ulusal Fizik Kongresi, Anadolu Üniv. Fen Edebiyat Fak., 157, 1992.
- 7- Özkan M.T., Güler S., Ak T., Esenoğlu H.H., ve Saygıç A.T., "Analysis of the IUE Stellar Spectra: Finding Some Parameters For Spectral Lines" University of Istanbul, Faculty of Science, The Journal of Astronomy and Physics, Vol.59, 37-54, 1994.
- 8- Rosino, L., Rafanelli, P., Iijima T., Esenoğlu, H.H., "V1974 Cygni" IAU Cir. No.6049, 1994.
- 9- Özkan M.T., Ak T., Saygıç A.T., Esenoğlu H.H., ve Güler S., "Orbital Dependence of the UV Spectra of Z Cam Type Dwarf Novae" IAU XXIIInd General Assembly, IAU Symposium 165, Compact Stars in Binaries, Astronomy Posters Abstracts Ed. H.van Woerden, S165. CV.107, P95, 1994.
- 10- Özkan M.T., Ak T., Saygıç A.T., Güler S., ve Esenoğlu H.H., "Z Cam ve RX And: Patlama İniş ve Duraksama P-Cygni Profilleri" IX. Ulusal Astronomi Toplantısı, ODTÜ Fizik Böl. Ankara, 53-55, 1994.
- 11- Güler S., Ak T., Özkan M.T., Saygıç A.T., ve Esenoğlu H.H., "HL CMA Kataklizmik Değişen Yıldızının Rüzgar Özellikleri" IX. Ulusal Astronomi Toplantısı, ODTÜ Fizik Böl. Ankara, 161, 1994.
- 12- Özkan M.T., Esenoğlu H.H., Ak T., Saygıç A.T., ve Güler S., "IUE Spectra of Three Z Camelopardalis Type Dwarf Novae: A Study of P Cygni Profiles" in Cataclysmic Variables ed. A.Bianchini, M.Della and M.Orio, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, p.171, 1995.
- 13- Özkan M.T., Ak T., Saygıç A.T., Esenoğlu H.H., ve Güler S., "Time Dependence of the UV Resonance Lines in the Cataclysmic Variable Star VW Hyi" in Colloquium 151, Flares and Flashes, ed. J.Greiner, H.W.Duerbeck and R.E.Gershberg Springer - Verlag Berlin Heidelberg p. 280-281, 1995.
- 14- Iijima, T., Esenoğlu, H.H., Rosino, L., "Nova Aquilare 1995" IAU Cir. No.6135, 1995
- 15- Rosino, L., Iijima, T., Rafanelli, P., Radovich, M., Esenoğlu, H.H., Della Valle, M., "The Final Decline of Nova V1974 Cygni 1992 and Discovery of an Associated Extensive Emission Nebulosity" Astron. Astrophysics, 1996 (in pressed).
- 16- Gülseçen, H., Saygıç, A.T., Esenoğlu, H.H., Ak, T., Özkan, M.T. (1996): IUE Tayflarından Terminal Hızların Hesabı. X. Ulusal Astronomi Kongresi, İ.Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ve B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul (baskıda).

- 17- Esenoğlu, H.H., Bianchini, A., Della Valle, M., Özkan, M.T. (1996): Klasik Nova FH Ser ve QU Vul'un Spektroskopik ve Görüntü CCD Gözlemleri. X. Ulusal Astronomi Kongresi, İ.Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ve B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul (baskıda).
- 18- Esenoğlu, H.H. (1996): Yasak ve Yarı-Yasak Çizgilerin Listesi. X. Ulusal Astronomi Kongresi, İ.Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ve B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul (baskıda).

