



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**GALAKSİ DIŞI NOVALARIN HUBBLE UZAY  
TELESKOBUNUN ARŐIVLENMİŐ VERİLERİ İLE  
ARAŞTIRILMASI**

**Sinan ALİŞ**

**Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı  
Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı**

**Danışman**

**Prof. Dr. A. Talât SAYGAÇ**

**İkinci Danışman**

**Prof. Dr. Massimo DELLA VALLE**

**Aralık, 2011**

**İSTANBUL**



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**GALAKSİ DIŞI NOVALARIN HUBBLE UZAY  
TELESKOBUNUN ARŐIVLENMİŐ VERİLERİ İLE  
ARAŞTIRILMASI**

**Sinan ALİŞ**

**Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı  
Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı**

**Danışman**

**Prof. Dr. A. Talât SAYGAÇ**

**İkinci Danışman**

**Prof. Dr. Massimo DELLA VALLE**


**Aralık, 2011**

**İSTANBUL**

Bu çalışma 21/12/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Astronomi ve Uzay Bilimleri programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

  
Prof. Dr. A. Talât SAYGAÇ (Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

  
Prof. Dr. Can AKAN  
Ege Üniversitesi  
Fen Fakültesi

  
Doç. Dr. Tansel AK  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

  
Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

  
Doç. Dr. Emrah KALEMCI  
Sabancı Üniversitesi  
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği'nin T-844 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, akademik kariyerimin önemli bir bölümünü oluşturmuş ve bir doktora tezinden beklendiği gibi birçok yeni bilgiyi öğrenmeme ve kendimi geliştirmeme vesile olmuştur. Her doktora tezinde yaşanan aksilikler ve çözülemeyen problemler tezin süresinin uzamasına neden olmakla birlikte, nihai olarak literatüre önemli bir katkı sunan bir tez ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma boyunca; benden kaynaklanan her türlü gecikmeyi hoşgörüyü karşılayan, desteğini her zaman hissettiğim danışman hocam Prof. Dr. A. Talât SAYGAÇ'a en derin teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez konusunu önererek ve gerekli zamanlarda yorumlarıyla ve yönlendirmeleriyle çalışmaya destek olan ikinci danışmanım, Napoli Gözlemevi (Osservatorio Astronomico di Capodimonte) Müdürü Prof. Dr. Massimo DELLA VALLE'ye de teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam ile ilgili olarak, Napoli Gözlemevi'ne gidebilmem için destek sağlayan Tinçel Kültür Vakfı'na ve bu desteğin tarafıma sağlanmasında önemli katkısı olan bölüm başkanım Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN'a da teşekkürlerimi sunarım.

Bölümdeki çalışma ortamımızda, desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili Araş. Gör. F. Korhan YELKENCİ'ye de çok teşekkür ederim.

Tanıdığım günden bu yana, arkadaştan daha çok bir ağabey olarak gördüğüm, her zaman her türlü desteğini yanımda hissettiğim, Nice Gözlemevi'nden (Observatoire de la Côte d'Azur) çok sevgili Doç. Dr. Christophe BENOIST'ya ne kadar teşekkür etsem azdır.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, onlarsız bugünlere gelmemin imkânı olmayan çok sevgili annem Doç. Dr. Şehnaz ALIŞ ve babam Mehmet Ali ALIŞ'e de şükranlarımı sunarım.

Aralık, 2011

Sinan ALIŞ

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİL LİSTESİ .....	iii
TABLO LİSTESİ .....	iv
SEMBOL LİSTESİ .....	v
ÖZET .....	vi
SUMMARY .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL KISIMLAR .....	3
2.1. KLASİK NOVALAR .....	3
2.2. GALAKSİ DIŞI NOVALAR .....	15
3. MALZEME VE YÖNTEM .....	25
3.1. HUBBLE UZAY TELESKOPU VE WFPC2 KAMERASI.....	27
3.2. KOZMİK IŞINLARIN TEMİZLENMESİ .....	31
3.3. DAOPHOT III / ALLSTAR / ALLFRAME PROGRAMI .....	33
3.4. LIGHT CURVE PROGRAMI .....	36
3.5. NOVA ÜRETİM HIZININ (NR) HESAPLANMASI.....	39
4. BULGULAR .....	42
4.1. İNCELENEN GALAKSİLERDE BULUNAN NOVALAR.....	42
4.2. MAKSİMUM PARLAKLIK – İNİŞ HIZI İLİŞKİSİ.....	83
4.3. GALAKSİ DIŞI NOVALARIN KONUMLARI.....	86
4.4. GALAKSİLERİN NOVA ÜRETİM HIZLARI.....	92

<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>95</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>104</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>109</b>
<b>EK 1. LİTERATÜRDEN DERLENEN NOVALARIN ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>109</b>
<b>EK 2. LİTERATÜRDEN DERLENEN LSNR DEĞERLERİ.....</b>	<b>114</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>115</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: V705 Cas'ın ışık eğrisi.....	4
Şekil 2.2	: Novaların ışık eğrisi morfolojisi.....	5
Şekil 2.3	: Nova ışık eğrileri için yeni bir sınıflama .....	7
Şekil 2.4	: M31 galaksisi için verilen MMRD ilişkisi.....	9
Şekil 2.5	: Galaktik novalar için verilen MMRD ilişkisi.....	10
Şekil 2.6	: Nova Cygni 1992'nin HST ile elde edilmiş zarf görüntüsü.....	11
Şekil 2.7	: Novaların ışınımının patlama boyunca değişimi.....	12
Şekil 2.8	: Genişleme hızı – iniş hızı ilişkisi .....	13
Şekil 2.9	: Genişleme hızı – mutlak parlaklık ilişkisi.....	14
Şekil 2.10	: M31 novalarının parlaklık dağılımı.....	16
Şekil 2.11	: Rosino'nun (1973) verdiği parlaklık dağılımı.....	17
Şekil 2.12	: M31'e ait PN'ler ve novaların galaksi ışınımına göre dağılımları.....	19
Şekil 2.13	: M49 novalarının iniş hızlarının diğer novalarla karşılaştırılması .....	21
Şekil 2.14	: Ciardullo ve ark. (1990) verdiği LSNR değerleri.....	23
Şekil 2.15	: Della Valle ve ark. (1994) verdiği LSNR değerleri .....	23
Şekil 2.16	: Guth, Shafter ve Misselt (2010) tarafından verilen LSNR değerleri ...	24
Şekil 3.1	: İncelenen galaksilerin Hubble türlerinin dağılımı.....	26
Şekil 3.2	: İncelenen galaksilerin uzaklık dağılımı.....	27
Şekil 3.3	: Hubble Uzay Teleskopu'nun yörüngedeki fotoğrafı.....	28
Şekil 3.4	: WFPC2 kamerasındaki CCD'lerin şematik görünümü.....	29
Şekil 3.5	: WFPC2 kamerasındaki geniş bant filtrelerin duyarlılık eğrileri .....	30
Şekil 3.6	: Kozmik ışın temizlenmemiş örnek bir CCD görüntüsü.....	31
Şekil 3.7	: Kozmik ışın temizlenmiş örnek bir CCD görüntüsü.....	32
Şekil 3.8	: NGC3627 galaksisine ait birleştirilmiş görüntü.....	35
Şekil 3.9	: Örnek bir parlak yıldızın ışık eğrisi.....	37
Şekil 3.10	: NGC3627 galaksisine ait kaynakların parlaklık dağılımı .....	40
Şekil 4.1	: IC 4182 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü .....	42
Şekil 4.2	: IC 4182 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri .....	43
Şekil 4.3	: M100 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	44
Şekil 4.4	: M100 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	45
Şekil 4.5	: NGC 925 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	46
Şekil 4.6	: NGC 925 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	47
Şekil 4.7	: NGC 1326A galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	48
Şekil 4.8	: NGC 1365 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	49
Şekil 4.9	: NGC 1425 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	50
Şekil 4.10	: NGC 2090 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	51
Şekil 4.11	: NGC 2541 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	52
Şekil 4.12	: NGC 2541 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.....	53
Şekil 4.13	: NGC 3198 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	54
Şekil 4.14	: NGC 3319 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	55
Şekil 4.15	: NGC 3319 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	56
Şekil 4.16	: NGC 3351 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	57
Şekil 4.17	: NGC 3351 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.....	58
Şekil 4.18	: NGC 3621 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	59
Şekil 4.19	: NGC 3621 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	60
Şekil 4.20	: NGC 3627 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	61



<b>Şekil 4.21</b>	: NGC 3627 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	62
<b>Şekil 4.22</b>	: NGC 3982 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	63
<b>Şekil 4.23</b>	: NGC 3982 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	64
<b>Şekil 4.24</b>	: NGC 4258 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	65
<b>Şekil 4.25</b>	: NGC 4414 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	66
<b>Şekil 4.26</b>	: NGC 4414 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.....	67
<b>Şekil 4.27</b>	: NGC 4527 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	68
<b>Şekil 4.28</b>	: NGC 4527 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	69
<b>Şekil 4.29</b>	: NGC 4535 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	70
<b>Şekil 4.30</b>	: NGC 4535 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.....	71
<b>Şekil 4.31</b>	: NGC 4536 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	72
<b>Şekil 4.32</b>	: NGC 4536 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	73
<b>Şekil 4.33</b>	: NGC 4548 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	74
<b>Şekil 4.34</b>	: NGC 4548 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.....	75
<b>Şekil 4.35</b>	: NGC 4639 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	76
<b>Şekil 4.36</b>	: NGC 4639 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.....	77
<b>Şekil 4.37</b>	: NGC 4725 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	78
<b>Şekil 4.38</b>	: NGC 4725 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	79
<b>Şekil 4.39</b>	: NGC 7331 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	80
<b>Şekil 4.40</b>	: NGC 4496 galaksisinin HST/WFPC2 görüntüsü.....	81
<b>Şekil 4.41</b>	: NGC 4496 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.....	82
<b>Şekil 4.42</b>	: Novaların $t_2$ süreleri dağılımı .....	83
<b>Şekil 4.43</b>	: Novaların maksimum parlaklık – iniş hızı ilişkisi.....	85
<b>Şekil 4.44</b>	: İncelenen galaksilerin eğimlerinin dağılımı .....	87
<b>Şekil 4.45</b>	: Literatürden derlenen novaların maksimum parlaklık – $R$ ilişkisi .....	88
<b>Şekil 4.46</b>	: Literatürden derlenen novaların $R$ değerlerinin dağılımı .....	89
<b>Şekil 4.47</b>	: Novaların maksimum parlaklık – $R$ ilişkisi.....	90
<b>Şekil 4.48</b>	: Novaların $R$ değerlerinin dağılımı .....	91
<b>Şekil 4.49</b>	: Novaların LSNR değerleri.....	93
<b>Şekil 5.1</b>	: Livio (1992) tarafından verilen MMRD ilişkisi.....	98
<b>Şekil 5.2</b>	: Ferrarese ve ark. (2003) tarafından verilen MMRD ilişkileri.....	99

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 2.1</b>	: Novaların iniş sürelerine göre sınıflandırılması .....	<b>6</b>
<b>Tablo 3.1</b>	: Çalışmada incelenen galaksilerin genel özellikleri .....	<b>25</b>
<b>Tablo 3.2</b>	: WFPC2 kamerasının genel özellikleri .....	<b>30</b>
<b>Tablo 3.3</b>	: WFPC2 kamerası ile ulaşılan limit parlaklık değerleri .....	<b>30</b>
<b>Tablo 4.1</b>	: IC 4182 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler .....	<b>42</b>
<b>Tablo 4.2</b>	: IC 4182 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri .....	<b>43</b>
<b>Tablo 4.3</b>	: M100 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>44</b>
<b>Tablo 4.4</b>	: M100 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>45</b>
<b>Tablo 4.5</b>	: NGC 925 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>46</b>
<b>Tablo 4.6</b>	: NGC 925 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>47</b>
<b>Tablo 4.7</b>	: NGC 1326A galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>48</b>
<b>Tablo 4.8</b>	: NGC 1365 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>49</b>
<b>Tablo 4.9</b>	: NGC 1425 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>50</b>
<b>Tablo 4.10</b>	: NGC 2090 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>51</b>
<b>Tablo 4.11</b>	: NGC 2541 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>52</b>
<b>Tablo 4.12</b>	: NGC 2541 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>53</b>
<b>Tablo 4.13</b>	: NGC 3198 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>54</b>
<b>Tablo 4.14</b>	: NGC 3319 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>55</b>
<b>Tablo 4.15</b>	: NGC 3319 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>56</b>
<b>Tablo 4.16</b>	: NGC 3351 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>57</b>
<b>Tablo 4.17</b>	: NGC 3351 galaksisinde bulunan novanın genel özellikleri.....	<b>58</b>
<b>Tablo 4.18</b>	: NGC 3621 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>59</b>
<b>Tablo 4.19</b>	: NGC 3621 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>60</b>
<b>Tablo 4.20</b>	: NGC 3627 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>61</b>
<b>Tablo 4.21</b>	: NGC 3627 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>62</b>
<b>Tablo 4.22</b>	: NGC 3982 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>63</b>
<b>Tablo 4.23</b>	: NGC 3982 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>64</b>
<b>Tablo 4.24</b>	: NGC 4258 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>65</b>
<b>Tablo 4.25</b>	: NGC 4414 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>66</b>
<b>Tablo 4.26</b>	: NGC 4414 galaksisinde bulunan novanın genel özellikleri.....	<b>67</b>
<b>Tablo 4.27</b>	: NGC 4527 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>68</b>
<b>Tablo 4.28</b>	: NGC 4527 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>69</b>
<b>Tablo 4.29</b>	: NGC 4535 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>70</b>
<b>Tablo 4.30</b>	: NGC 4535 galaksisinde bulunan novanın genel özellikleri.....	<b>71</b>
<b>Tablo 4.31</b>	: NGC 4536 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>72</b>
<b>Tablo 4.32</b>	: NGC 4536 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>73</b>
<b>Tablo 4.33</b>	: NGC 4548 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>74</b>
<b>Tablo 4.34</b>	: NGC 4548 galaksisinde bulunan novanın genel özellikleri.....	<b>75</b>
<b>Tablo 4.35</b>	: NGC 4639 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>76</b>
<b>Tablo 4.36</b>	: NGC 4639 galaksisinde bulunan novanın genel özellikleri.....	<b>77</b>

<b>Tablo 4.37</b>	: NGC 4725 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>78</b>
<b>Tablo 4.38</b>	: NGC 4725 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>79</b>
<b>Tablo 4.39</b>	: NGC 7331 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>80</b>
<b>Tablo 4.40</b>	: NGC 4496 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.....	<b>81</b>
<b>Tablo 4.41</b>	: NGC 4496 galaksisinde bulunan novaların genel özellikleri.....	<b>82</b>
<b>Tablo 4.42</b>	: Novaların $t_2$ , $M_{max}$ ve hız sınıfları .....	<b>84</b>
<b>Tablo 4.43</b>	: Galaksilerin nova üretim hızları.....	<b>94</b>

## SEMBOL LİSTESİ

$t_2$	: novanın maksimumdan iki kadir sönükleşmesi için geçen zaman (gün)
$t_3$	: novanın maksimumdan iki kadir sönükleşmesi için geçen zaman (gün)
$M_V$	: V bandındaki mutlak parlaklık
$v_d$	: novanın gün başına kadir cinsinden sönükleşme hızı
$M_{\odot}$	: güneş kütlesi biriminde kütle
$d_{ee}$	: novanın genişleme paralaksından bulunan uzaklığı (kpc)
$v_{exp}$	: novanın zarfının genişleme hızı (km/sn)
$m_{pg}$	: fotogörsel parlaklık
$v_K$	: K bandındaki, ışınıma bağlı nova üretim hızı (LSNR)
$m_{F555W}$	: F555W bandındaki parlaklık
$NR$	: nova üretim hızı
$\tau_{lim}$	: ortamala nova yaşam ömrü
$L_{Gal,K}$	: galaksilerin K bandı ışınım gücü
$M_{Gal,K}$	: galaksilerin K bandı mutlak parlaklığı
$kpc$	: kiloparsek
$m_{max}$	: novanın maksimum görünür parlaklığı
$M_{max}$	: novanın maksimum mutlak parlaklığı

## ÖZET

### GALAKSİ DIŞI NOVALARIN HUBBLE UZAY TELESKOBUNUN ARŐIVLENMİŐ VERİLERİ İLE ARAŞTIRILMASI

Galaksi dışı novalar, yakın çift yıldız evrimi ile ilgili çalışmalar için önemli bir grup teŐkil etmektedir. Tip Ia süpernovaları dışında uzak galaksilerdeki yakın çift yıldızların popölasyonları hakkında çalışma yapmak imkansızdır. Galaksimiz dışındaki novaların incelenmesi, seçim etkilerini ortadan kaldırarak homojen bir veri seti ile çalışılmasına olanak tanımaktadır. Galaksimizde yapılan bu tip çalışmalar, yıldızlararası tozun ve kızarmanın etkileri yüzünden bu ölçüde objektif olamamaktadır.

Galaksi dışı novalar ayrıca uzaklık eŐelinin önemli bir basamağını oluŐturmaktadırlar. Tip Ia süpernovalarının veya Cepheid türü değişen yıldızların bulunmadığı ortamlarda, uzaklık belirteçi olarak kullanılabilirler. Novalar için verilen **Maksimum Parlaklık – İniş Hızı İlişkisi** yardımıyla novanın patlama maksimumundaki mutlak parlaklığı belirlenebilmektedir. Ancak, novaların özelliklerinin buldukları galaksiye bağlılıkları ortaya konmuŐ olmakla birlikte bağlılığın doğası Şimdiye kadar tam olarak ortaya konulamamıştır. Bu nedenle galaksi dışı novalar, birincil uzaklık belirteçi olamamaktadırlar. Bu tez çalışması ile novaların farklı galaksilerdeki özelliklerinin anlaşılması yolunda literatüre bir katkı sunulmaktadır.

Novaların farklı galaksilerdeki doğalarının anlaşılmasındaki en önemli belirteçlerden biri; “nova üretim hızlarının” incelenmesidir. Literatürde, galaksilerin nova üretim hızlarının galaksiden galaksiye deđiŐtiđi hakkında çalışmalar bulunmaktadır. Bu tez çalışması ile Şimdiye kadar son derece sınırlı sayıda galaksiden elde edilmiş olan bu ilişkiyi de sınamak imkanı olmuştur. Çalışmada verisi elde edilen 27 galaksiden 24’ünün verileri analiz edilebilmiştir. 3 galaksinin verileri standart dışı olması nedeniyle tezdeki veri analiz yönteminin bütünlüğünü korumak amacıyla elenmiŐlerdir. Geriye kalan 24 galaksiye ait toplam ~1000 adet CCD görüntüsü analiz edilmiş ve 17 galakside nova adayları tespit edilebilmiştir. Bulunan adaylardan itibaren yapılan nova üretim hızı hesaplamaları, nova üretim hızının galaksi tipiyle açık bir bağlantısı olduğunu ortaya koyamamıŐtır.

## **SUMMARY**

### **SEARCH FOR EXTRAGALACTIC NOVAE USING HUBBLE SPACE TELESCOPE (HST) ARCHIVAL DATA**

Extragalactic novae are very important tools for close binary evolution studies. Except SNe Ia it is not possible to carry out studies for close binary evolution in distant galaxies. Usage of extragalactic novae exclude selection effects and therefore lead to examine a homogenous dataset. Interstellar matter and reddening effects would not allow to do such studies in the Galaxy.

Extragalactic novae are also an important step of the distance ladder. In environments that SNe Ia or Cepheids do not exist, novae can be used for distance determination. The Maximum Magnitude – Rate of Decline relationship allows to determine absolute maximum brightness of a nova. However, dependency of nova properties to the host galaxy makes this relation somewhat ambiguous where the nature of this dependency is still subject to study. Therefore, novae can not be used as the primary distance indicator. With this thesis, a contribution to the literature on this subject is presented.

One of the main ways for examining the nature of dependency to the host galaxies is to compute nova rate. There are studies emphasizing that nova rate changes from galaxy to galaxy. So far very limited number of galaxies have been examined for nova rate determination. This thesis now is able to increase that number significantly. Among the 27 galaxies 24 of them were used for nova identification. Roughly 1000 CCD frames were analyzed and novae were identified in 17 galaxies. Computation of luminosity specific nova rates did not allow to make a clear interpretation for LSNR dependency to the galaxy type.

## 1. GİRİŞ

Novalar, kataklismik değişen yıldızların nitelik olarak en önemli grubunu oluşturmaktadır. Sayıları cüce novalarla kıyaslandığında daha az olmakla birlikte, meydana gelen patlamaların şiddeti ve mekanizmaları astrofizikçilerin ilgisini daha çok çekmektedir.

Tarihsel açıdan bakıldığında nova, “yeni yıldız” anlamına gelmektedir ve gökyüzünde daha önce görülmeyip birdenbire ortaya çıkan cisimler için kullanılmıştır. 1900’lerin başlarında uzaklıklar ve dolayısıyla mutlak parlaklıklar çok iyi bilinmediğinden; novalar, süpernovalar ile karıştırılmaktaydı. Ancak, ilerleyen yıllarda gözlem tekniklerinin de gelişmesiyle novaların ve süpernovaların farklı iki tür cisim olduğu anlaşıldı.

Novaların süpernovalardan farklı bir tür olduğunun anlaşılmasından sonra, meydana gelen bu parlaklık artışlarının nedenleri araştırılmaya başlandı. Bu sırada, novalar arasında çok geniş bir çeşitliliğin olduğu gözlenmekteydi. Bazı novalar çok daha düşük genlikli patlamalar yaparken, bazıları büyük genlikler göstermekteydi. Bazı novalar yarı-düzenli aralıklarla patlamalar gösterirken bazıları birden fazla patlama göstermemekteydi. 1954 yılında Walker’ın DQ Her novasının çift yıldız olduğunu keşfetmesi (Walker, 1954) ve sonrasında Kraft’ın (1963, 1964) çalışmalarıyla novaların çift yıldız sistemleri oldukları anlaşıldı. Buna göre nova sistemleri; bileşenlerinden biri beyaz cüce (baş yıldız) diğeri ise G, K veya M spektral tipinden bir anakol yıldızı (yoldaş yıldız) olan sistemlerdir. Patlamalar yoldaş yıldızdan beyaz cüceye aktarılan maddenin beyaz cüce yüzeyinde yanmasıyla meydana gelmektedir.

Detaylı çalışmalar novalardaki geniş çeşitliliğin aslında farklı türleri işaret ettiğini de ortaya çıkarmıştır. Günümüzde kataklismik değişen yıldızlar dört ana gruba ayrılmaktadır: Novalar, Cüce Novalar, Tekrarlayan Novalar ve Nova Benzeri Yıldızlar (Warner, 1995). Esas olarak patlama özelliklerine göre sınıflara ayrılan kataklismik değişenler içinde novalar, daha sonra adlandırılan cüce novalardan ayırmak için çoğu zaman “klasik novalar” olarak da adlandırılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Galaksi dışındaki klasik novaların özellikleri ve yerel grup dışı galaksilerdeki nova üretim hızları incelenmiştir.



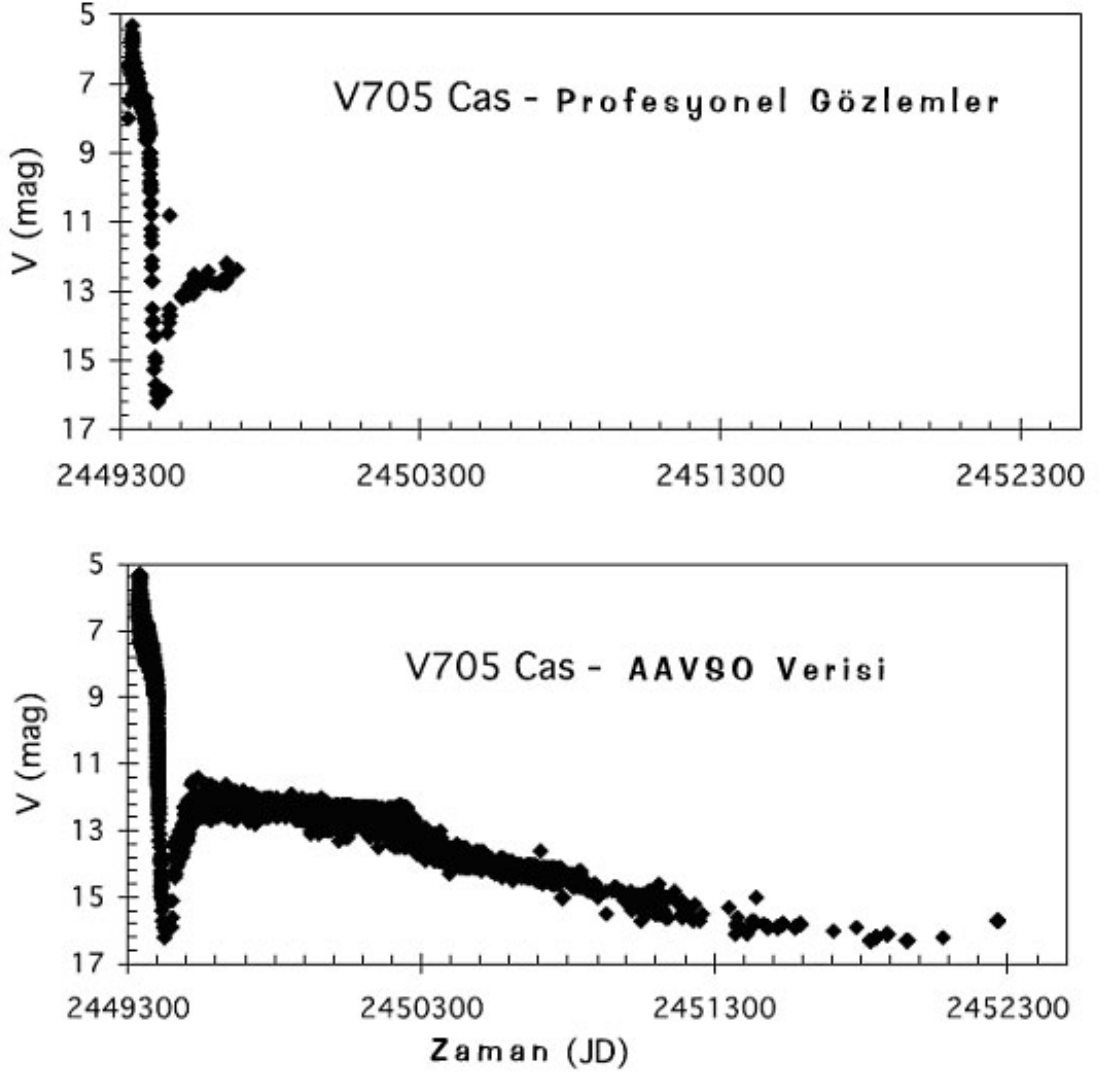
## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. KLASİK NOVALAR

Klasik novaların sergiledikleri en önemli özellik kuvvetli patlamalardır. Ortalama bir nova patlaması sırasında  $10^{45} - 10^{46}$  erg mertebelerinde enerji açığa çıkmaktadır. Bu mertebede açığa çıkan enerji sayesinde, novaların görünür parlaklıklarında 1 - 3 gün arasında bir sürede, 7 – 17 kadir arasında bir artış meydana gelir. Bu ani parlaklık artışı, nova keşiflerinde anahtar rol üstlenmektedir. Özellikle gökyüzünü iyi tanıyan amatör astronomlar tarafından kolayca farkedilirler. Palomar Gözlemevi Gökyüzü Taraması (Palomar Observatory Sky Survey) gibi sistematik gökyüzü taramaları dışında, yapılan nova keşiflerinin çok büyük bir çoğunluğu amatör astronomlar tarafından gerçekleşmiştir (Duerbeck, 2008).

Literatürde en iyi bilinen parlak novalardan; V1500 Cyg, V603 Aql, DQ Her ve tekrarlayan novalardan T CrB ve RS Oph dışında, profesyonel astronomlarca, patlama maksimumundan sakın evre aşamasına kadar kesintisiz gözlenen nova yok gibidir (Strope ve ark., 2010). Payne-Gaposchkin, 1964 yılında o tarihe kadar en iyi gözlenmiş ve onun deyişiyle “birinci sınıf” novaları 13 tane olarak vermiştir (Payne-Gaposchkin, 1964). Bunların dışında zaman zaman istisna şekilde bazı novalar profesyonel astronomlarca da kapsamlı olarak gözlenebilmiştir. Bunlara örnek olarak; RS Oph (2006) ve V5114 Sgr (Nova Sagittarii 2004) verilebilir. V5114 Sgr örneğinde, novanın takibi maksimumdan ancak 5.5 kadir sönükleşene kadar yapılabilmektedir (Ederoclite, 2006). Profesyoneller tarafından görel olarak kapsamlı gözlenmiş novalardan biri de V705 Cas’dır (Nova Cassiopeiae 1993). **Şekil 2.1**’de V705 Cas’ın profesyonel ve amatör astronomlar tarafından yapılmış gözlemleri karşılaştırılmaktadır. Buradan da görülebileceği gibi özellikle novaların gözlemlerinde ve patlamanın takibinde amatör astronomların etkinliği oldukça fazladır ve hatta çok da önemlidir. Çünkü, bu gözlemlerin değişik nova ışık eğrilerinin elde edilebilmesine olanak tanınması, novaların

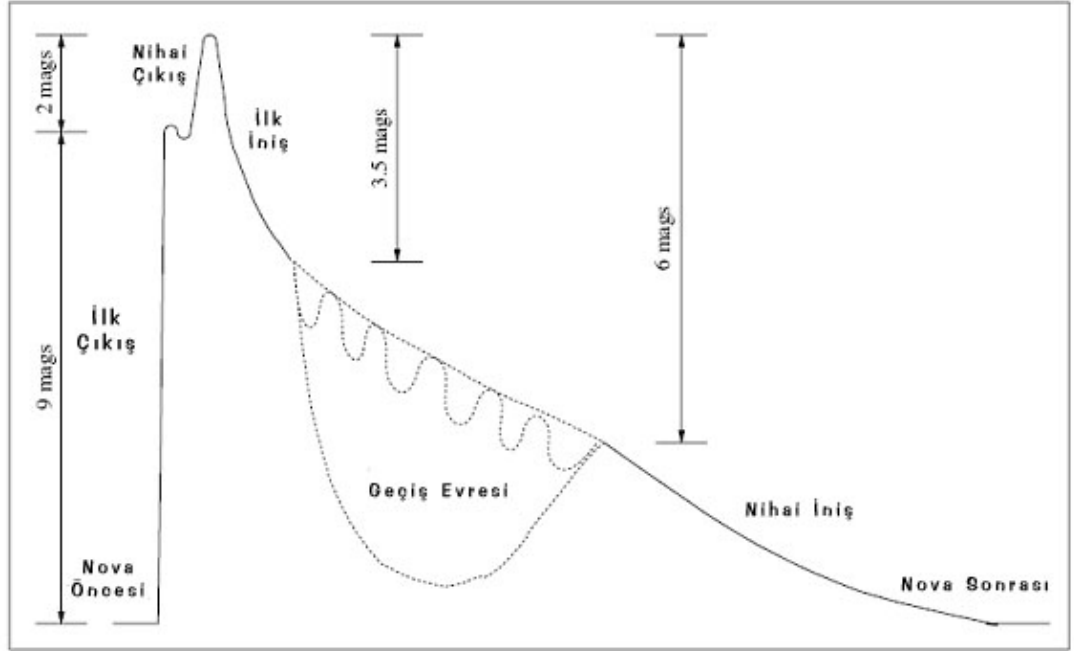
ışık eğrilerine göre sınıflandırılmalarında yeni yaklaşımları da mümkün hale getirmektedir (Strope ve ark., 2010).



**Şekil 2.1.** 1993 yılında patlayan V705 Cas'ın amatör ve profesyoneller tarafından elde edilmiş ışık eğrileri. Üstteki panelde sadece profesyonellerce yapılan gözlemler, alttaki panelde ise mevcut tüm AAVSO verisi görülmekte (Strope ve ark., 2010).

Novalar başta olmak üzere, neredeyse kataklismik değişenlerin her türü ve bazı zonklayan değişenler, yoğun bir şekilde amatör astronomlar tarafından takip edilmektedir. Bu gözlemler çoğunlukla görsel gözlemler olmakla birlikte son zamanlarda CCD alıcılar kullanan amatörlerin sayısında ciddi artış yaşanmıştır. Amatör astronomların biraraya geldikleri belli başlı iki büyük organizasyon vardır. Bunlar; AAVSO (American Association of Variable Star Observers / Amerikan Değişen Yıldız Gözlemcileri Birliği) ile VSNET'dir (Variable Star Network / Değişen Yıldız Ağı).

Novalar sakin evreden patlama maksimumuna 1-3 gün içinde ulaşırlar. Maksimuma çıkış, V1500 Cyg ve Nova LMC 1991 gibi istisna örneklerde bir günden daha kısa olabilmektedir. Bu türden novaların patlama maksimumu sonrasındaki evrimleri de hızlı olmaktadır ve bu novalar *çok hızlı novalar* olarak sınıflandırılmaktadır. Tipik bir novanın patlama ışık eğrisi morfolojisi **Şekil 2.2**'de verilmektedir. Buna göre, novaların maksimum parlaklıkta kalması, birkaç saatten birkaç güne kadar değişmektedir. Yine aynı şekilde maksimumdan tekrar sakin evreye dönüş süresi de novadan novaya değişmektedir. Bu çeşitlilik, novaların hız sınıflarını oluşturmaktadır (Warner, 1995). Maksimum parlaklıktan iki veya üç kadir sönükleşme için gereken zaman;  $t_2$  veya  $t_3$ , novalar için bir sınıflama ölçütüdür. Bazı çalışmalarda  $t_3$  de verilmesine rağmen,  $t_2$  değeri daha çok kabul görmektedir (Duerbeck, 1981). **Tablo 2.1**'de novaların patlama maksimumundan iniş sürelerine veya başka bir deyişle iniş hızlarına göre yapılan sınıflaması verilmektedir.



**Şekil 2.2.** Novaların ışık eğrisi morfolojisi (McLaughlin, 1960). Dikey eksen göreli parlaklığı, yatay eksen ise zamanı göstermektedir.

Novaların ışık eğrilerine göre sınıflandırılmaları ilk olarak 1939 yılında McLaughlin tarafından yapılmıştır (McLaughlin, 1939a, b, c). Buna göre novalar hızlı ve yavaş olarak ikiye ayrılıyorlardı. Gözlenen novaların sayısındaki artış ile sınıflamanın

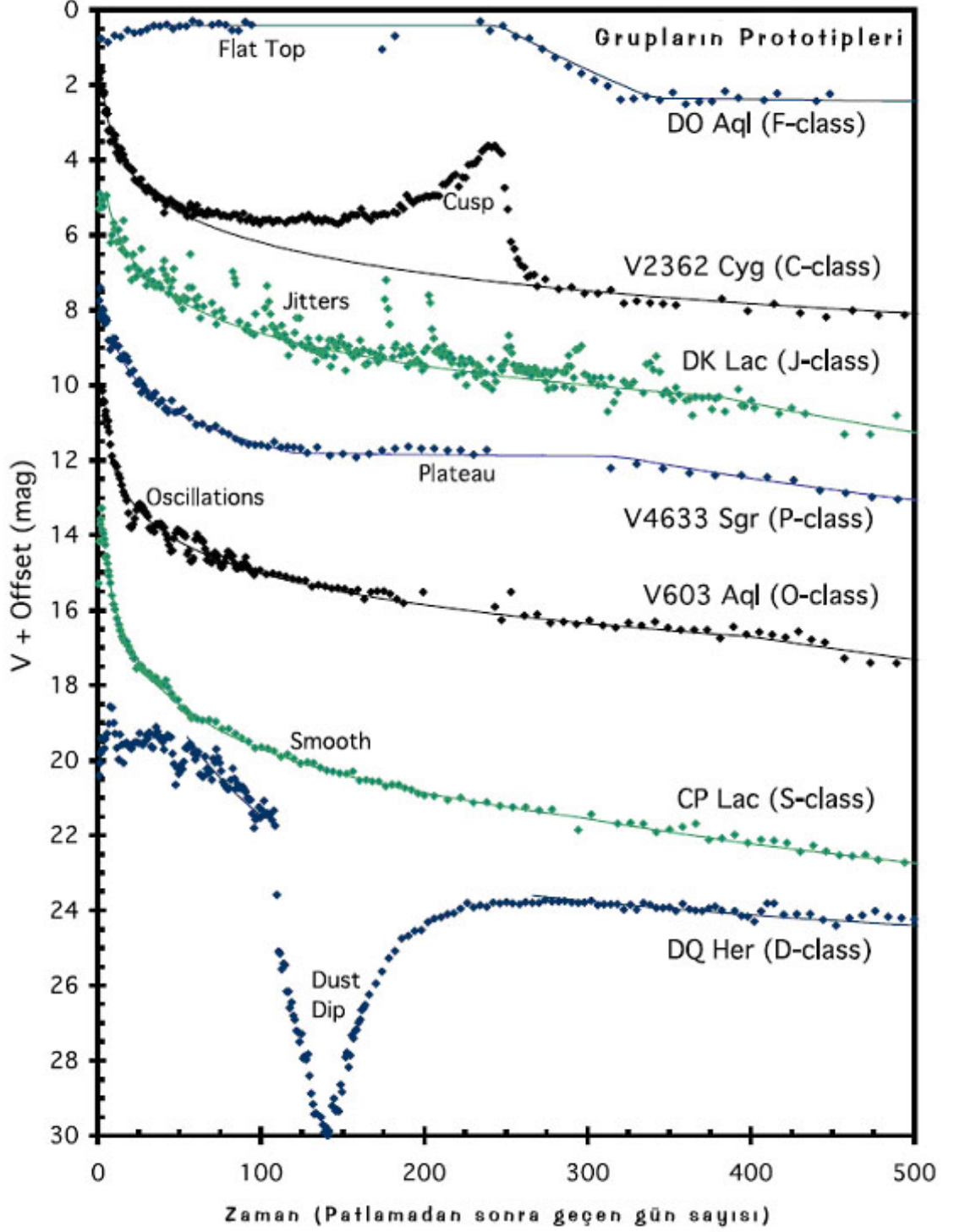
yetersizliği ortaya çıktı ve Payne-Gaposchkin (1964), McLaughlin'in sınıflamasına çok hızlı ve çok yavaş novaları da eklemiştir. Daha sonra Duerbeck (1981), hız sınıfları temel olmak üzere çeşitli ek indisler tanımlamış ve yeni bir sınıflama tablosu vermiştir. Burada nova ışık eğrilerinde görülen klasik çıkış ve iniş yapısı dışındaki salınımlar, parlamalar ve ani sönükleşmeler gibi olaylar gruplanmaya çalışılmıştır. Nova ışık eğrilerini sınıflamak için yapılan bir başka çalışma da Rosenbush (1999a, b) tarafından yapılan çalışmadır. Rosenbush, çalışmasında novaların patlama genlikleri ile genişleyen zarfın çapı arasında bir ilişki aramıştır. Ancak elde ettiği sonuçlar çok tatmin edici bulunmamıştır. Bu çalışmalar içinde, günümüzde kullandığımız ve **Tablo 2.1**'de verilen sınıflama Payne-Gaposchkin'in (1964) verdiği sınıflamadır.

**Tablo 2.1.** Novaların maksimumdan iniş sürelerine göre sınıflandırılması (Payne-Gaposchkin, 1964). İkinci sütunda novanın maksimumdan iki kadir sönükleşmesi için geçen zaman; üçüncü sütunda ise gün başına parlaklıkta meydana gelen azalma verilmektedir.

Hız Sınıfı	$t_2$ (gün)	$v_d$ (kadir / gün)
Çok Hızlı	< 10	> 0.20
Hızlı	11 - 25	0.18 – 0.08
Oldukça Hızlı	26 – 80	0.07 – 0.025
Yavaş	81 – 150	0.024 – 0.013
Çok Yavaş	151 - 250	0.013 – 0.008

Strope ve ark. (2010), AAVSO veritabanında bulunan 200 kadar novadan bir eleme yaparak, ışık eğrisi çok iyi elde edilmiş 93 nova üzerinde çalışmışlar ve novalar için yeni bir sınıflama sunmuşlardır. Bu yeni sınıflamaya göre novalar; S, P, D, C, O, F ve J olmak üzere yedi gruba ayrılmışlardır. S (smooth) sınıfı; maksimumdan eksponansiyel bir şekilde sönükleşme görülen novaları, P sınıfı; S sınıfına ilave olarak iniş sırasında “plato” benzeri düzlükler görülen novaları, D sınıfı; genişleyen kabukta meydana gelen toz oluşumu nedeniyle ani parlaklık azalmaları görülen novaları, C sınıfı; iniş sırasında tekrar bir parlaklaşma gösteren novaları, O sınıfı; sakin evreye geçmeden önce güçlü parlaklık salınımları gösteren novaları, F sınıfı; maksimumda düzlük gösteren novaları ve J sınıfı da inişin son aşamalarında 2 - 3 kadir genliklerinde parlamalar gösteren novaları belirtmektedir (**Şekil 2.3**). İncelenen bu 93 novanın; %38'i S, %21'i P, %18'i

D, %1'i C, %4'ü O, %2'si F ve %16'sı J sınıfındandır. Strope ve ark. (2010), ayrıca  $t_3$  parametresini de ikinci bir indis olarak sınıflamaya eklemiştir. Buna göre; V1500 Cyg S(4) ve DQ Her D(100) olarak sınıflandırılmıştır.

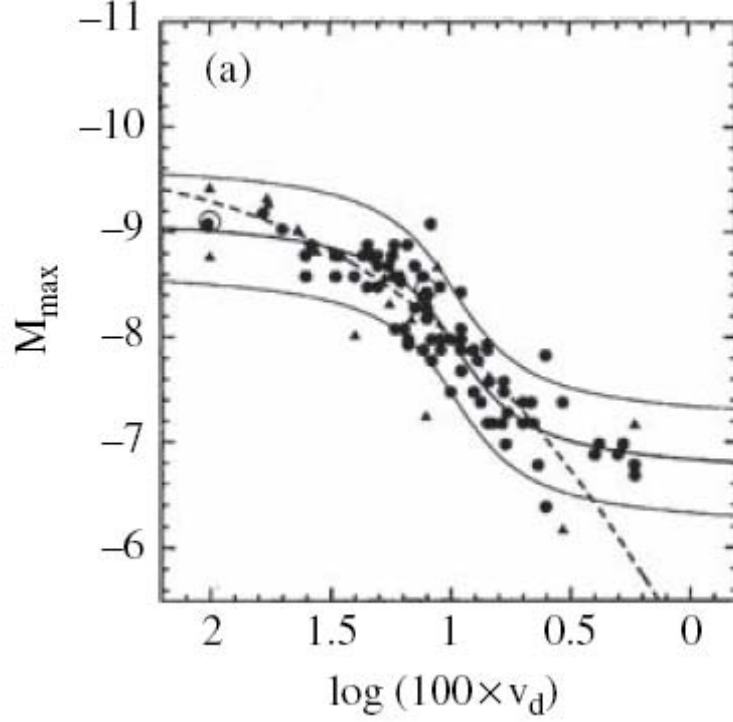


Şekil 2.3. Nova ışık eğrileri için Strope ve ark. (2010) tarafından verilen yeni sınıflama.

Strope ve ark. (2010) verdikleri bu yeni sınıflamayla, gözlenen ışık eğrileri ile bu eğrilere neden olan fiziksel süreçlerin daha iyi bir şekilde ilişkilendirilebildiğini de belirtmektedirler.

Andromeda galaksisinin (M31) novalarını inceleyen Hubble (1929), parlak novaların daha hızlı sönükleştiklerini buldu. Bu bulgu o tarihlerde novaların bir uzaklık ölçeği olarak kullanılabileceği düşüncesini de beraberinde getirdi. Ancak, novaların maksimum parlaklıklarının geniş bir aralıkta dağılması bu fikrin önündeki en büyük engeldi. O tarihlerde novaların ve süpernovaların ayrı cisimler oldukları bilinmiyordu ve bu durum Baade ve Zwicky'ye (1934) kadar sürdü. Her ne kadar parlak novaların daha hızlı sönükleştiğini ilk olarak Hubble söylese de, bu konudaki en çarpıcı çalışma McLaughlin'in (1945) o tarihe kadar bilinen Galaktik novaları kalibre ederek elde ettiği "ömür-parlaklık" ilişkisidir. Bu ilişki daha sonraki yıllarda, "maksimum parlaklık – iniş hızı" ilişkisi (MMRD – Maximum Magnitude vs Rate of Decline) olarak anılmaya başlamıştır. Bu ilişkiye göre; novanın maksimumda sahip olduğu mutlak parlaklık ile maksimumdan belli miktar sönükleşmesi için gereken süre arasında bir korelasyon vardı.  $t_2$  veya  $t_3$  olarak kullanılan iniş süreleri sırasıyla iki ve üç kadir sönükleşmeler için verilen gün cinsinden sürelerdi. MMRD ilişkisi novaların iyi birer uzaklık ölçeği olabileceklerini göstermiştir. Özellikle Cepheid'lerden  $\sim 2$  kadir daha parlak olmaları onların uzak galaksilerde de kullanılabilecek kaynaklar olduklarını ifade etmektedir (van den Bergh, 1981). Ayrıca, novalar, hem genç hem de yaşlı yıldız popülasyonlarına ait olmaları nedeniyle, eliptik galaksilerde ve galaksilerin merkezi bölgelerinde de görülebilmektedirler. Bu özellikleri ile sadece yıldız oluşum bölgelerinde gazın hakim olduğu yerlerde bulunan Cepheid'lere göre uzak galaksilerden de gözlenebilirler. Van den Bergh (1981), novaların Virgo galaksi kümesinde de gözlenebileceklerini ve bu sayede Yerel Grup'un Virgo kümesine düşmekte olan bir galaksi grubu olup olmadığının belirlenebileceğini söylemiştir.

Bilindiği tarihten bu yana birçok yazar MMRD ilişkisini geliştirmeye ve iyileştirmeye çalışmıştır (Schmidt-Kaler, 1957; van den Bergh, 1975; Pfau, 1976; de Vaucouleurs, 1978; Duerbeck, 1981; Cohen, 1985; Downes ve Duerbeck, 2000). Della Valle ve Livio (1995), o tarihe kadarki en kapsamlı MMRD ilişkisini M31 novalarını kullanarak oluşturmuşlardır (**Şekil 2.4**).



**Şekil 2.4.** Della Valle ve Livio (1995) tarafından M31 için verilen MMRD ilişkisi. Ortadaki düz çizgi noktalardan geçen en iyi ilişkiyi (2.1) göstermektedir. Üst ve alt düz çizgiler ise 2.1’de verilen ilişkinin  $\pm 3\sigma$  sınırlarını göstermektedir. Kesikli çizgi ise Livio (1992) tarafından verilen teorik ilişkiyi göstermektedir. Dikey eksen V bandındaki mutlak parlaklığı, yatay eksen ise iniş hızını (kadir/gün) göstermektedir.

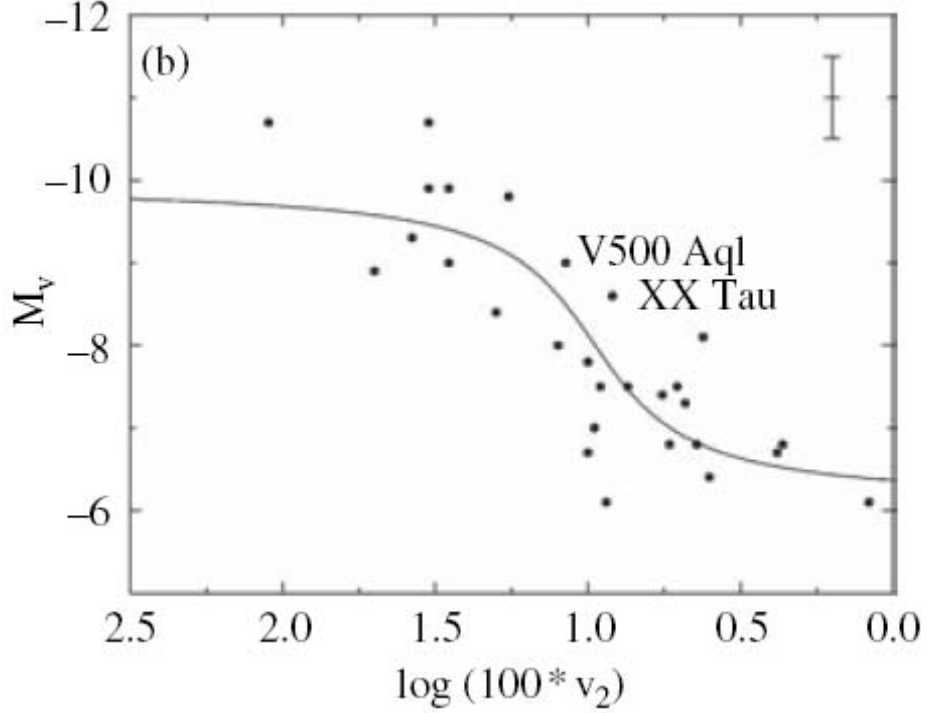
Şekil 2.4’te görülen bu ilişki Livio’nun (1992) önerdiği teorik patlama modelleri ile de uyumluydu ve aşağıdaki gibi verilmişti:

$$M_V = -7.92 - 0.81 \arctan \frac{1.32 - \log t_2}{0.23} \quad (2.1)$$

Benzer bir çalışmayı tamamıyla Galaktik novalar için yapan Downes ve Duerbeck (2000) ise lineer bir ilişki vermişlerdir:

$$M_V = -(11.32 \pm 0.44) + (2.55 \pm 0.32) \log t_2 \quad (2.2)$$

Galaktik novalar için elde edilen MMRD ilişkisi, daha saçılmış olduğundan lineer bir ilişkiyle de ifade edilebilmektedir. Bunun temel nedeni; Galaksimizdeki novalara ait uzaklıkların, yıldızlararası sönmüşmeden ötürü doğru bir şekilde belirlenememesidir. **Şekil 2.5**'te Downes ve Duerbeck (2000) tarafından verilen Galaktik MMRD ilişkisi görülmektedir.

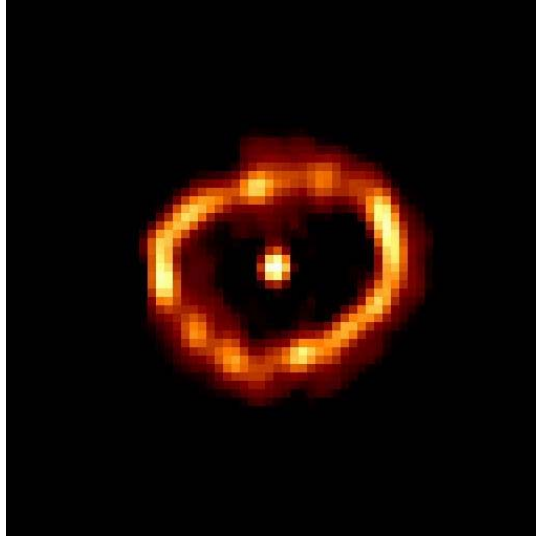


**Şekil 2.5.** Downes ve Duerbeck (2000) tarafından verilen Galaktik MMRD ilişkisi. Düz çizgi noktalara en iyi uyan ilişkiyi göstermektedir (2.2). Diken eksen V bandındaki mutlak parlaklığı, yatay eksen ise iniş hızını (kadir/gün) göstermektedir.

Klasik nova patlamaları sırasında sistemden yıldızlararası ortama  $\sim 1000$  km/sn hızlarla madde fırlatılır ve  $10^{-4} M_{\odot}$  miktarındaki bu madde sistemin etrafında genişleyen bir zarf oluşturur (O'Brien ve Bode, 2008). Bu şekilde genişleyen bir zarf yer tabanlı çok geniş interferometrelerle ( $\Delta\theta \sim 0''.001$ ;  $\theta$ : açısal çözünürlük) veya speckle interferometrisi ( $\Delta\theta \sim 0''.01$ ) ile patlamadan hemen sonra gözlenebilirken, Hubble Uzay Teleskopu (HST) ( $\Delta\theta \sim 0''.05$ ) ile gözlenebilmesi biraz daha sonra ve yerden optik teleskoplarla görüntülenebilmesi ise patlamadan 10-50 yıl arasında bir zaman zarfı sonra mümkün olur (Warner, 1995). Literatürde nova zarflarını tespit edebilmiş birçok



çalışma vardır (Cohen ve Rosenthal, 1983; Cohen, 1985; Duerbeck, 1987; Wade, 1990; Slavin ve ark., 1995; Della Valle ve ark., 1997; Gill ve O'Brien, 1998; Esenoğlu ve ark., 2000; Downes ve Duerbeck, 2000, Esenoğlu, 2002). Burada sözü edilen çalışmaların tamamı yer tabanlı teleskoplar kullanılarak elde edilebilen zarf gözlemlerine dayanmaktadır. 1992 yılında patlayan Nova Cygni'nin HST ile görüntülenmesi mümkün olmuş (**Şekil 2.6**) ve novanın etrafında genişleyen zarf çok net bir şekilde tespit edilmiştir (Paresce ve ark., 1995).

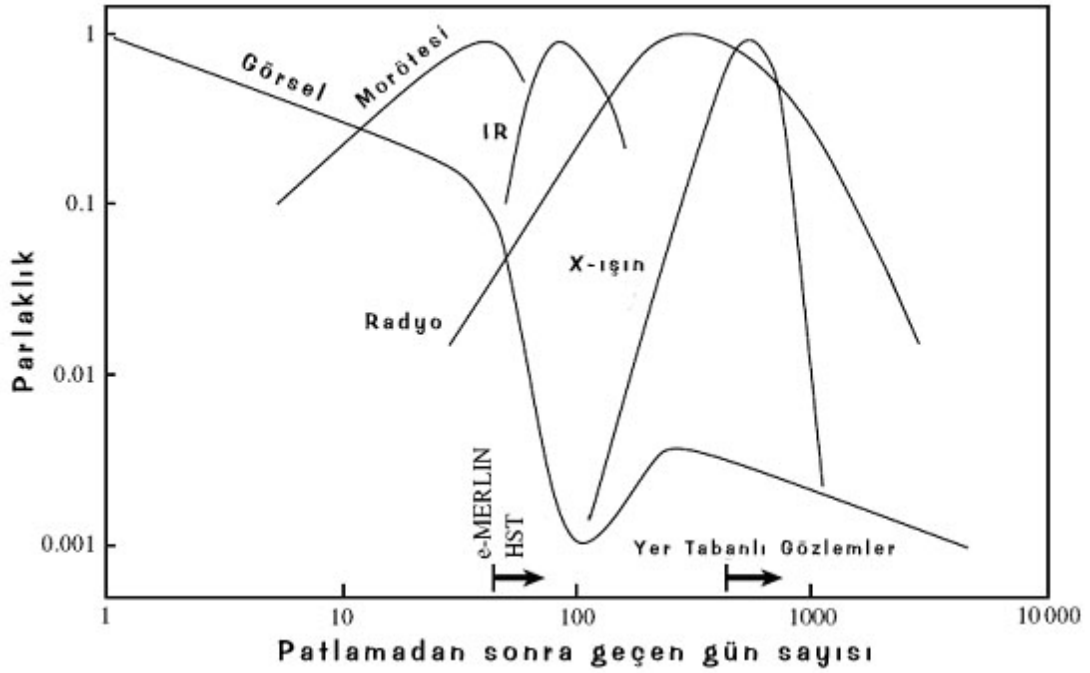


**Şekil 2.6.** Nova Cygni 1992'nin HST ile elde edilmiş zarf görüntüsü (STScI).

Paresce ve ark (1995), Nova Cygni 1992'yi HST ile patlamadan 467 gün sonra gözlemeye başlamışlar, ancak o tarihlerde HST'nin optik kusuru giderilemediği için elde edilen görüntüler beklendiği kadar net olmamıştır. HST'nin optik kusuru giderildikten sonra (Bknz. Bölüm 3.1), patlamanın 689., 726. ve 818. günlerinde gözlemler yapılabilmiş ve Nova Cygni 1992'nin çevresindeki zarfın  $\sim 0.2$  "/gün hızıyla genişlediği bulunmuştur (Paresce ve ark., 1995). Takip eden yıllarda HST ile birçok novanın zarfı görüntülenebilmiş ve özellikle genişleyen zarfın geometrisi üzerinde çalışmalar mümkün olmuştur (Chochol ve ark., 1997; Ringwald ve ark., 1998; Gill ve O'Brien, 2000; Downes ve Duerbeck, 2000; Krautter ve ark., 2002).

**Şekil 2.7'**de bir nova patlamasının gelişimi boyunca çeşitli dalgaboylarında alınan ışınımların akılarındaki değişimler şematik olarak gösterilmektedir. 1 kpc uzaklıktaki bir novanın çevresinde 1000 km/sn hızla genişleyen bir zarf,  $\sim 1.5$  ay içinde Hubble

Uzay Teleskobu ile ~1.5 yıl içinde de yer tabanlı teleskoplar ile gözlenebilir hale gelir (O'Brien ve Bode, 2008).



**Şekil 2.7.** Novadan alınan ışınımın akılarının patlama süresince değişimi (O'Brien ve Bode, 2008).

Dikey eksen görelî parlaklığı, yatay eksen ise gün cinsinden patlamayı takiben geçen zamanı göstermektedir. Grafikte belirtilmiş olan e-MERLIN ve HST, nova zarfının yer konulu interferometreler ile ve Hubble Uzay Teleskobu ile gözlenebileceği zamanı belirtmektedir. Zarfın yer tabanlı teleskoplar ile gözlenebileceği zaman da yatay eksen üzerinde belirtilmiştir.

Nova patlaması sırasında fırlatılan maddenin, zarf şeklinde genişlemesi üzerinde yapılan çalışmalar uzaklık ölçümü, yıldızlararası ortamın kimyasal evrimi, toz oluşumu ve gaz dinamikleri gibi çok çeşitli konuların araştırılmasında önemli katkılar yapabilmektedir (Esenoğlu ve ark., 2000). Bu konulardan, uzaklık ölçümü özellikle ilgi çekmektedir. MMRD ilişkisi dışında bir başka yöntem ile novaların uzaklıklarının bulunabilmesi; onların uzaklık ölçeğinde önemini daha da arttırmaktadır. Genişleyen zarfın optik gözlemleri ile spektroskopik gözlemler birleştirilebilirse, zarfın lineer boyutları, dolayısıyla novanın uzaklığı tespit edilebilir (Warner, 1995):

$$d_{ee} = 5.68 \times 10^7 \frac{v_{\text{exp}}}{d\theta/dt} \quad (2.3)$$

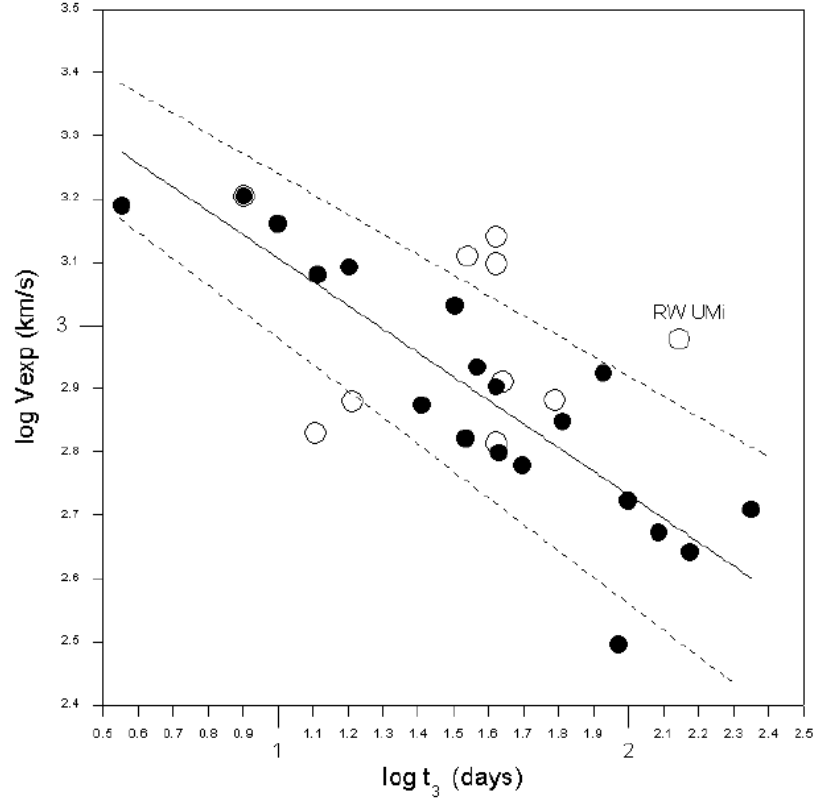
$v_{exp}$  (km/sn) spektroskopik gözlemlerden elde edilen genişleme hızı,  $d\theta/dt$  ise ("/gün) cinsinden zarfın açılma genişleme hızı olmak üzere, zarfın genişlemesinden bulunan uzaklık,  $d_{ee}$ , kpc cinsinden elde edilir.

Parlak novaların daha kütleli beyaz cücelerden kaynaklandığı ve patlama sırasında zarfı daha büyük hızlarla fırlattığı gözönüne alındığında, genişleme hızı ile maksimum parlaklıktan iniş süresi ( $t_2$  veya  $t_3$ ) arasındaki ilişki tahmin edilebilir (Shara, 1981). Genişleme hızı ile iniş hızı parametresi arasındaki empirik ilişkiyi ilk olarak McLaughlin (1960) göstermiştir:

$$\log(v_{exp} [kms^{-1}]) = 3.70 - 0.5 \log t_3 [gün] = 3.57 - 0.5 \log t_2 [gün] \quad (2.4)$$

Shara (1981) de, aynı ilişkiyi teorik olarak aşağıdaki gibi öngörmüştür:

$$\log(v_{exp} [kms^{-1}]) = 4.28 - 0.5 \log t_3 [gün] \quad (2.5)$$

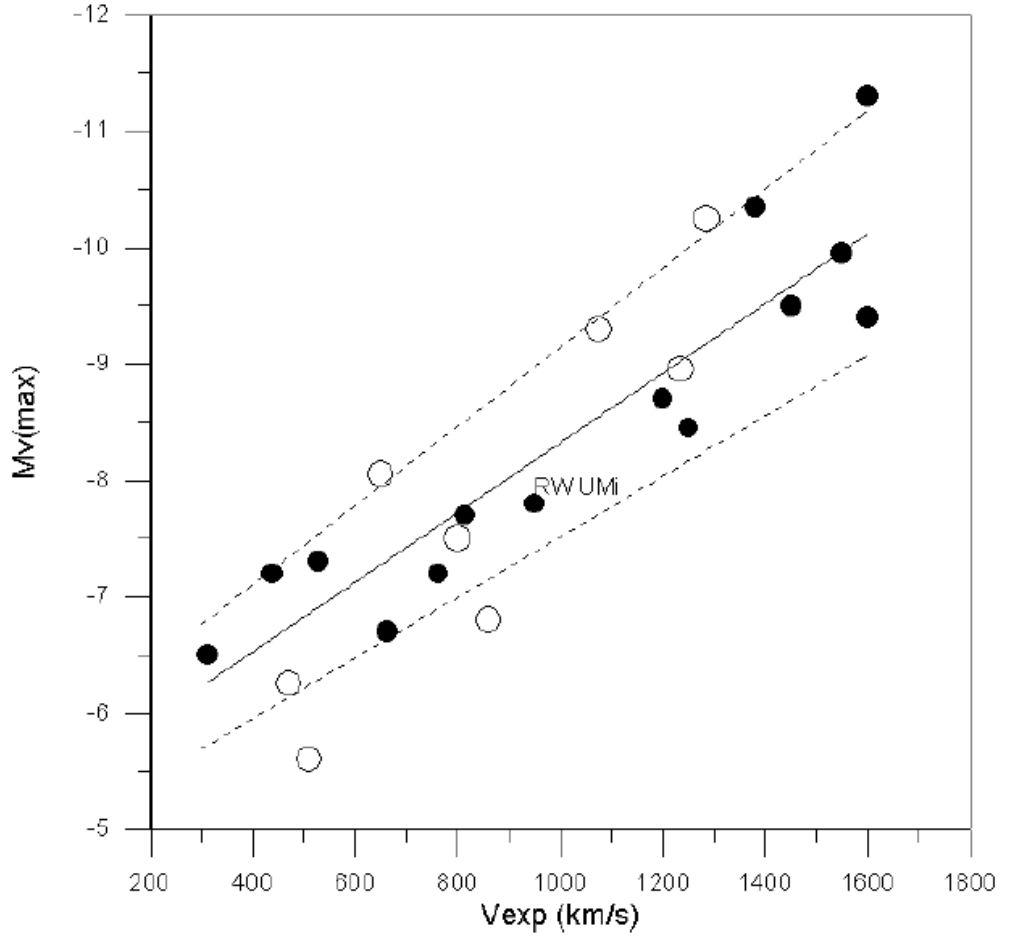


Şekil 2.8. Esenoğlu ve ark. (2000) tarafından verilen genişleme hızı ( $V_{exp}$ ) – iniş hızı ( $t_3$ ) ilişkisi.

Esenoğlu ve ark. (2000), genişleme hızı ile iniş hızı ve mutlak parlaklık arasında yeni korelasyonlar bulmuşlardır (Şekil 2.8 ve Şekil 2.9):

$$\log(v_{\text{exp}})[\text{kms}^{-1}] = 3.48(\pm 0.08) - 0.45(\pm 0.05) \log t_3[\text{gün}] \quad (2.6)$$

$$M_V = -5.332(\pm 0.415) - 0.003(\pm 0.0004)v_{\text{exp}}[\text{kms}^{-1}] \quad (2.7)$$



Şekil 2.9. Esenoğlu ve ark. (2000) tarafından verilen genişleme hızı ( $V_{\text{exp}}$ ) – mutlak parlaklık ( $M_V$ ) ilişkisi.

Genişleyen zarfın yıldızlararası ortam ile etkileşmesini teorik olarak ilk defa Oort (1946) incelemiştir. Yaklaşık 1000 km/sn hızlarla genişleyen  $10^{-4} M_{\odot}$  kütledeki zarfın genişleme hızının ( $v_{\text{exp}}$ ) 102 yıl sonra başlangıç değerinin yarısına düşeceğini hesaplamıştır. Nova patlaması gerçekleştikten yıllar sonra yapılan zarf gözlemlerinin yeterli olmaması, zarfın yıldızlararası ortamla nasıl etkileşeceği konusunun çok iyi

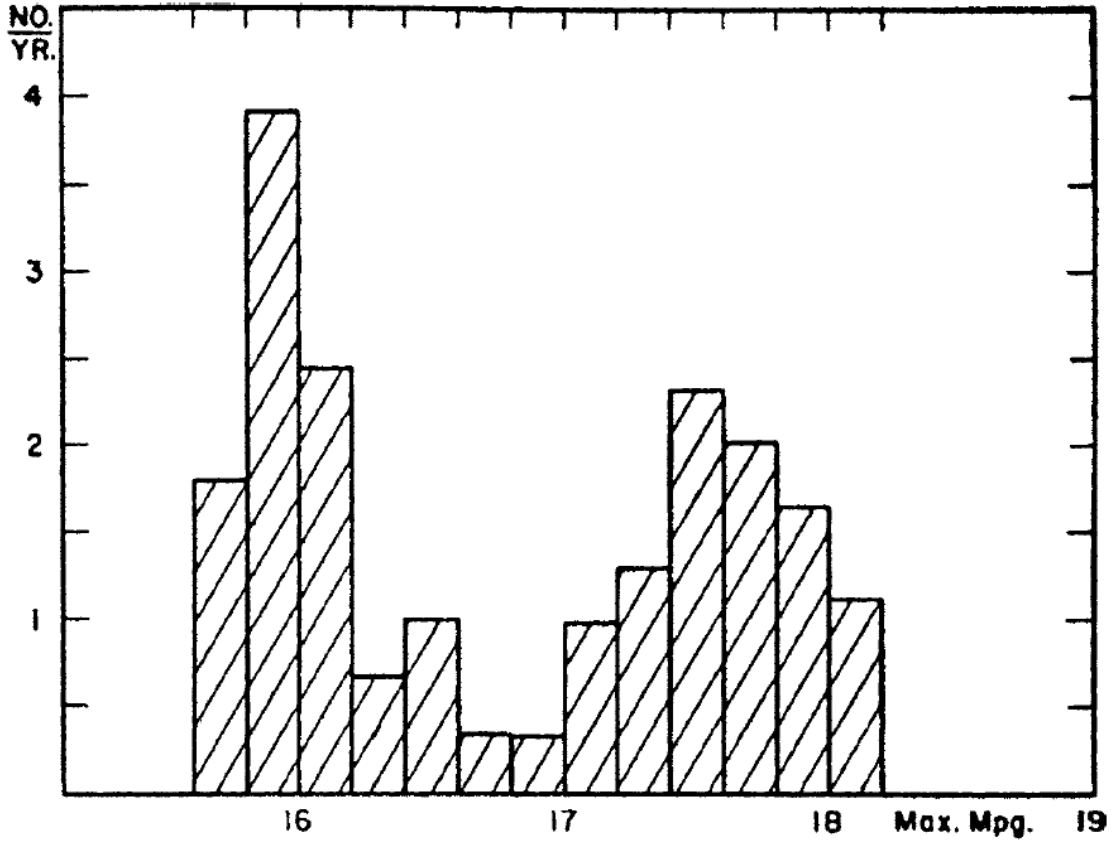
bilinmemesine neden olmaktadır. Duerbeck (1987); V603 Aql, V476 Cyg, DQ Her ve GK Per novalarının zarflarını incelemiş ve genişleme hızının başlangıç değerinin yarısına düşmesi için gereken ortalama zamanı 75 yıl olarak vermiştir.

## 2.1. GALAKSİ DIŞI NOVALAR

Galaksimiz dışındaki ilk nova, 1917 yılında Ritchey tarafından, Andromeda (M31) galaksisine ait cam plâklar yeniden incelenirken bulunmuştur (Ritchey, 1917). Mount Wilson Gözlemevi'ndeki 1.5 metrelik teleskopla 1909 Ağustos ve Eylül'ünde alınan cam plâkların incelenmesi ile Ritchey iki nova keşfetmiştir. Bu keşiflerin üzerine yapılan gözlemlerle 1917-1922 yılları arasında, M31'e ait 19 nova daha bulunmuştur.

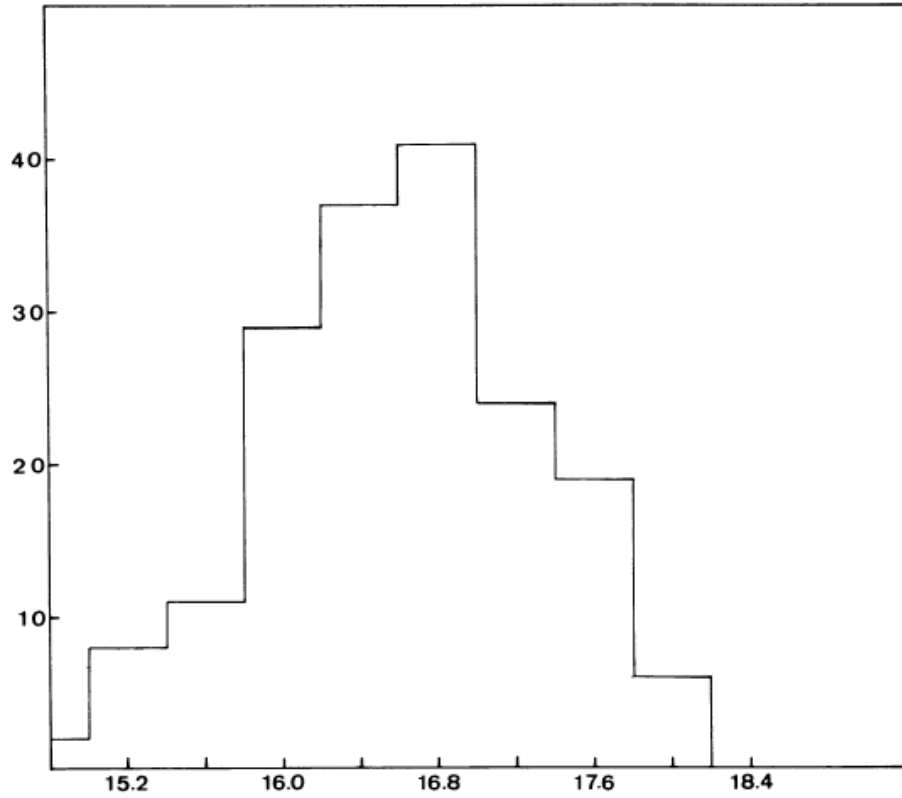
Galaksi dışı ilk novanın keşfinden sonra birçok kapsamlı nova taraması yapılmış ve çok sayıda novanın keşfi mümkün olmuştur (Hubble, 1929; Arp, 1956; Rosino, 1964; Ciardullo ve ark., 1983). 1923 yılında Hubble, M31'deki novaların genel özelliklerini ortaya koyabilmek için bir gözlem programı başlattı. 1927 yılına gelindiğinde Hubble'ın M31'de bulunduğu novaların sayısı 63'e ulaştı. Bu çalışma galaksi dışı novaların sistematik olarak araştırıldığı ilk çalışma olmaktadır.

Hubble'ın kapsamlı çalışmasından sonraki en önemli çalışma 1956 yılında Arp'ın yürüttüğü nova taramasıdır. Haziran 1953 ile Ocak 1955 arasındaki 290 gecede toplam 1000 plâk ile oldukça yoğun bir tarama yapmış ve nova oluşum hızını  $26 \pm 4$  nova / yıl olarak bulmuştur. Bu değer Hubble'ın 30 nova / yıl değeri ile uyum içindedir (Arp, 1956). Arp'ın çalışmasında öne çıkan bulgulardan bir diğeri, novaların parlaklık dağılımlarının iki kutuplu oluşudur. M31 novalarının parlaklık dağılımında  $m_{pg} = 16$  ve  $m_{pg} = 17.5$ 'da maksimumlar görülmektedir (**Şekil 2.10**). Bu bulgu, parlak ve sönük novalar ayrımının başlangıç noktasını oluşturmaktadır.



Şekil 2.10. Arp (1956) tarafından bulunan M31 novalarının gösterdiği iki kutuplu dağılım.

Arp'ın çalışmasından sonraki 30 yıl içinde M31 birçok grup tarafından takip edilmeye devam edilmiştir (Shafter, 2008). Bunların içinde, Rosino'nun İtalya'daki Asiago Gözlemevi'nden yaptığı gözlemlerin önemi büyüktür. Bu gözlemlerde 142 novanın keşfi yapılmıştır ve Rosino'ya göre M31'deki novaların ışık eğrileri Galaktik novaların ışık eğrilerine benzemektedir (Rosino, 1964). Rosino'nun gözlemleri 1970 yılına kadar devam etmiştir. M31'de bulunduğu novaları Hubble (1929) ve Arp (1956) tarafından bulunan novalarla birleştirenince, Arp (1956) tarafından bulunan iki kutuplu maksimum parlaklık dağılımı ortadan kaybolmuştur (Rosino, 1973). Bu dağılım Şekil 2.11'de görülmektedir.



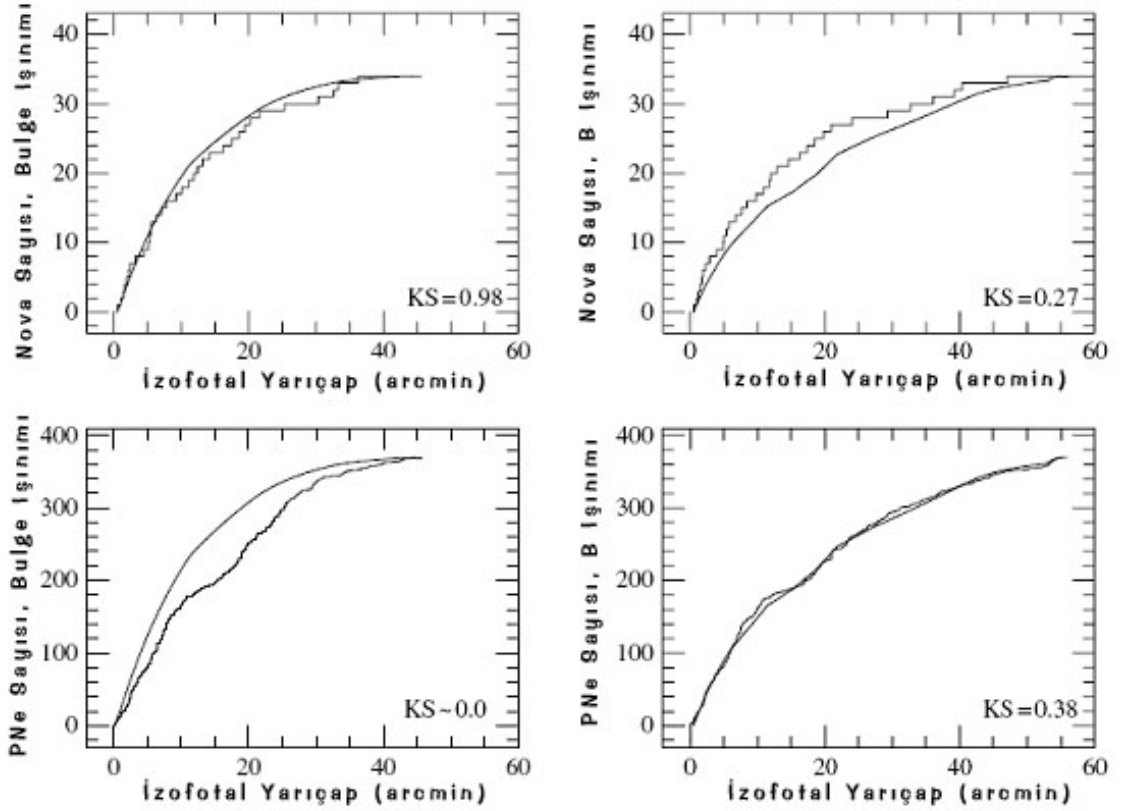
**Şekil 2.11.** Rosino'nun (1973) verdiği, novaların maksimum parlaklık dağılımı. Hubble (1929) ve Arp (1956) tarafından bulunan novalar da histograma dahil edilmişler.

1983'e kadar M31'in nova popülasyonları hakkında çok fazla bir gelişme olmadı. Ancak, Ciardullo ve ark. (1983), M31'in şişkin bölgesinde (bulge)  $H_{\alpha}$  dalgaboylarında gezegenimsi bulutsu ararlarken dört nova keşfedince, nova taramaları için yeni bir yaklaşım doğmuş oldu. Novaların  $H_{\alpha}$  dalgaboyunda keşfedilmelerinin kolay olmasının yanında, novanın parlaklığı bu dalgaboyunda daha yavaş sönükleşmekte ve bu da nova taramalarının gözlem aralığının optik dalgaboylarına göre daha seyrek olabileceğini göstermektedir. Bu keşfin üzerine, Ciardullo ve ark. (1987), 1982 - 1986 yılları arasında Kitt Peak Ulusal Gözlemevi (ABD), McDonald Gözlemevi (ABD) ve Wise Gözlemeviden (İsrail) yaptıkları gözlemlerle M31'in şişkin bölgesinde oldukça fazla sayıda nova bulmuş ve Arp (1956) ile Rosino'nun (1973) çalışmalarına karşıt bir şekilde novaların galaksinin merkezine kadar bulunduğunu göstermiştir. İlginç olan, Arp'ın (1956) novalarını da ekleyince M31'in şişkin bölgesinin daha fazla nova ürettiğinin bulunmasıdır. Bu daha önceki sonuçlarla çelişen bir durumdur (Hubble, 1929; Arp, 1956). Capaccioli ve ark. (1989) da M31'in şişkin bölgesinin diske göre daha fazla nova ürettiğini desteklemişlerdir. Bu sonuçlarda, M31'in bakış doğrultumuza göre

oldukça eğik diskinin de bir etkisi olabileceği gözönüne alınmalıdır. Çünkü, şişkin bölgeye ait olduğu düşünülen novalar aslında diske ait olabilirler.  $H_{\alpha}$  gözlemleri sönükleşme etkisini ortadan kaldırırsa bile, yine de M31’de gözlenen bir novanın yerini tam olarak bilebilmek çok güçtür (Shafter, 2008).

Shafter ve Irby (2001), M31’deki novaların sönükleşme etkisinden uzak bir analizini yapabilmek amacıyla 1990 - 1997 yılları arasında bir gözlem programı uyguladılar.  $H_{\alpha}$  dalgaboyunda yaptıkları bu tarama ile toplam 82 nova tespit ettiler ve novaların disk üzerindeki dikine dağılımlarının galaksinin genel ışınımı ile uyumlu olduğunu buldular. Ancak, galaksinin toplam ışınımını disk ve şişkin bölge olarak ayırdıklarında, novaların dağılımının şişkin bölgenin ışınımıyla daha uyumlu olduğunu yani; şişkin bölgenin nova üretiminde galaksinin diskine göre daha etkin olduğunu gösterdiler. Bu zaten daha önce Ciardullo ve ark. (1987) tarafından da tespit edilen bir sonuçtu. Shafter ve Irby (2001), elde ettikleri bu sonucun sağlamasını yapabilmek amacıyla aynı dönemde M31’in gezegenimsi bulutsularını (PN: Planetary Nebula) da incelediler. PN’leri [OIII] 5007 A dalgaboylu gözlemlerle tespit ettikleri için ne PNe’ler ne de novalar galaksinin sönükleşme etkisine maruz kalmamışlardır. **Şekil 2.12**’de görülmekte olan, novaların ve PN’lerin M31 ışınımına göre dağılımları; novaların daha çok şişkin bölgeyle uyumlu olduklarını, bunun yanısıra PN’lerin ise galaksinin toplam ışınımı ile uyumlu olduklarını göstermektedir. PN ve nova dağılımlarındaki bu fark darbant gözlemleri ile elde edildiklerinden M31’in sönükleşme etkisi ihmal edilebilir durumdadır.





**Şekil 2.12.** Shafter ve Irby (2001) tarafından verilen, M31 galaksisine ait PN'ler ve novaların galaksinin ışınımına göre dağılımları. Yatay eksen de eş parlaklık yarıçapları, düşey eksen de ise nova ve gezegenimsi bulutsu sayıları yer almaktadır.

Darnley ve ark. (2004, 2006) da M31'in şişkin bölgesinin nova üretiminde daha etkin olduğunu söylemişler ve disk/şişkin bölge nova üretim oranını 1/5 olarak vermişlerdir.

Andromeda dışında başka bir galakside (M81) yürütülen bir çalışmada Shara, Sandage ve Zurek (1999), Palomar Gözlemevi'ndeki beş metrelik Hale Teleskopu ile alınmış plâklarını analiz ederek, M81 novalarının daha çok disk ve spiral kollarda yoğunlaştığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu M31'de elde edilen sonuçlara aykırı bir bulgudur. Ancak Shara, Sandage ve Zurek'in (1999) çalışmasında kullanılan plâklar 1950'lere kadar dayanmaktadır ve M81'in merkezi parlak bölgesinden etkilenmektedirler. Bu etkiyi arındırmak için Neill ve Shara (2004) aynı çalışmayı  $H_{\alpha}$  dalgaboyunda tekrarlamışlar ve bu defa nova dağılımının şişkin bölge ile daha iyi uyduğunu görmüşlerdir. Galaksilerin merkezi parlak bölgelerinde novaları tespit etmenin güçlüğü de böylece ortaya konulmuş olmaktadır.

Teorik çalışmalar, farklı yıldız popülasyonlarından meydana gelen nova patlamalarının farklı patlama özellikleri olabileceğini göstermiştir (Shara, Prialnik ve Shaviv, 1980; Prialnik ve ark., 1982; Livio, 1992; Prialnik ve Kovetz, 1995). Bu yazarların çalışmalarında özellikle, patlama maksimumu ve iniş hızı parametrelerinin beyaz cücenin kütlesine, ışınım gücüne ve madde aktarım oranına bağlı olduğu gösterilmiştir. Patlamanın şiddeti en çok beyaz cücenin kütlesine bağlıdır ve kütleli beyaz cücelerde meydana gelen nova patlamalarının tekrarlanma süreleri kısa, ışık eğrisi değişimleri de hızlıdır (Shafter, 2008).

Evrin modelleri, novanın atası olan çift sistemin yaşı ile novanın meydana geldiği beyaz cüce kütlesi arasında ters bir korelasyon göstermiştir (de Kool, 1992; Tutukov ve Yungelson, 1995; Politano, 1996). Dolayısıyla kütleli beyaz cücelere ilişkili olan hızlı ve parlak novaların, nispeten daha genç yıldız popülasyonlarında görülmesi beklenmektedir (Prialnik ve Kovetz, 1995; Livio, 1992). Yungelson, Livio ve Tutukov'un (1997) da belirttiği gibi geç Hubble tipten galaksiler, özellikle genç yıldız popülasyonuna sahip M33 ve Macellan Bulutları gibi, erken Hubble tipten galaksilere göre nova üretiminde daha etkin olmalıydılar.

1990'lardan sonra novaların iki farklı popülasyona ait oldukları fikri gözlemlerle desteklenmeye başladı. İlk defa Duerbeck (1990) resmi olarak iki farklı nova popülasyonu olduğunu dile getirdi ve bunları disk novaları ve "bulge" (şişkin bölge) novaları diye adlandırdı. Çalışmasında, görece olarak genç olan disk novalarının Güneş çevresinde ve LMC'de, patlamaların daha yavaş geliştiği yaşlı novaların ise Galaksimiz merkezi doğrultusunda ve M31'in şişkin bölgesinde bulduklarını gösterdi.

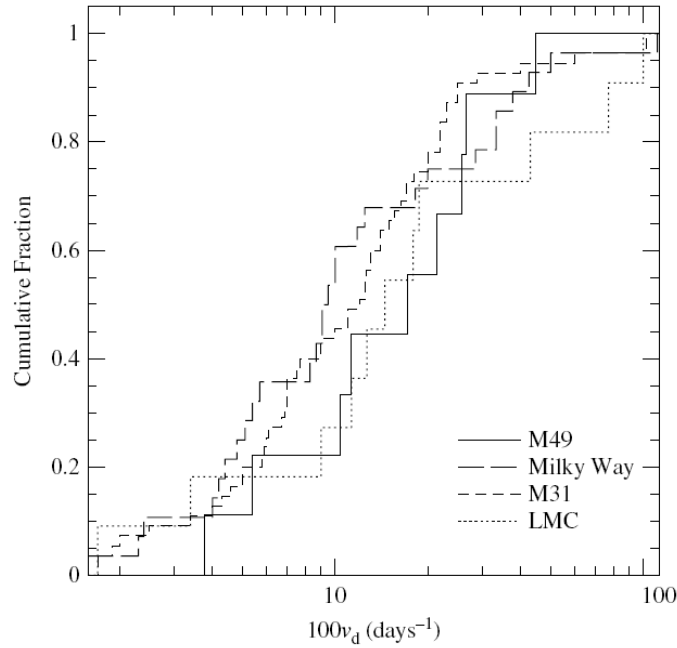
Della Valle ve ark. (1992), novaların iki popülasyona sahip oldukları fikrini geliştirdi ve hızlı novaların Galaksi diskinden ortalama yüksekliklerinin, yavaş novalardan daha küçük olduğunu gösterdi. Daha sonra yaptığı spektral sınıflama ile Williams (1992), bu iki popülasyonun tayfsal olarak da ayrılabilirliğini gösterdi. Buna göre; tayflarda FeII'nin He ve N çizgi şiddetlerinin oranına bakılarak, güçlü FeII gösteren novaların yavaş patlama evrimleri (düşük genişleme hızları yani yaşlı popülasyon üyesi) olduğunu gösterdi. Bunun üzerine, Della Valle ve Livio (1998), Williams'ın sonuçlarını destekler biçimde, uzaklığı iyi belirlenmiş galaktik novalardan He/N novası olarak

sınıflandırılanlarının galaktik diskte yoğunlaştıklarını ve Fe II novalarına göre daha hızlı ve parlak olduklarını gösterdi.

Diğer galaksilerdeki novaların iki popülasyona sahip olup olmadıkları, Della Valle ve ekibi tarafından bir seri çalışma ile araştırılmıştır. Buna göre; disk galaksilerindeki novaların (örneğin LMC) M31'in şişkin bölgesindeki novalara göre daha parlak ve hızlı olduklarını ifade etmişlerdir (Della Valle ve ark., 1994; Della Valle, 1995, 2002).

Ciardullo ve ark. (1983) ile Tomaney ve Shafter (1992) tarafından yapılan tayfsal çalışmalarda M31'in şişkin bölgesinden toplam 13 nova incelenmiş, galaktik disk novalarında görülen kuvvetli patlamalar ve yüksek genişleme hızları görülmemiştir. Bununla beraber, Sharov (1993) ve Shafter'ın (2002) M31 gözlemlerinde de, novaların iniş hızları ile galaksideki konumları arasında bir ilişki görülmemiştir.

Ferrarese, Côte ve Jordan (2003) HST ile programlı ilk nova taramasını yaptılar. M49 (NGC 4472), eliptik galaksisinde buldukları 9 novanın ışık eğrilerinden iniş hızlarının LMC'deki hızlı novalar gibi olduğunu buldular. **Şekil 2.13**'te bu karşılaştırma görülmektedir.



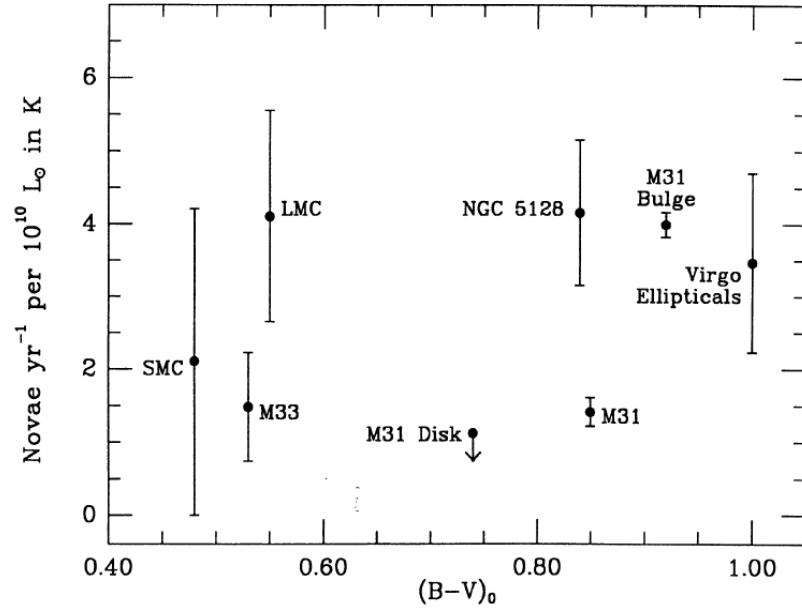
**Şekil 2.13.** Ferrarese, Côte ve Jordan (2003) tarafından M49'da bulunan 9 novanın iniş hızı değerlerinin diğer galaksilerle karşılaştırılması. Yatay eksen iniş hızını ( $v_d$ ), dikey eksen oransal sayıyı göstermektedir.

Ferrarese, Côte ve Jordan (2003) tarafından bulunan novaların M49'un tamamını temsil edip etmedikleri bir tartışma konusudur. Zira bulunan nova sayısı ışık eğrileri hakkında genel bir kanıya varmak için yeterli değildir. Ancak, bu durumun muhtemel bir açıklaması da; bazı eliptik galaksilerin geç tip spirallerle birleşmiş olabilecekleri şeklindedir. Bu tip galaksi etkileşimleri, erken tip galaksilere veya geç tip galaksilerin metalce fakir bölgelerine genç ve metalce zengin materyal bırakmaktadır. Bunun en iyi bilinen örneği, Sagittarius cüce galaksisinin Galaksimizden geçtiği bölgelerde metalce zenginliği arttırmasıdır (Ibata, Gilmore ve Irwin; 1994, 1995). Della Valle ve Panagia (2003) radyo-güçlü eliptik galaksilerin Tip Ia süpernovalarını üretmede daha etkin olduğunu gösterdiler. Bunun nedeni olarak, yaklaşık 1 Gyr yaşında bir yıldız popülasyonunun eliptik galaksilere karışmış olması olarak gösterdiler. Tip Ia süpernovalarının atalarının kataklizmik değişenler, özellikle tekrarlayan novalar olduğu bilindiğinden; eliptik galaksilerde Tip Ia üretimini arttıran faktörlerin novalar için de geçerli olması oldukça muhtemel görünmektedir.

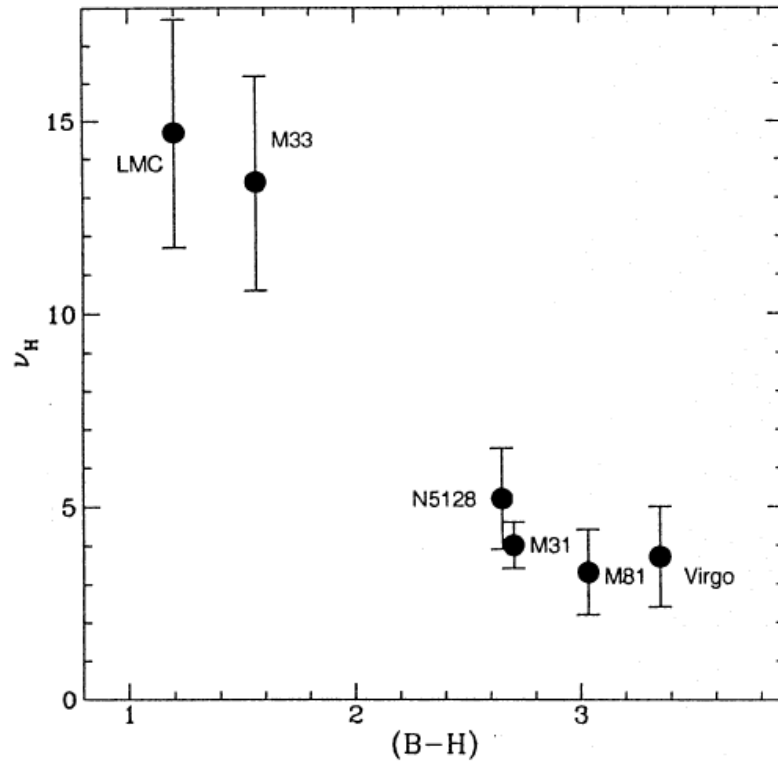
Galaksi dışı novaları incelerken, buldukları galaksideki konumları dışında araştırılan önemli bir parametre de galaksilerin "nova üretim hızları"dır. 1990'lardan itibaren değişik galaksilerdeki nova üretim hızları belirlenmeye başlamıştır. Bir galaksiye ait nova üretim hızı mutlak değeri ile değil, galaksinin K-bandı (kırmızıöte) parlaklığına normalize edilerek verilir. Buna ışınımına bağlı nova üretim hızı (luminosity-specific nova rate / LSNR) denilmektedir. İlk defa Ciardullo ve ark. (1990a) NGC 5128, SMC, LMC, M31 ve M33 galaksileri için LSNR değerlerini belirlemişlerdir. LSNR hesaplanırken K-bandına normalize edilmesinin nedeni, novaların galaksideki yaşlı yıldız popülasyonları ile ilişkili olmasıdır. Galaksinin kırmızıöte parlaklığı bunun için bir gösterge olabildiğinden, LSNR değerleri K-bandına normalize edilerek verilirler.

Ciardullo ve ark. (1990a) yaptıkları çalışmada LSNR değerlerinin galaksiden galaksiye değişmediğini bulmuşlardır. Daha sonra Della Valle ve ark. (1994), Ciardullo ve ark. (1990a)'nın gözlediği bazı galaksileri yeniden analiz etmiş ve LSNR değerlerinin galaksi tipine bağlı olduğunu söylemişlerdir. Buna göre; LMC ve M33 gibi geç tipten galaksiler, M87 ve NGC 5128 gibi erken tipten galaksilere göre nova üretmede daha

etkindirler. Ciardullo ve ark. (1990a) ile Della Valle ve ark. (1994) tarafından verilen nova üretim hızları Şekil 2.14 ve Şekil 2.15'te verilmektedir.



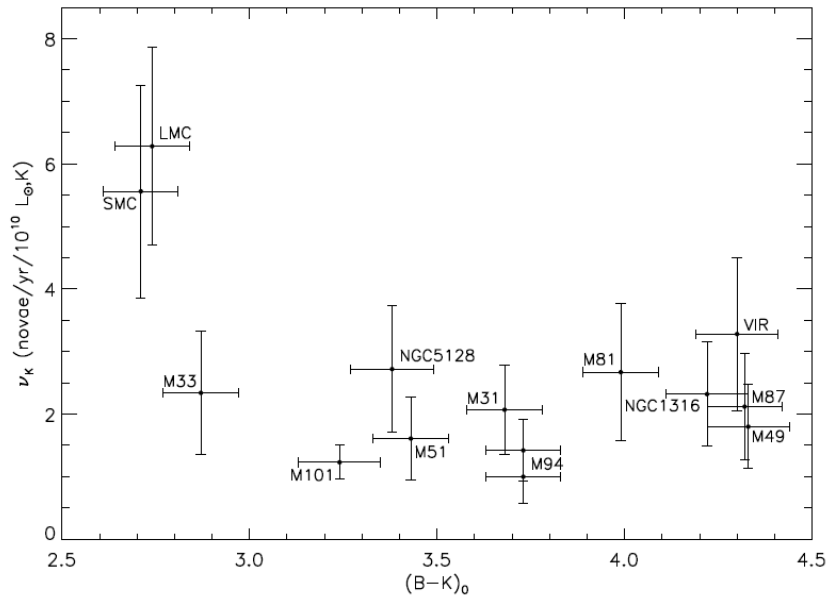
Şekil 2.14. Ciardullo ve ark. (1990a) tarafından verilen LSNR değerleri. Yatay eksen renk indeksini, dikey eksen ise nova üretim hızını ifade etmektedir.



Şekil 2.15. Della Valle ve ark. (1994) tarafından verilen LSNR değerleri. Yatay eksen renk indeksini, dikey eksen ise nova üretim hızını ifade etmektedir.

Yungelson, Livio ve Tutukov (1997) aktif yıldız oluşumu fazla olan galaksilerdeki nova olma oranının daha fazla olması gerektiğini ortaya koymuşlar ve böylece Della Valle ve ark. (1994) tarafından bulunan gözlemsel bulgu teorik çalışmayla da desteklenmiştir.

Bunun üzerine, birçok araştırmacı değişik galaksilerdeki LSNR değerlerini belirlemeye çalışmış ancak LSNR ile galaksi tipi arasında net bir ilişki ortaya konulamamıştır (Shafter, Ciardullo ve Pritchett, 2000; Shara ve Zurek, 2002; Ferrarese, Côte ve Jordan, 2003; Williams ve Shafter, 2004; Coelho, Shafter ve Misselt, 2008; Güth, Shafter ve Misselt, 2010). Bu durum **Şekil 2.16**'da görülmektedir. Nova üretim hızı belirlenebilmiş galaksilerin büyük bir çoğunluğunun LSNR değeri  $\nu_K = 2 \text{ nova/yr}/10^{10} L_{\odot,K}$  civarındadır. Yalnızca, LMC ve SMC galaksilerinin LSNR değerleri diğer galaksilerden 2-3 kat daha fazladır.



**Şekil 2.16.** LSNR değerlerinin; Güth, Shafter ve Misselt (2010) tarafından verilen en güncel hali. Yatay eksen renk indeksini, dikey eksen ise nova üretim hızını ifade etmektedir.

LSNR'nin galaksilerdeki yıldız popülasyonları ile ilişkisini anlayabilmek için geniş bir Hubble tip aralığında galaksilerde nova üretim hızlarının belirlenmesi gerekmektedir (Shafter, 2008). *Bu tez çalışmasının amaçlarından birisi de; HST ile gözlenmiş bazı galaksilerdeki nova üretim hızlarını tespit edebilmek ve LSNR – galaksi tipi ilişkisi hakkında daha sağlıklı yorumlar yapabilmektir.* Bu konuda elde edilen sonuçlar, Bulgular bölümünde verilmektedir.

### 3. VERİLER VE YÖNTEM

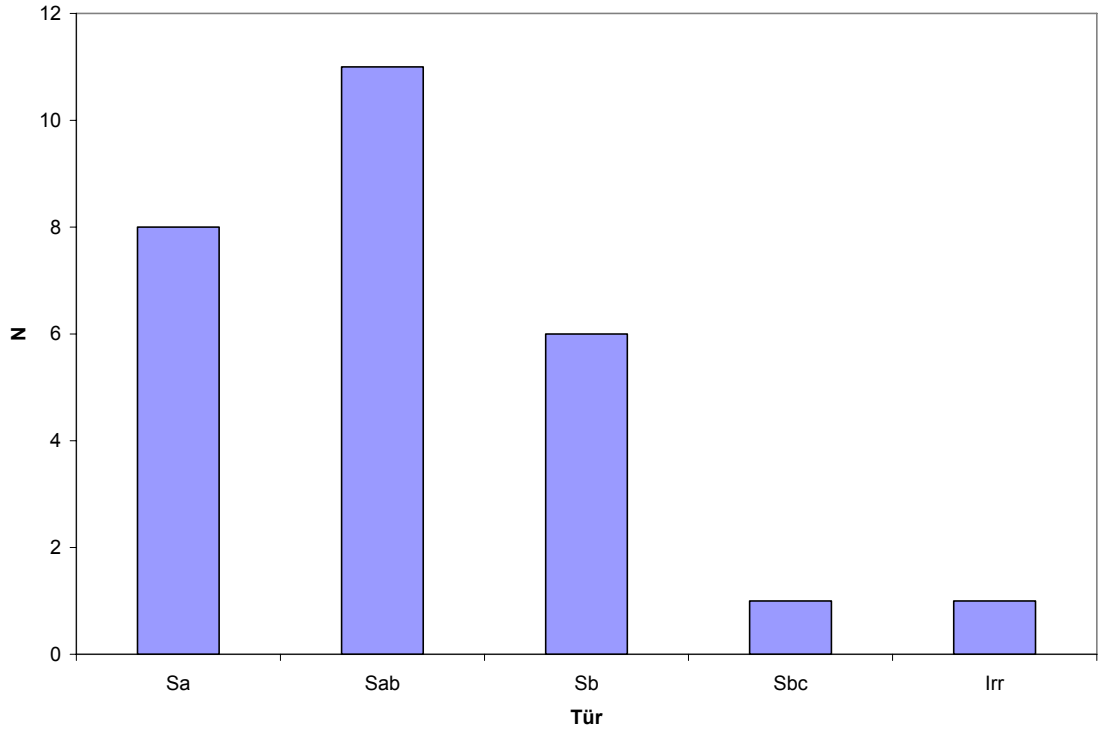
Bu tez çalışmasında kullanılan veriler Hubble Uzay Teleskopu (HST) ile elde edilmiş galaksi görüntülerinden meydana gelmektedir. Bu görüntüler HST ile yürütülmüş olan “Galaksi Dışı Uzaklık Ölçeği” (Extragalactic Distance Scale) projesi kapsamında elde edilmiştir (Freedman, 2001). Galaksi Dışı Uzaklık Ölçeği Projesi, HST ile yürütülmüş anahtar projelerden birisidir ve 1994 - 2001 yılları arasında elde edilen verilere dayanmaktadır. Esas amacı, çeşitli uzaklıklardaki galaksilerde Cepheid değişenlerinin tespitini yapmak ve bu değişenlerden itibaren uzaklık ölçeğini kalibre ederek, Hubble sabitinin güncel değerini elde etmektir. Bu projenin verileri, çalışmamızda, sözkonusu galaksilerdeki nova üretim hızlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Kullanılan verilere ait genel bilgiler **Tablo 3.1**'den görülebilir.

**Tablo 3.1.** Tez çalışmasında verisi kullanılan galaksiler ve temel özellikleri. Proje numarası HST gözlemleri için verilen numaradır. Üçüncü sütunda galaksilerin Hubble türleri verilmektedir.

Galaksi	Proje Numarası	Türü	Uzaklık (Mpc)
IC 4182	2547	Sa	4.5
M100	5397	Sab	14.3
M101	5397	Sab	6.7
M81	2227	Sa	3.6
NGC 925	5397	Sab	9.1
NGC 1326A	6431	Sb	16.1
NGC 1365	5972	Sb	17.9
NGC 1425	6431	Sa	20.9
NGC 2090	5972	Sa	11.4
NGC 2541	5397+5972	Sa	11.2
NGC 3198	5972	Sb	13.7
NGC 3319	6431	Sb	13.4
NGC 3351	5397	Sb	9.3
NGC 3621	5397	Sa	6.6
NGC 3627	6549	Sab	10.1
NGC 3982	8100	Sab	21.9
NGC 4258	7277	Sab	7.7
NGC 4414	5397+5972	Sa	16.6
NGC 4496	5427	Sbc	12.0
NGC 4527	7504	Sab	14.1

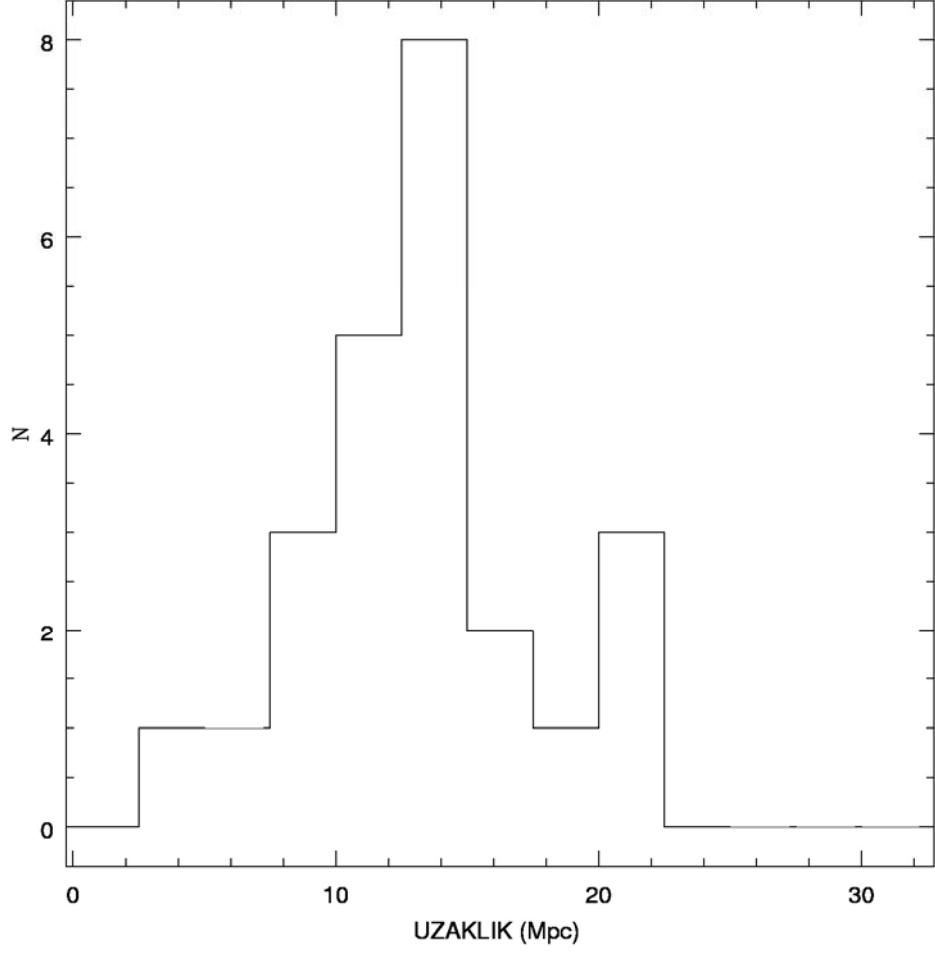
**Tablo 3.1.** (devam)

Galaksi	Proje Numarası	Türü	Uzaklık (Mpc)
NGC 4535	6431	Sab	14.8
NGC 4536	5427	Sab	14.5
NGC 4548	6431	Sb	15.0
NGC 4639	5981	Sab	21.0
NGC 4725	5397	Sab	11.9
NGC 5253	4277	Im	3.2
NGC 7331	5397	Sa	14.5

**Şekil 3.1.** Çalışmada incelenen galaksilerin Hubble türlerinin dağılımı.

Bu çalışmada incelenen galaksilerin tümü Yerel Grup dışındaki galaksilerdir. Verileri incelenen 27 galaksiden; M81, M101 ve NGC 5253'e ait olan veriler, diğer galaksilere ait olan verilerle aynı standartları sağlamadığından, analizlerin bütünlüğünü korumak amacıyla veri setinden çıkarılmıştır. Geriye kalan 24 galaksi içinde Galaksimize en yakın olan galaksi **4.5 Mpc** uzaklığı ile IC 4182'dir. İncelenen en uzak galaksi ise yaklaşık **22 Mpc** uzaklığı ile NGC 3982 galaksisidir. İncelenen galaksilerin uzaklık dağılımı **Şekil 3.2**'de görülmektedir.





Şekil 3.2. Çalışmada incelenen galaksilerin uzaklıklarının dağılımı.

### 3.1. HUBBLE UZAY TELESKOPU VE WFPC2 KAMERASI

HST (Şekil 3.3), 25 Nisan 1990 günü Discovery (STS-31) uzay mekiği ile yörüngeye oturtulmuş ve o günden beri çok önemli keşiflere ve bulgulara sebep olmuştur. İlk fırlatıldığında, optik sisteminde ortaya çıkan problemin dışında başka sorun yaşanmamıştır. HST, NASA (National Aeronautics and Space Administration) ile ESA'nın (European Space Agency) ortak bir projesidir. Teleskop zamanının %85'i NASA, %15'i ESA tarafından koordine edilmektedir.

HST, yerden yaklaşık 600 km yükseklikteki yörüngesinde, Dünya çevresinde her 97 dakikada bir dönüşünü tamamlamaktadır. 1990 yılında fırlatıldığında optik sisteminde önemli bir hata farkedilmiş ve büyük hayal kırıklığı yaratmıştır. Takip eden zaman

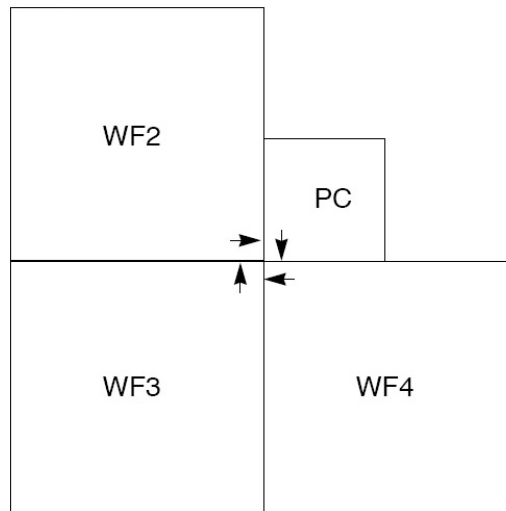
içerisinde, NASA'daki mühendisler tarafından COSTAR (Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement) adıyla bir düzeltici sistem geliştirilmiş ve Aralık 1993'te astronotlar tarafından teleskopa yerleştirilmiştir. HST'nin astronomide çığır açan bilimsel gözlemleri bu tarihten sonra başlamıştır. İlk bakım ziyaretinin yapıldığı 1993'ten bu yana HST'ye dört bakım daha yapılmıştır. Her bir bakım sırasında teleskopun eskiyen ve yenilenmesine ihtiyaç duyulan parçaları değiştirilmiştir. Bunlardan en önemlileri, gelişen teknolojiyle birlikte çok hızlı değişen algılayıcılardır ki bir teleskopun üreteceği bilimsel bilgiler doğrudan bu algılayıcılara bağlıdır. Bu anlamda HST'nin hayatı boyunca en önemli buluşları yaptığı algılayıcı WFPC2 (Wide Field and Planetary Camera 2) kamerasıdır. Şu anda WFPC kamerasının 3. nesli, WFPC3 adıyla HST üzerinde çalışmaktadır. Başlangıçta toplam görev süresi 15 yıl olarak tasarlanan HST, bu süre boyunca elde ettiği bilimsel bulgular ve başarılar nedeniyle tüm astronomi camiası tarafından çok fazla benimsenmiş ve bir türlü görev süresinin bitirilmesi gerçekleşmemiştir. NASA ve ESA tarafından alınan en son kararlar Mayıs 2009 yılında teleskopa son bir bakım daha yapılmış ve 2015'e kadar çalışması öngörülmüştür. Bu süre içerisinde, geliştirilmekte olan JWST (James Webb Space Telescope) yörüngeye oturtulacak ve HST'nin yerini alacaktır.



**Şekil 3.3.** HST'nin yörüngedeki fotoğrafı (STScl).

HST, sadece 2.4 metrelik aynasıyla fırlatıldığı dönemdeki yer tabanlı teleskoplardan çok daha önemli bulgulara ulaşılmasını sağlamıştır. Bunda en büyük etken atmosferin görüntü bozucu etkilerine maruz kalmamasıdır. HST'nin uzun ömrünün arkasında yatan gerçek ise, teleskopun tasarımının modüler bir şekilde yapılmış olması ve zaman zaman bu parçaların değiştirilebilmesidir. Aksi takdirde hızla gelişen teknolojiyle çok kısa sürede çağın gerisinde kalarak kullanım dışı olurdu.

HST ilk fırlatıldığında üzerinde bulunan kameralardan en önemlisi WFPC1 kamerasıydı. WFPC1 kamerası California Teknoloji Enstitüsü'nden Prof. Dr. J. A. Westphal'ın yürütücülüğünde geliştirilmişti. Ancak, 1990 yılında yörüngeye oturtulduktan kısa bir süre sonra ortaya çıkan optik problem nedeniyle WFPC1 kamerası beklenen işlevi yerine getirememiştir. Bununla birlikte NASA WFPC1'e çok önem verdiği için, Hubble fırlatıldığında WFPC2'nin üretimine başlanmıştı. Ortaya çıkan optik sorun üzerine WFPC2'nin üretimi hızlandırıldı ve optik tasarımı HST'nin aynasındaki problemi kompanse edecek şekilde yapıldı. Bu ikinci nesil WFPC'nin üretimi ise JPL<sup>1</sup> (Jet Propulsion Laboratory)'den Dr. J. T. Trauger tarafından koordine edilmekteydi. Aralık 1993'te gerçekleşen ilk bakım sırasında WFPC1'in yerine WFPC2 yerleştirildi ve bildiğimiz, meşhur olan Hubble görüntülerinin hepsi WFPC2 ile elde edildi.



**Şekil 3.4.** WFPC2 kamerasındaki CCD'lerin şematik görünümü (STScI). Oklar çiplerin okuma sırasını göstermektedir.

<sup>1</sup> <http://www.jpl.nasa.gov>

WFPC2 kamerası da ilki gibi, her biri 800 x 800 pikselden oluşan 4 ayrı CCD'den oluşmaktadır (WF2, WF3, WF4 ve PC; **Şekil 3.4**). Kameranın ve CCD'lerin temel özellikleri **Tablo 3.2**'de verilmektedir.

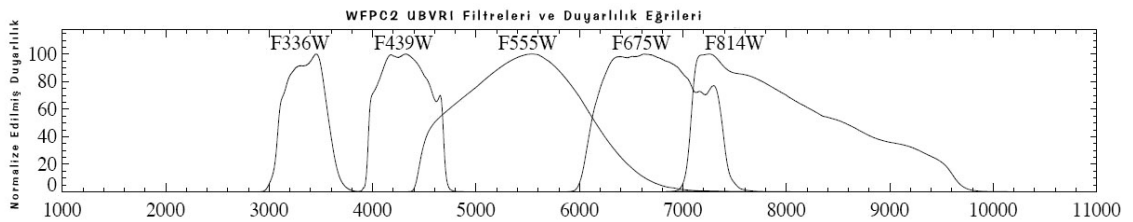
**Tablo 3.2.** WFPC2 kamerasının genel özellikleri.

<b>Dalgaboyu Aralığı</b>	1150 Å – 11000 Å
<b>Algılayıcı</b>	Silikon CCD'ler
<b>Görüntü Formatı</b>	4 x 800 x 800 (piksel)
<b>Görüş Alanı</b>	150" x 150" (WF) 34" x 34" (PC)
<b>Piksel Ölçeği</b>	0,1 "/piksel (WF) 0,046 "/piksel (PC)
<b>Okuma Gürültüsü</b>	5 e <sup>-</sup>
<b>Kara Akım Değeri</b>	0,002 e <sup>-</sup> /s/piksel (WF) 0,006 e <sup>-</sup> /s/piksel (PC)
<b>Doğunluk Değeri</b>	53000 e <sup>-</sup>

WFPC2 kamerasında kullanılan geniş bant filtrelerinin geçirgenlik eğrileri **Şekil 3.5**'te görülmektedir. Bu filtreler standart UBVRI sisteminde kullanılan filtrelere oldukça yakın özelliklerdedir. Şekilde verilen duyarlılık eğrileri, HST'nin optik sistemi ve WFPC2 kamerasının etkileri de hesaba katılarak elde edilmişlerdir. Bu şekilde ulaşılabilen limit parlaklık değerleri **Tablo 3.3**'te verilmektedir.

**Tablo 3.3.** WFPC2 kamerası ile ulaşılan parlaklık değerleri.

CCD	Poz Süresi (sn)	Minimum V Parlaklığı	Maksimum V Parlaklığı
WF	0,11	8,82	17,83
PC	0,11	8,40	17,47
WF	3000	19,91	28,19
PC	3000	19,49	28,25

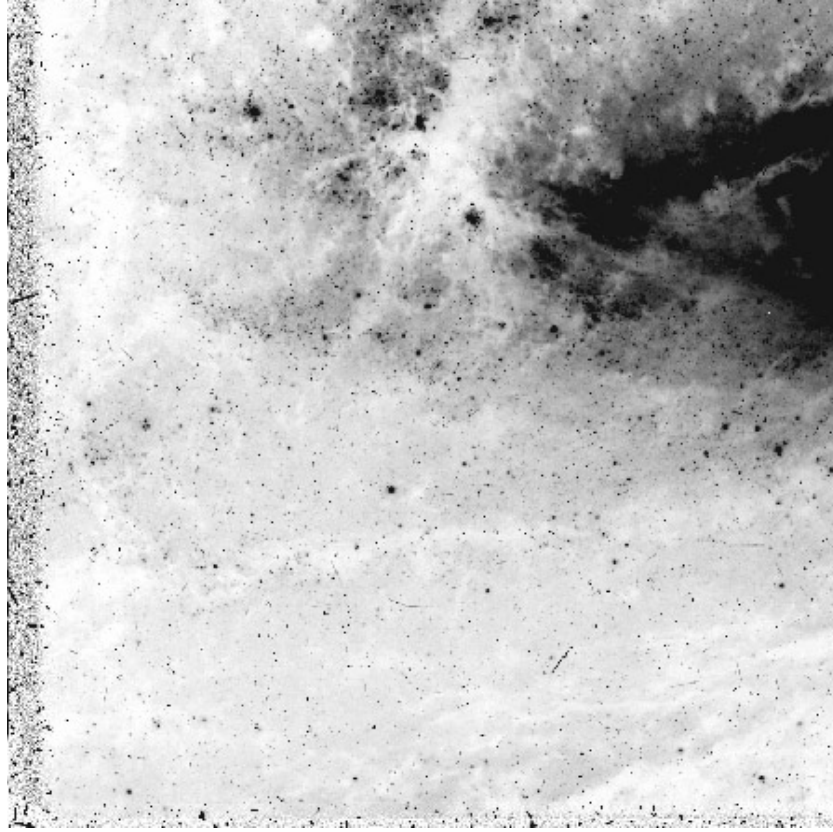


**Şekil 3.5.** WFPC2 kamerasındaki geniş bant filtreler ve sistemin toplam duyarlılık eğrileri (STScI).

### 3.2. KOZMİK IŞINLARIN TEMİZLENMESİ

Uzay teleskoplarının atmosfer dışında olmaları, atmosferik sönümlemeden etkilenmemelerini sağlar ancak, aşırı kozmik ışınlar maruz kalmalarına da neden olur.

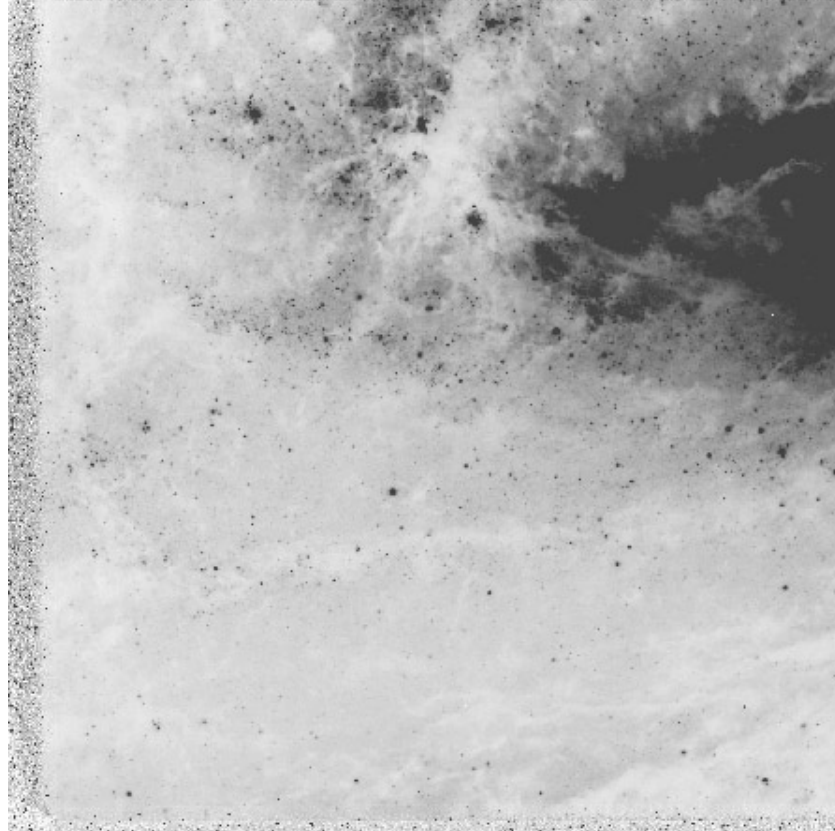
**Şekil 3.6**'da NGC 3627 galaksisine ait bir ham görüntü verilmektedir.



**Şekil 3.6.** Bu tez çalışmasında kullanılan, NGC 3627 galaksisine ait, kozmik ışın temizlenmemiş örnek bir görüntü. Kozmik ışınlar görüntüde çoğunlukla uzunlu-kısalı çizgiler şeklinde görülmektedir.

Sağlıklı bir şekilde nokta kaynakların tespiti ve fotometrilerinin yapılabilmesi için, öncelikle görüntüler kozmik ışınlardan arındırılmalıdır. Bunun için iyi bilinen astronomi analiz paketlerinde değişik programlar bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, HST'nin resmi analiz paketi olan STSDAS (Space Telescope Science Data Analysis System) kullanılmıştır. STSDAS, IRAF altında çalışan bir programlar paketidir. Hem IRAF, hem STSDAS içinde değişik kozmik ışın temizleme araçları bulunmaktadır. Sahip olunan verilere en uygun araç olduğu için bu çalışma boyunca CRCOMBINE programı kullanılmıştır.

Kozmik ışın temizleyen tüm program veya araçlar temel olarak şu varsayımı yaparlar: “kozmetik ışınlar rastgele meydana gelen olaylardır ve genellikle bir veya birkaç pikseli etkilemektedir”. Buna karşın, yıldızlar CCD üzerinde onlarca piksellik bir alan kaplamaktadır ve nokta şeklinde bir dağılım göstermektedirler. Optiğin etkisiyle bu nokta dağılımı bir Gauss dağılımı olarak algılanmaktadır ama bunun kozmik ışın tespitinde olumsuz bir etkisi olmamaktadır. Bu sayede görüntülerdeki kozmik ışınlar ve yıldızlar birbirlerinden kolayca ayrılmaktadır. Ancak bazı durumlarda kuvvetli kozmik ışınlar maruz kalındığında, programlar kozmik ışınları tespit etmekte zorlanmaktadır. Bu durumda, kozmik ışınları temizlemek için en ideal yöntem ardarda iki görüntü almaktır. Böylece iki görüntünün karşılaştırılarak kozmik ışınların temizliği mümkün olmaktadır. İki aynı görüntüde aynı noktaya aynı şekilde kozmik ışın düşmesi çok düşük bir olasılıktır. Düşse bile biçimsel olarak farklı olacaktır. **Şekil 3.7**'de NGC 3627'e ait görüntünün CRCOMBINE ile temizlenmiş hali görülmektedir.



**Şekil 3.7.** NGC 3627'e ait görüntünün kozmik ışınlardan arındırılmış hali.

Bu tez çalışmasında kullanılan veriler ardarda alınan görüntülerden oluşmaktadır ve bu sayede kozmik ışınlar olabilecek en iyi şekilde görüntülerden arındırılmıştır. Her ne

kadar görüntülerin kozmik ışıklardan arındırılması gerekiyse de bu çalışmada kullanılan fotometri yöntemi (PSF: Point Spread Function) kozmik ışıklardan fazla etkilenmemektedir.

Fotometri yapmadan önce kozmik ışıklardan arındırılmış görüntüler üzerinde son bir uygulama daha yapılmıştır. Tez çalışmasındaki görüntüler karşıdan bakılan (face-on) galaksilere ait görüntüler olduğundan, galaksinin merkezi bölgeleri ve kolları arasındaki gaz çoğu zaman nokta kaynakların tespiti ve fotometrisini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, galaksiye ait arkaplân ışınımının görüntülerden çıkarılması ve fotometrinin daha sonra yapılması hassasiyeti çok arttırmaktadır (Pritchett ve van den Bergh, 1987; Shafter ve Irby, 2001; Della Valle ve Gilmozzi, 2002; Napolitano ve ark., 2009).

Galaksiye ait arkaplân ışınımını çıkarmak için, IRAF'ta MEDIAN programı ile bir medyan görüntü oluşturulur ve bu medyan görüntü kozmik ışın temizlenmiş görüntüden çıkarılır. Böylece esas olarak nokta kaynaklardan oluşan bir görüntü elde edilir.

### **3.3. DAOPHOT III / ALLSTAR / ALLFRAME PROGRAMI**

CCD görüntülerindeki kaynakların parlaklıklarının belirlenmesi konusunda iki ana yöntem bulunmaktadır: Açıklık Fotometrisi ve PSF Fotometrisi. Açıklık fotometrisi, belirli bir dairesel açıklık (diyafram) içinde kalan akının ölçülmesi esasına dayanır. Bu yöntemin en zayıf yanı, kalabalık alanların fotometrisinde, kullanılan açıklık içine yakın yıldızların ışınımının karışmasıdır. Bu nedenle, kalabalık alanların fotometrisi yapılırken nispeten daha uzun süren PSF fotometrisi uygulanmaktadır. PSF; “nokta dağılım fonksiyonu” demektir ve bir yıldızın CCD üzerindeki görüntüsünün birden fazla piksele yayılacağı varsayımını yapmaktadır. Bu yayılım da en genel haliyle bir Gauss dağılımı sergilemektedir. Bu dağılım fonksiyonu kullanılarak birbirine yakın yıldızların bile parlaklıklarının hesaplanması mümkün olmaktadır.

Günümüzde PSF fotometrisi uygulayabilmek için çeşitli programlar ve araçlar bulunmaktadır. Bunların içinde en iyi bilineni ve en başarılısı, Peter Stetson tarafından geliştirilen DAOPHOT programıdır (Stetson, 1987). İlk geliştirildiği zamandan bugüne kadar DAOPHOT bir efsane haline dönüşmüştür. Bugün çeşitli gökyüzü tarama

projeleri ve bireysel araştırmacılar tarafından kullanılan başka programlar da mevcuttur ancak hala en çok kullanılan ve en çok atıf alan PSF fotometrisi DAOPHOT uygulamasıdır.

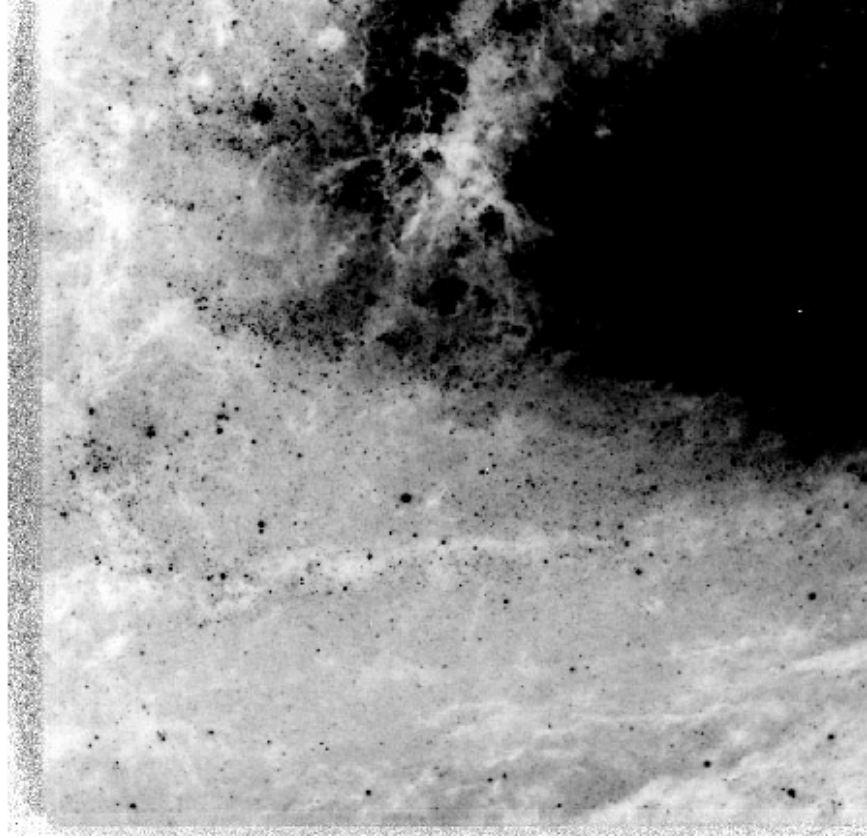
1992 yılında DAOPHOT'un yeni bir hali yayınlandı: ALLSTAR (Stetson, 1992). Bu yeni program bir görüntüdeki tüm cisimlerin PSF fotometrisini aynı anda yapmaya imkan tanıyordu. ALLSTAR, özellikle galaktik yıldız kümelerinin ve kalabalık alanların fotometrisi için çok önemli bir gelişme olmuştur. ALLSTAR'dan kısa bir süre sonra, ALLFRAME yayınlandı (Stetson, 1994). ALLFRAME, ALLSTAR'dan farklı olarak aynı alanın birden fazla görüntüsü olması durumunda simültane fotometri yapmaktaydı. Bu da özellikle değişen kaynakların aranmasında veya takibinde büyük kolaylık getirmekteydi. Böylece, her bir görüntünün ayrı ayrı analize edilip, kaynakların eşleştirilmesine gerek kalmıyordu. Stetson ALLFRAME'i ilk kez HST ile alınan görüntülere uyguladı (Stetson, 1994). Çok kısa bir süre sonra başlayan *Hubble Key Project* de ALLFRAME yöntemini kullanarak Cepheid değişenlerini bulmuştur.

Bu çalışmada üçüncü nesil DAOPHOT olarak da adlandırılan ALLFRAME yöntemi kullanılmıştır. Görüntülerin analizinde ana hatları ile Hubble Key Project ekibi için oluşturulmuş analiz adımları (Turner, 1997) kullanılmış olmakla beraber, bazı yerlerde değişiklikler yapılmıştır. Çalışmada izlenen veri analizi adımları **Ek 1**'de verilmektedir. En önemli farklılık, Key Project dönemlerinde çok fazla geliştirilmemiş olan kozmik ışınların temizlenmesi konusundadır. DAOPHOT / ALLFRAME yönteminin kozmik ışıklardan hayati derecede etkilenmemesinin de bir sonucu olarak, Key Project çalışmasında kozmik ışın temizliği yeteri kadar hassas yapılmamıştır. Bunun yanında, görüntüler hizalanmadan kullanılmış, kaynakların eşleştirilmesi için ALLFRAME paketinde yer alan DAOMATCH programı kullanılmıştır. Ancak bu çalışmada, DAOMATCH programı ile yapılan eşleştirmelerin zaman zaman hatalı ölçümlere neden olduğu tespit edilmiş ve bu nedenle tüm veriler yeniden analiz edilmiştir. Yeniden yapılan analiz sırasında, önce görüntüler hizalanmış böylece her bir görüntüde tespit edilen kaynakların eşleştirilmesi dikkate değer ölçüde iyileştirilmiştir.

ALLFRAME yönteminde her bir görüntünün analizi yapılırken bir ana görüntüden oluşturulan kaynak listesi esas alınır. Bu amaçla, mevcut görüntülerin birleştirilmesiyle



bir ana görüntü oluşturulur ve bu görüntü üzerinde DAOPHOT çalıştırılarak bir kaynak listesi elde edilir. Bu işlemi yaparken dikkat edilmesi gereken, V ve I filtreleri ile alınmış görüntülerin önce ayrı ayrı birleştirilmesidir. Elimizdeki verilerde V filtresi ile alınmış görüntüler ağırlıkta olduğundan, filtreye bakılmaksızın tüm görüntülerin birleştirilmesi istenen bir durum ortaya çıkarmamaktadır. Önce tüm V ve tüm I görüntüleri kendi aralarında birleştirilmiş sonra V ve I ana görüntüleri birleştirilmiştir. Bu sayede mümkün olan her kaynak tespit edilebilmekte ve kaynak listesinde yer almaktadır. **Şekil 3.8**'de, NGC 3627 galaksisine ait V ve I görüntülerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş ana görüntü görülmektedir.



**Şekil 3.8.** NGC 3627 galaksisine ait ana görüntü (V+I filtreleri).

ALLFRAME ile elde edilen aletsel parlaklıklar Holtzman ve ark. (1995) tarafından HST için tanımlanan yer tabanlı WFPC2 fotometrik sistemine dönüştürülmüştür. Bu sistem aynı zamanda Space Telescope Magnitude System (STMAG) olarak da bilinmektedir. Dönüşüm için Whitmore (1995) tarafından verilen dönüşüm formülleri kullanılmıştır. Buna göre aletsel parlaklıklar öncelikle sayım (counts) değerlerine dönüştürülmüştür;

$$m = 25 - 2.5 \log_{10} (\text{counts}) \quad (3.1)$$

Daha sonra, WFPC2 için tanımlanmış sıfır noktasının da hesaba katılmasıyla  $m_{F555W}$  parlaklıkları elde edilmiştir;

$$m_{F555W} = -2.5 \log_{10} (\text{counts}) + \text{zeropoint} \quad (3.2)$$

Sıfır nokta sabitinin hesaplanmasında, WFPC2'ye ait katsayılar ve poz süreleri (exptime) dikkate alınmıştır. Her WFPC2 görüntüsünün başlık (header) kısmında yer alan "photflam" ve "photzpt" anahtar kelimeleri kullanılarak, STMAG sistemine dönüşüm uygulanmıştır;

$$\text{zeropoint}(\text{stmag}) = -2.5 \log_{10} (\text{photflam}) + \text{photzpt} + 2.5 \log_{10} (\text{exptime}) \quad (3.3)$$

$m_{F555W}$  parlaklığı Johnson V parlaklığına çok yakın olduğundan ayrıca bir dönüşüm uygulanmamıştır. WFPC2 parlaklık sistemi ile Johnson UBVRI sistemi arasındaki fark en fazla %5 kadirdir (Holtzman ve ark., 1995).

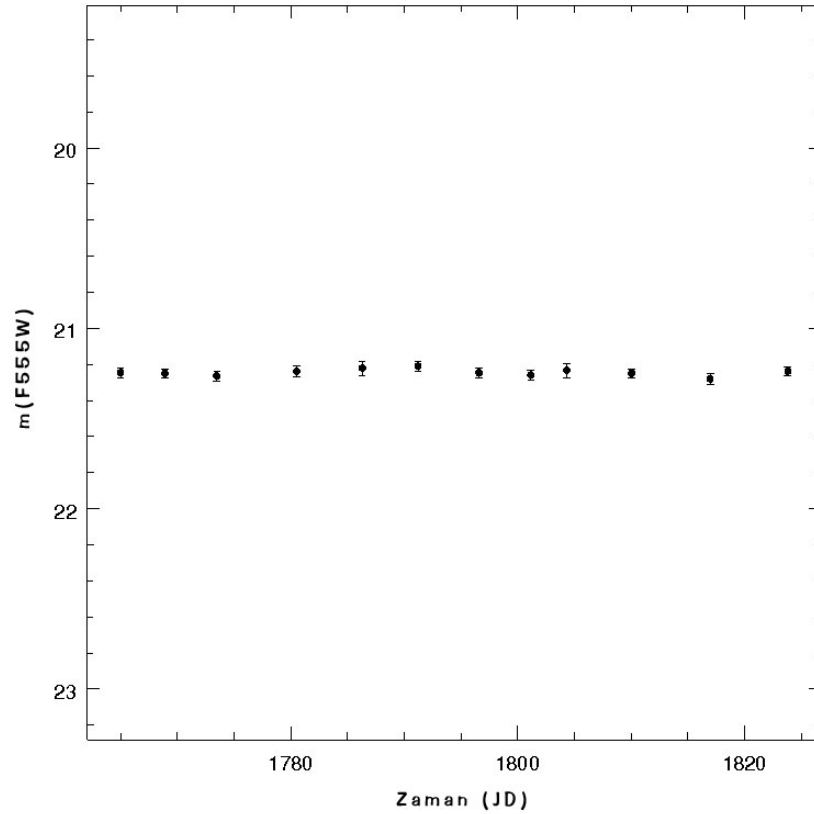
#### 3.4. LIGHT CURVE PROGRAMI

ALLFRAME programı sonunda, tüm görüntülerdeki tüm cisimlere ait parlaklıkların ve hatalarının yer aldığı bir dosya üretilmektedir. Bu dosyadan parlaklık ve zaman bilgilerinin alınarak, değişen kaynakların bulunması için bir Fortran programı yazılmıştır. Dosyanın okunması sırasında gereken format bilgisi DAOPHOT kullanma kılavuzunda verilmektedir. Light Curve olarak adlandırdığımız bu program, anahtarlarıyla;

- ALLFRAME çıktı dosyasında gerekli düzenlemeleri yapmakta,
- bütün kaynakların istatistik değerlerini hesaplamakta,
- parlak yıldızları kullanarak fotometrinin güvenilirlik ölçütünü belirlemekte,
- parlaklığı değişen adayları tespit etmekte ve
- bu adayların ışık eğrilerini üretmektedir.

Işık eğrileri incelenen değişen yıldız adayları daha sonra görüntülerden kontrol edilmekte ve adayların CCD'nin kenarlarında veya problemlili bölgelerinde olmadıklarından emin olunmaktadır.

Programda öncelikle, görüntüde tespiti yapılan tüm kaynakların parlaklıklarının, ortalama, standart sapma, medyan gibi istatistik değerleri hesaplanmaktadır. Daha sonra analiz edilen çipteki (WFPC2'deki dört çip) parlak yıldızları belirleyerek, bu yıldızların ışık eğrilerini oluşturmakta ve saçılmalarını hesaplamaktadır. **Şekil 3.9**'da parlak bir yıldızın ışık eğrisi örnek olarak verilmektedir. Eğer herhangi bir görüntüde problem veya ölçümlerde bir tutarsızlık varsa bu aşamada belirlenebilmektedir. Bazı parlak yıldızların da değişen olabilecekleri gözönünde bulundurularak tek bir yıldızın değil, çok sayıda parlak yıldızın değişimleri dikkate alınmaktadır.



**Şekil 3.9.** Parlak bir yıldızın Light Curve programı ile oluşturulmuş ışık eğrisine örnek. Yatay eksen JD cinsinden zamanı, düşey eksen görünen parlaklığı ( $m_{F555W}$ ) göstermektedir.

Değişen adaylarının bulunması için, kaynakların minimum ve maksimum parlaklıkları karşılaştırılmakta ve verilen bir genlik değerini sağlayan adaylar seçilmektedir. Parlaklık değişiminin gerçek olmayıp, verilen genlik şartını sağlaması durumları için ikinci bir kontrol yapılmaktadır. Buna göre, bir değişim eğer sürekli ise ikinci en sönük noktadan itibaren ölçülen genlik de benzer bir değere sahip olmalıdır. Bu ikinci genlik değeri ilk genlik değerine göre biraz daha küçük olabilir. Noktaların zaman aralığı ve novaların hızlı değişimleri gözönüne alındığında birinci genlik değeri ile aynı değer alınması değişen bulma şartını biraz zorlamak olacaktır. Yapılan testler, değişen adaylarının bulunmasında iki genlik değerinin kullanılmasının birçok yanlış adayın elenmesine yardım ettiğini göstermiştir.

Her ne kadar HST ile yapılan gözlemler atmosfer dışında ise de alınan her görüntü aynı standartta sahip olamayabilir veya incelenen alanın galaksinin yıldız ve gaz açısından yoğun olan bir bölgesi analiz ediliyorsa parlaklık ölçümlerinde saçılmalar olabilir. Özellikle her bir noktaya ait hata değerleri aynı olmayabilir. Bu durumda genlik şartı ile değişen yıldız adaylarının belirlenmesinde her bir noktaya ait hata değerlerinin de hesaba katılması gerekir. Yukarıda bahsettiğimiz görüntü kaynaklı ölçüm problemlerinden dolayı, bir yıldıza ait parlaklık değerlerinden bir veya birkaçı sorunlu olabilir. Bu tip ölçümler ALLFRAME tarafından 99.9999 değeri ile belirtilmektedir. Böylece bu ölçümleri problemlili noktalar olarak tespit edip değerlendirme dışı bırakmak mümkün olabilmektedir. Light Curve programı ile bir görüntüdeki ölçümlerin yüzde kaçının problemlili olduğu da belirlenebilmekte ve bu da görüntünün ve ölçümlerin kalitesi hakkında bir fikir vermektedir. Eğer bu oran ciddi miktarda yüksek ise, bu durumda analiz yeniden yapılır veya görüntüdeki problemin kaynağı tespit edilmeye çalışılır. Bazı görüntüler yeterli poz süresi verilmediğinden veya görüntünün boş olmasından dolayı kullanılamamaktadır. Bu tip sorunlu görüntüler Light Curve ile belirlendikten sonra, ALLFRAME çıktısında işaretlenir ve o değerlerin dikkate alınmaması sağlanır ve Light Curve yeniden çalıştırılarak değişen tespitleri yapılır.

### 3.5. NOVA ÜRETİM HIZININ HESAPLANMASI

Nova üretim hızının (NR: Nova Rate) hesaplanmasında Della Valle ve ark. (1994) tarafından önerilen “ortalama nova yaşam süresi” (mean nova lifetime) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, yapılan nova taramasının etkin süresinin ve taramanın tamlık sınırının bilinmesine dayanmaktadır. Taramanın etkin süresi, gözlem noktaları arasındaki süreye ve ortalama nova yaşam süresine bağlıdır. Ortalama yaşam süresi ile; novanın, yapılan taramanın limit parlaklığından daha parlak olduğu toplam süre kastedilmektedir. Buna göre verilen bir limit parlaklık için tespit edilen novaların sayısının taramanın etkin süresine bölünmesi ile o galaksiye ait nova üretim hızı hesaplanmaktadır:

$$NR = \frac{N(M < M_{lim})}{T(M < M_{lim})} \quad (3.4)$$

Yukarıda da açıklandığı gibi, taramanın etkin süresi ortalama nova yaşam süresi ile gözlem noktalarının sıklığına bağlıdır:

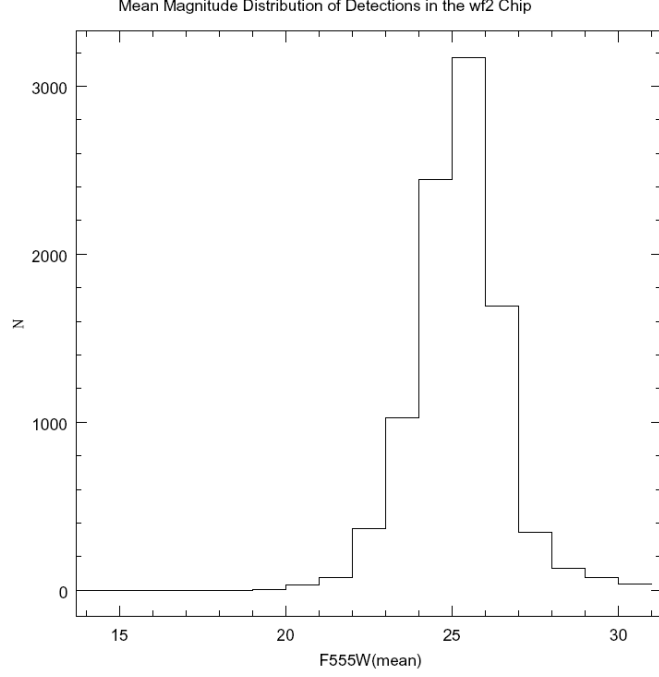
$$T(M < M_{lim}) = \tau_{lim} + \sum_{i=2}^n \min(t_i - t_{i-1}, \tau_{lim}) \quad (3.5)$$

Burada  $\tau_{lim}$  ortalama nova yaşam süresini,  $t_i$  ise  $i$ 'nci gözlemin zamanını belirtmektedir. Ortalama nova yaşam süresi ise Della Valle ve ark. (1994) tarafından aşağıdaki gibi verilmektedir:

$$\tau_{lim}(\text{gün}) \cong \frac{\langle m_{lim} \rangle - \langle m_{max} \rangle}{\langle v_d \rangle} \quad (3.6)$$

Burada  $m_{lim}$  taramanın limit parlaklığını (tamlık sınırını),  $m_{max}$  tespit edilen novaların maksimum parlaklıklarının ortalamasını,  $v_d$  ise tespit edilen novaların iniş hızlarının ortalamasını ifade etmektedir. Taramanın tamlık sınırı hem parlaklıkta hem de açılal olarak taranan alanda belirlenmelidir. Bu tez çalışmasındaki gibi kalabalık alanlarda ulaşılan limit parlaklık değeri, en sağlıklı olarak yapay yıldızlar kullanılarak

belirlenebilmektedir. Şayet analiz edilen alanlar çok kalabalık olmasaydı, tespit edilen kaynakların parlaklık dağılım grafiğinden de limit parlaklık için bir değer belirlenebilirdi. **Şekil 4.1**'de NGC 3627 galaksisi için böyle bir parlaklık dağılım grafiği verilmektedir.



**Şekil 3.10.** NGC 3627 galaksisinde, bu tez çalışmasında belirlenen kaynakların parlaklıklarının dağılımı (WFPC2/WF2 çipi).

Bu tez çalışmasında limit parlaklıkların belirlenmesinde yapay yıldızlar yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, analizi yapılan görüntülere çeşitli parlaklıklarda yıldızlar eklenerek, eklenen yıldızların ne kadarının kaynak tespiti sırasında belirlenebildiği incelenmektedir. Yapay yıldızların eklenmesi DAOPHOT/ADDSTAR algoritması kullanılarak yapılmıştır. 22 - 28 kadirleri arasında değişen parlaklıklarda 100 adet yapay yıldız görüntülere eklenmiş ve tespit edilmeye çalışılmıştır. Tespit edilebilme oranının %60'a düştüğü parlaklık, yapılan nova taramasının *limit parlaklığı* olarak alınmıştır. Bu tez çalışmada kullanılan görüntüler genelde kalabalık alanlar olsalar da, yapay yıldız yöntemi ile elde edilen limit parlaklık değerleri, kaynakların parlaklık histogramından elde edilen limit parlaklık değerleri ile uyum içindedir.

Taramanın açısal tamlığı, bu tez çalışmasında kullanılan verilerin alındığı WFPC2 kamerasının görüş alanı ile galaksinin açısal büyüklüğü karşılaştırılarak elde

edilmektedir. HST üzerine yerleştirilmiş olan WFPC2 kamerasındaki nihai görüş alanı 6.59 yaydakikasıdır. Galaksiye ait nova üretim hızı verilirken, yukarıdaki yöntemle hesaplanan  $NR$  (Nova Rate: Nova Üretim Hızı) değeri, galaksinin açısal alanının kameranın açısal görüş alanına oranı ile elde edilen değerle çarpılarak verilmektedir.

Elde edilen genel  $NR$  değeri, çalışılan galaksinin K-bandı parlaklığı dikkate alınarak  $10^{10} L_{\odot}$  cinsinden ifade edilecek şekilde normalize edilir. Elde edilen nova üretim hızına, ***ışınımına bağlı nova üretim hızı*** (luminosity-specific nova rate) denilmektedir ve kısaca LSNR olarak ifade edilmektedir:

$$LSNR = \frac{NR}{L_{Gal,K}} (nova / yr / 10^{10} L_{\odot,K}) \quad (3.7)$$

Burada;

$$L_{Gal,K} = 10^{(M_{Gal,K} - M_{\odot,K}) / -2.5} \quad (3.8)$$

olarak hesaplanmakta ve  $M_{Gal,K}$  ile  $M_{\odot,K}$  sırasıyla incelenen galaksinin ve Güneş'in K-bandı mutlak parlaklıklarını ifade etmektedir.

## 4. BULGULAR

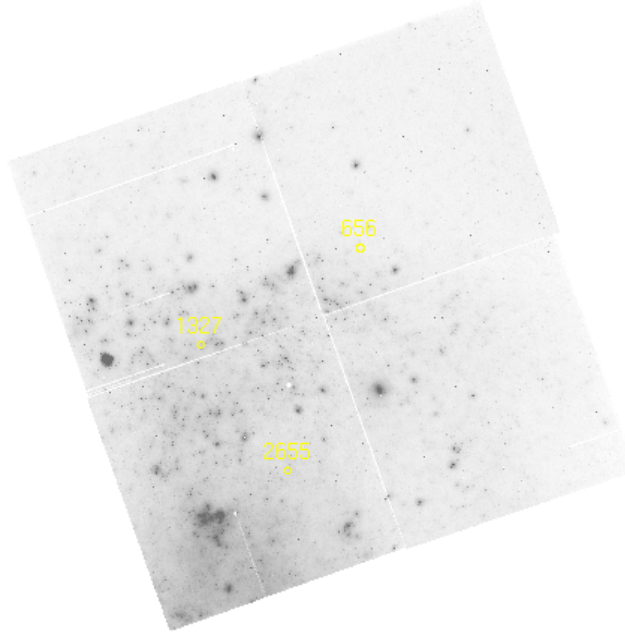
### 4.1. İNCELENEN GALAKSİLERDE BULUNAN NOVALAR

#### 4.1.1. IC 4182

Sa türü bir galaksi olan IC 4182'ye ait veriler 46 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.1'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan üç nova Şekil 4.1'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.2'de verilmektedir.

**Tablo 4.1.** IC 4182 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	2053	2336	4417	2176
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	585 (%28)	360 (%15)	393 (%8)	338 (%15)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.1259	0.0532	0.0820	-
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			

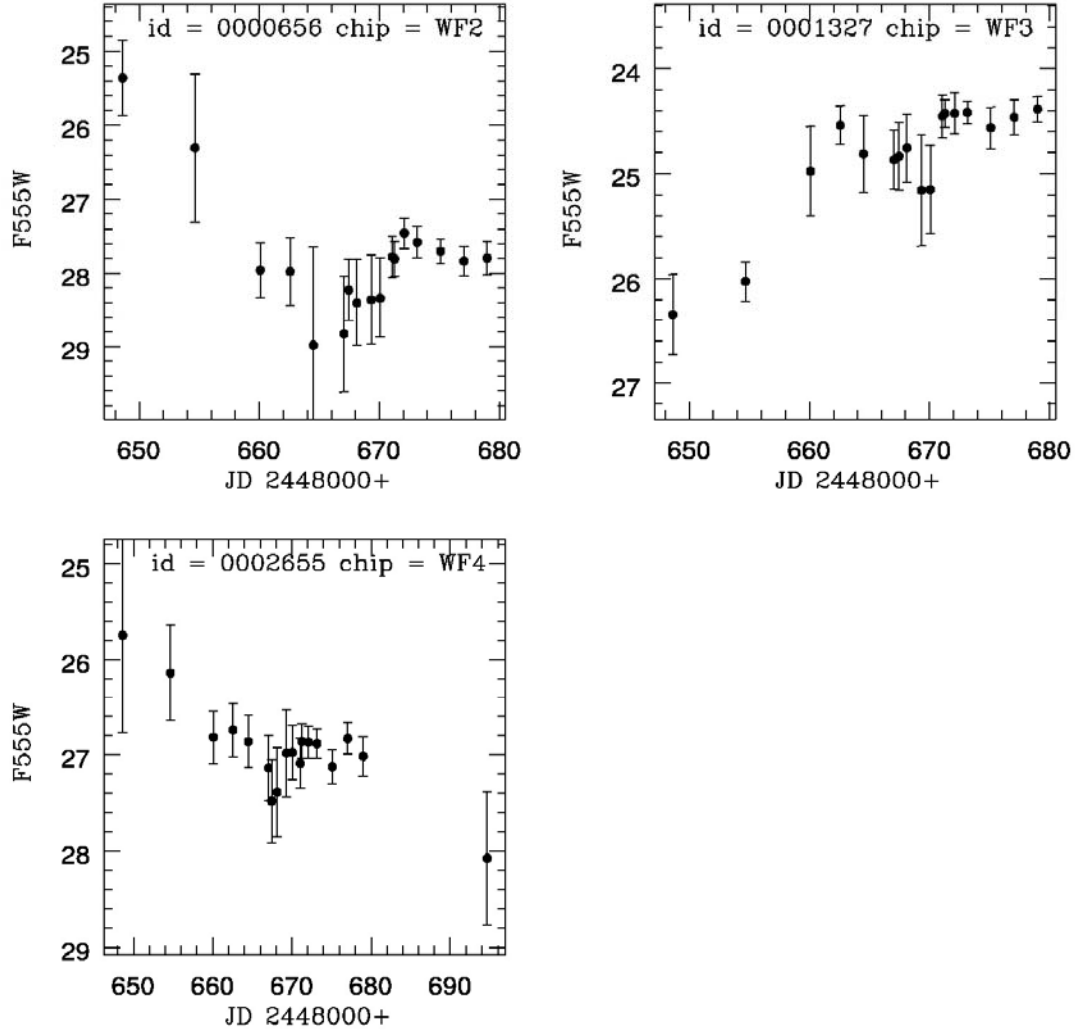


**Şekil 4.1.** IC 4182 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumları



**Tablo 4.2.** IC 4182 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri. R(") novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
656	13:05:45.883	+37:38:04.98	115.813	28.982	25.361
1327	13:05:50.087	+37:37:34.56	77.225	28.662	24.383
2655	13:05:47.777	+37:36:55.16	42.9803	28.075	25.745



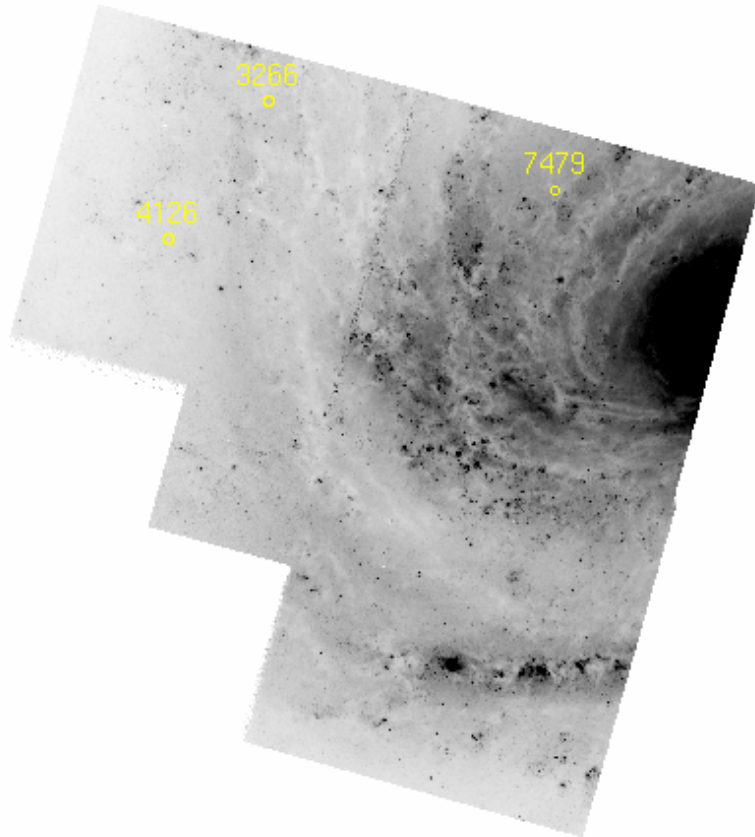
**Şekil 4.2.** IC 4182 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.2. M100

Sab türü bir galaksi olan M100'e ait veriler 57 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.3'te verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan üç nova Şekil 4.2'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.4'de verilmektedir.

**Tablo 4.3.** M100 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

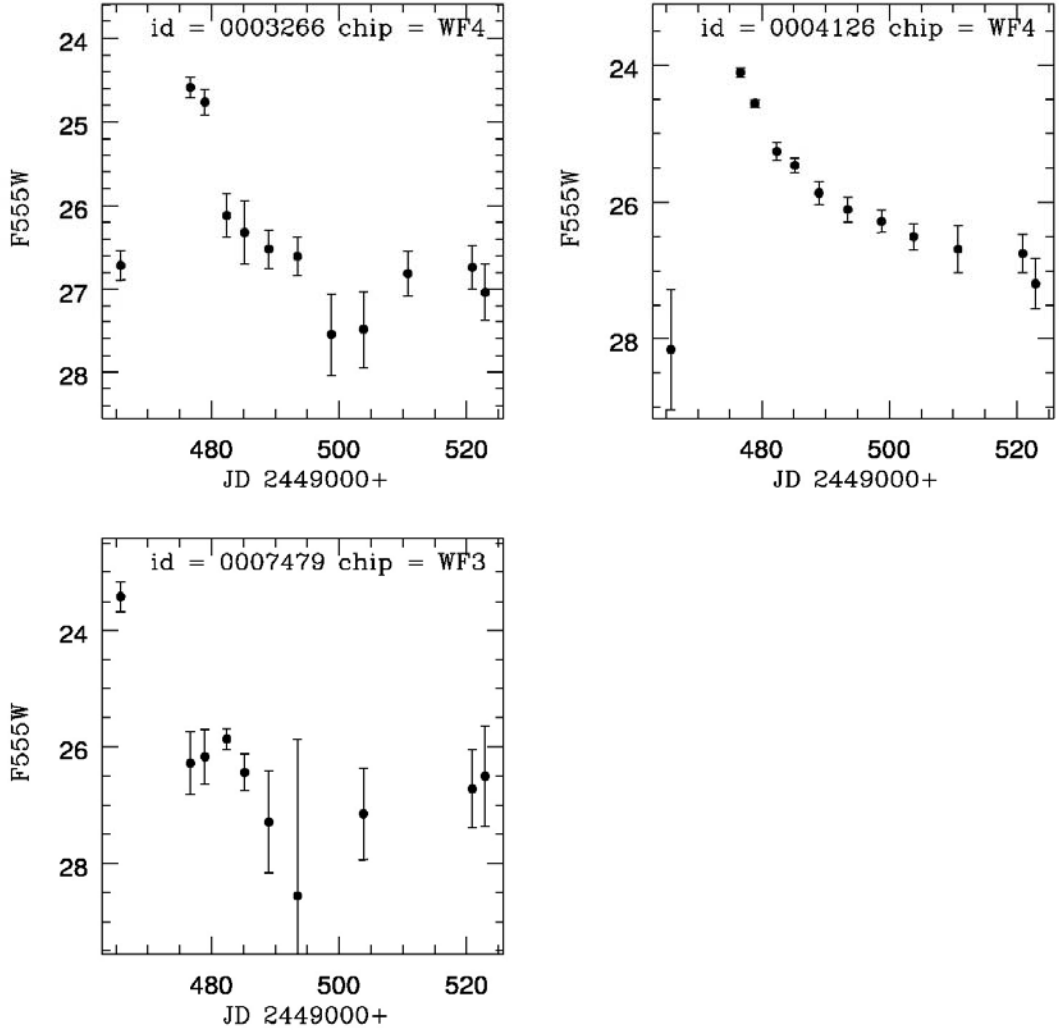
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	6278	6591	3990	821
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	129 (%2)	114 (%1)	88 (%2)	7 (%1)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0523	0.0629	0.0861	0.0471
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



**Şekil 4.3.** M100 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumları.

**Tablo 4.4.** M100 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri. R(") novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
3266	12:23:02.014	+15:50:12.45	116.81	27.550	24.580
4126	12:23:03.541	+15:49:42.04	127.835	28.157	24.104
7479	12:22:57.639	+15:49:52.72	52.9831	28.554	23.417



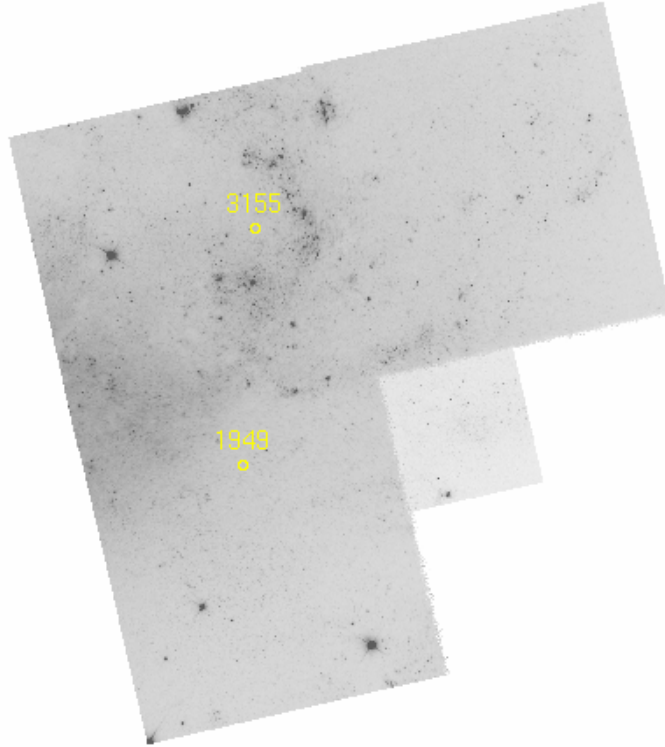
**Şekil 4.4.** M100 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

### 4.1.3. NGC 925

Sab türü bir galaksi olan NGC 925'e ait veriler yaklaşık 70 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.5'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan iki nova Şekil 4.5'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.6'da verilmektedir.

**Tablo 4.5.** NGC 925 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

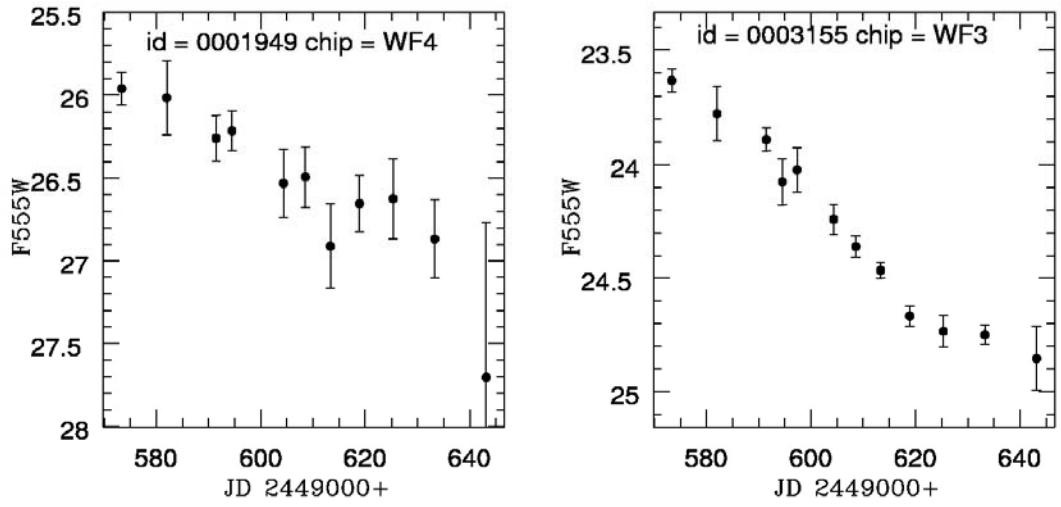
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	2866	8043	5443	808
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	94 (%3)	345 (%4)	279 (%5)	20 (%2)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0781	0.0839	0.2007	0.1321
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.5.** NGC 925 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumları.

**Tablo 4.6.** NGC 925 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri. R(“) novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
1949	02:27:09.352	+33:34:45.70	94.07	27.704	25.960
3155	02:27:09.093	+33:35:42.86	113.2	24.854	23.633



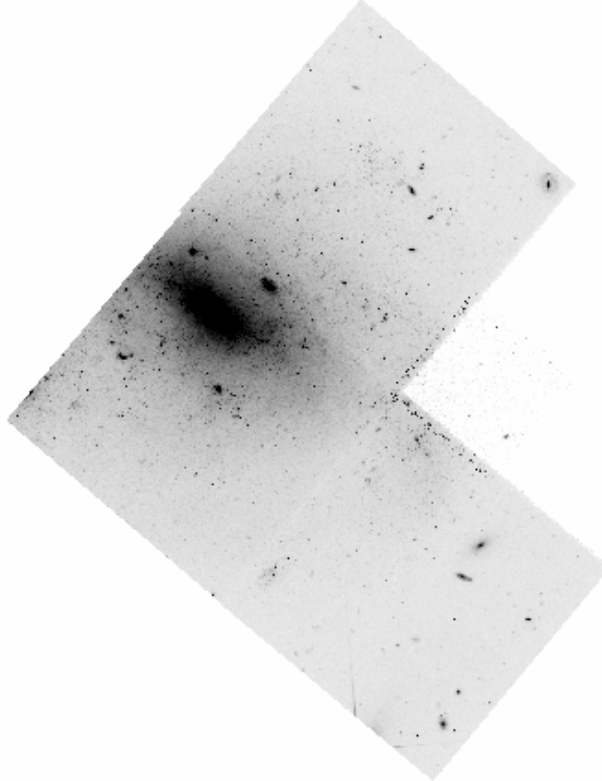
**Şekil 4.6.** NGC 925 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.4. NGC 1326A

Sb türü bir galaksi olan NGC 1326A'ya ait veriler 49 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.7'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Verilerin kapsadığı zaman aralığı boyunca NGC 1326A galaksisinde nova tespit edilememiştir. Galaksinin HST/WFPC2 ile gözlenen alanı Şekil 4.7'de verilmektedir.

**Tablo 4.7.** NGC 1326A galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	1166	2247	442	-
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	11 (%1)	40 (%1)	3 (%1)	-
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0264	0.0604	0.0936	-
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



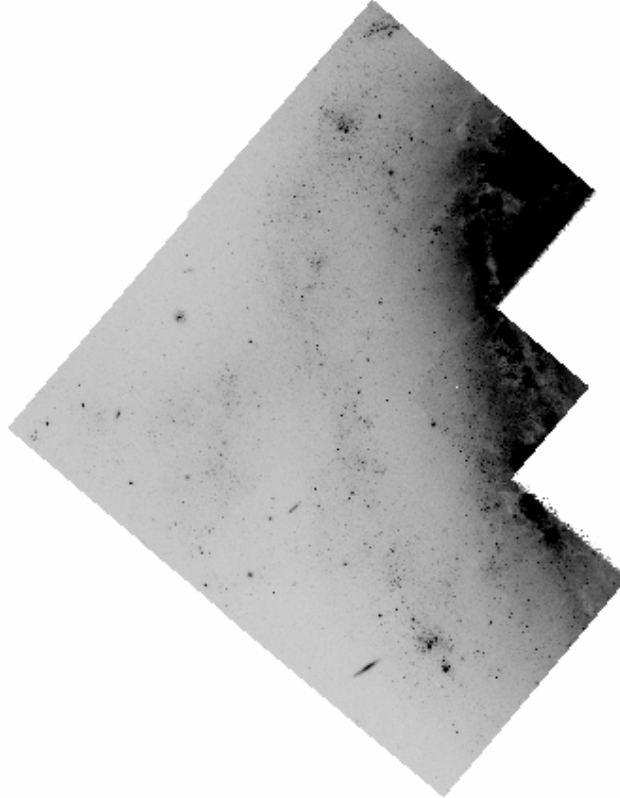
**Şekil 4.7.** NGC 1326A galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı.

#### 4.1.5. NGC 1365

Sbb türü bir galaksi olan NGC 1365'e ait veriler 49 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.8'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Verilerin kapsadığı zaman aralığı boyunca NGC 1365 galaksisinde nova tespit edilememiştir. Galaksinin HST/WFPC2 ile gözlenen alanı Şekil 4.8'de verilmektedir.

**Tablo 4.8.** NGC 1365 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	7765	3516	5475	2251
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	498 (%6)	239 (%6)	362 (%6)	59 (%2)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0456	0.0535	0.0513	-
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



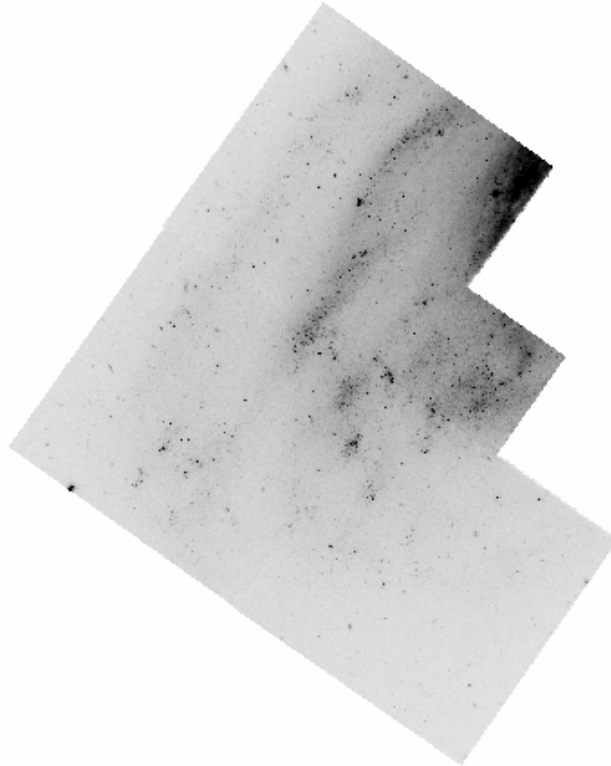
**Şekil 4.8.** NGC 1365 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı.

#### 4.1.6. NGC 1425

Sa türü bir galaksi olan NGC 1425'e ait veriler yaklaşık 50 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.9'da verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı F555W = 26 kadir olarak hesaplanmıştır. Verilerin kapsadığı zaman aralığı boyunca NGC 1425 galaksisinde nova tespit edilememiştir. Galaksinin HST/WFPC2 ile gözlenen alanı Şekil 4.9'da verilmektedir.

**Tablo 4.9.** NGC 1425 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	2322	1220	673	513
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	47 (%2)	23 (%1)	6 (%0)	1 (%0)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0406	0.0501	-	0.0693
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



**Şekil 4.9.** NGC 1425 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı.

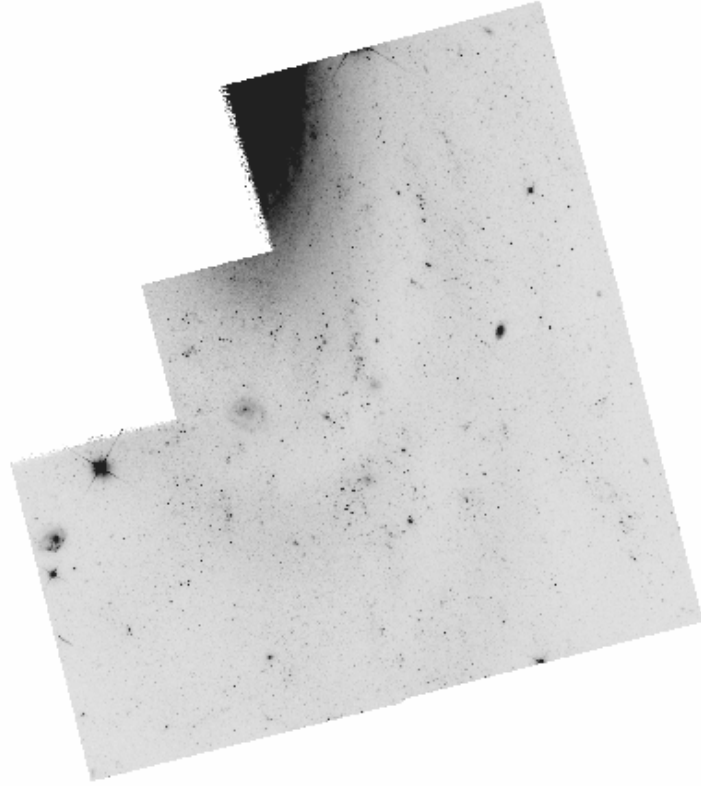


#### 4.1.7. NGC 2090

Sa türü bir galaksi olan NGC 2090'a ait veriler 50 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.10'da verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Verilerin kapsadığı zaman aralığı boyunca NGC 2090 galaksisinde nova tespit edilememiştir. Galaksinin HST/WFPC2 ile gözlenen alanı Şekil 4.10'da verilmektedir.

**Tablo 4.10.** NGC 2090 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	2880	2169	3225	375
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	127 (%4)	33 (%1)	83 (%2)	-
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	-	0.5545	0.0720	0.0911
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



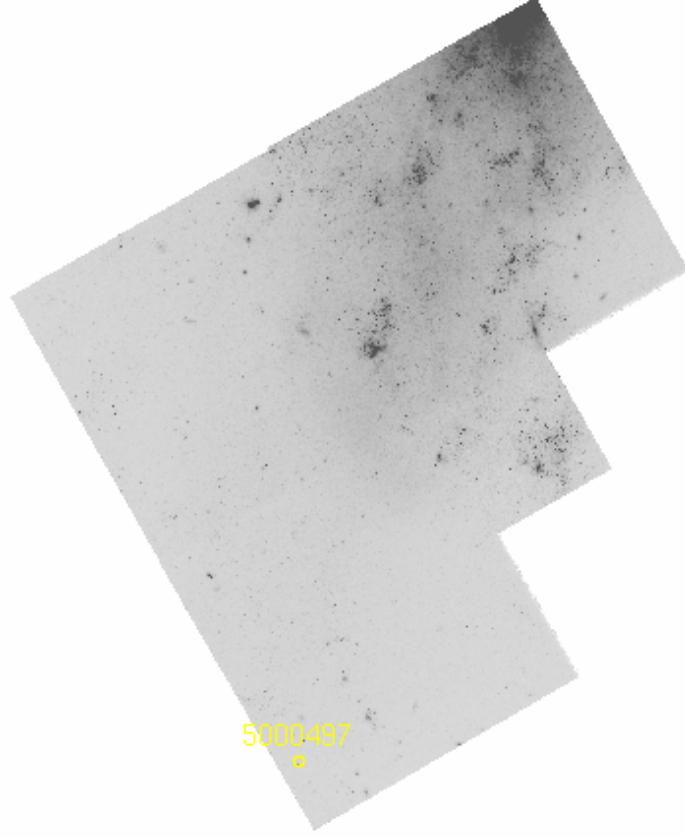
**Şekil 4.10.** NGC 2090 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı.

#### 4.1.8. NGC 2541

Sab türü bir galaksi olan NGC 2541'e ait veriler 46 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.11'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan tek nova Şekil 4.11'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novaya ait bilgiler Tablo 4.12'de verilmektedir.

**Tablo 4.11.** NGC 2541 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

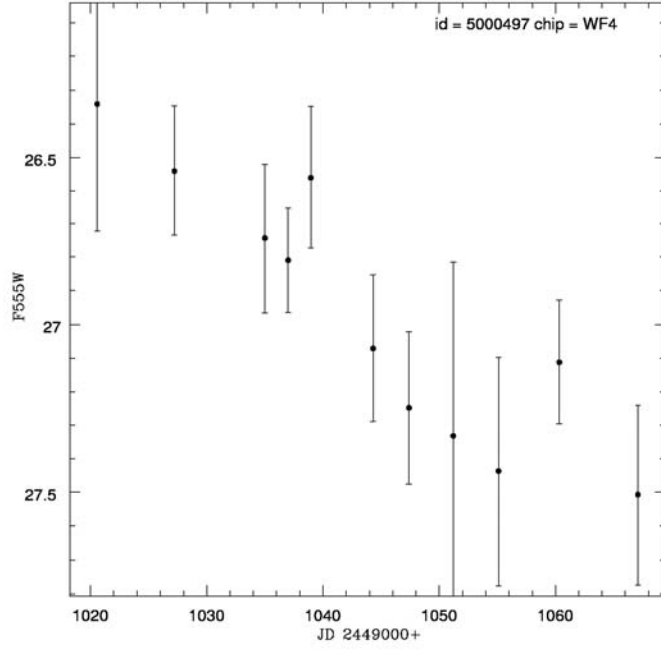
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	10479	4141	2536	1140
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	892 (%8)	305 (%7)	148 (%5)	5 (%0)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0686	0.0660	0.0824	0.0579
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.11.** NGC 2541 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novanın konumu.

**Tablo 4.12.** NGC 2541 galaksisinde tespit edilen novanın özellikleri. R(“) novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
5000497	08:14:45.560	+49:00:27.47	201.914	28.008	26.340



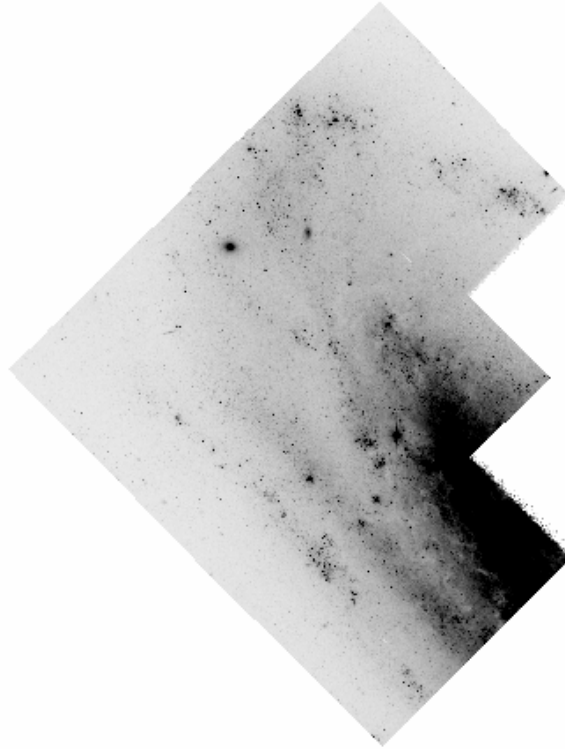
**Şekil 4.12.** NGC 2541 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.

#### 4.1.9. NGC 3198

Sb türü bir galaksi olan NGC 3198'e ait veriler 48 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.13'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Verilerin kapsadığı zaman aralığı boyunca NGC 3198 galaksisinde nova tespit edilememiştir. Galaksinin HST/WFPC2 ile gözlenen alanı Şekil 4.13'de verilmektedir.

**Tablo 4.13.** NGC 3198 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	4326	2749	6445	879
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	114 (%2)	41(%1)	205 (%3)	5 (%0)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0580	0.0611	0.0536	0.0577
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



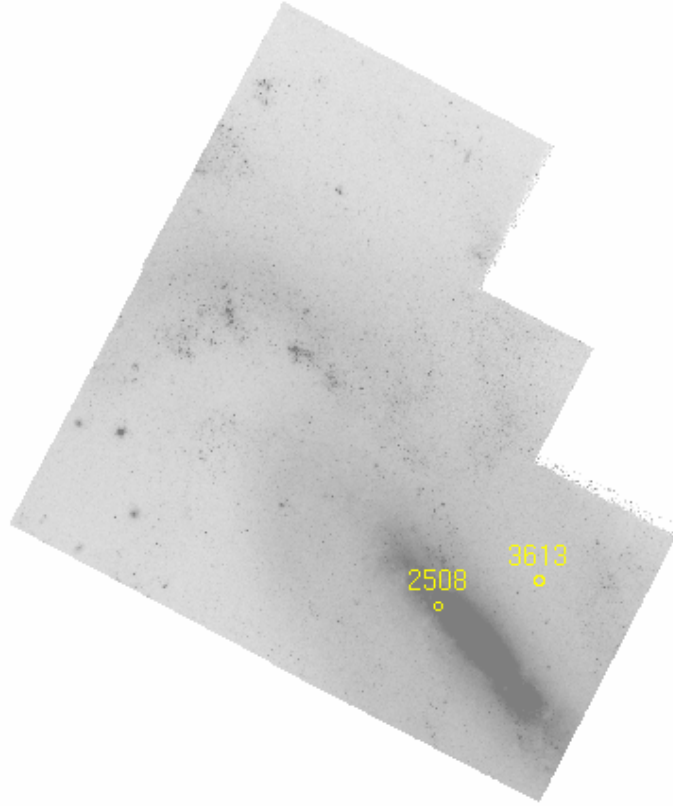
**Şekil 4.13.** NGC 3198 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı.

#### 4.1.10. NGC 3319

Sb türü bir galaksi olan NGC 3319'a ait veriler 47 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.14'te verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.14'teki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.15'de verilmektedir.

**Tablo 4.14.** NGC 3319 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

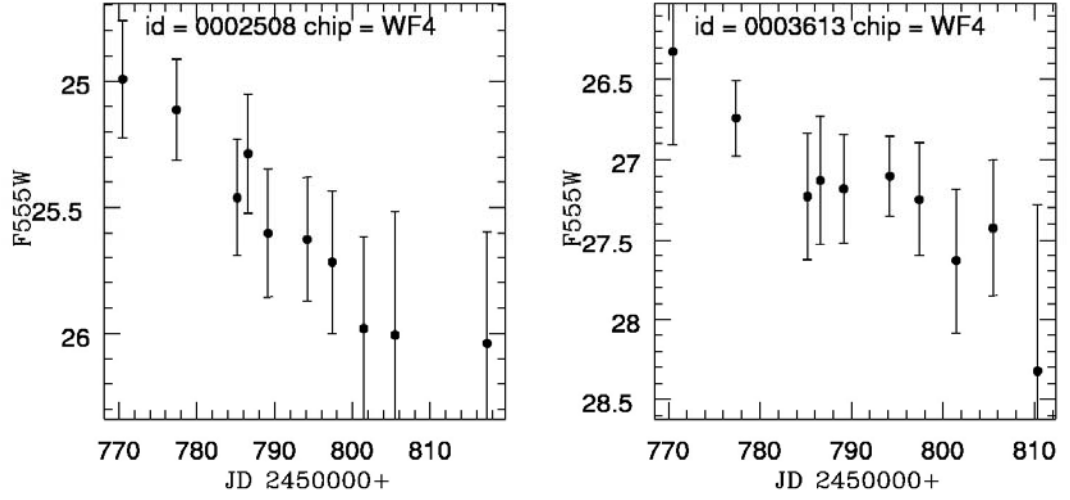
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	2210	890	3713	438
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	45 (%2)	558 (%62)	121 (%3)	1 (%0)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0393	-	0.0618	-
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.14.** NGC 3319 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.15.** NGC 3319 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
2508	10:39:10.436	+41:41:23.06	15.525	27.269	24.992
3613	10:39:08.158	+41:41:29.30	22.598	28.322	26.324

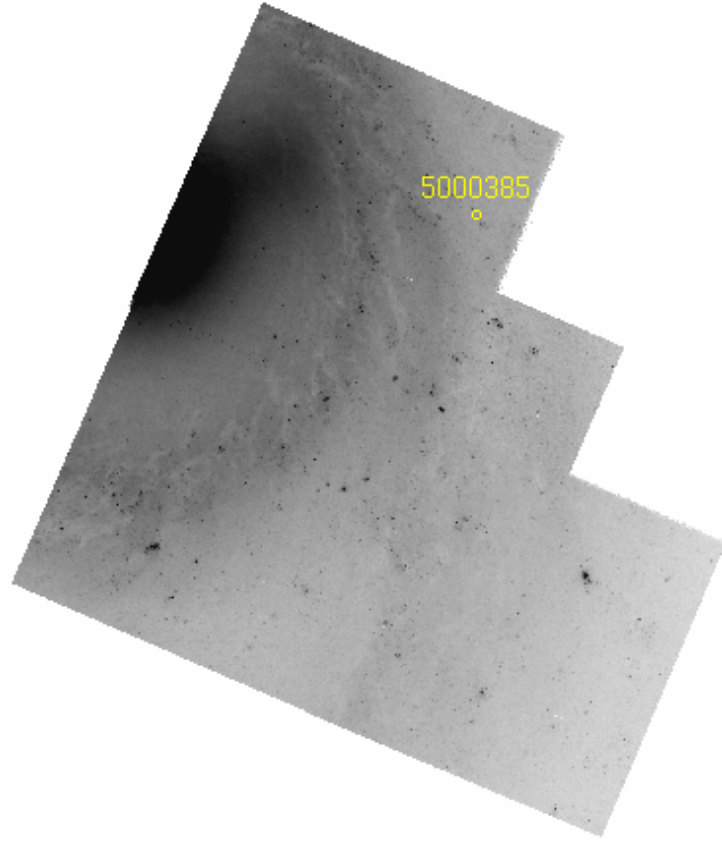
**Şekil 4.15.** NGC 3319 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.11. NGC 3351

Sb türü bir galaksi olan NGC 3351'e ait veriler 55 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.16'da verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan tek nova Şekil 4.16'daki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novaya ait bilgiler Tablo 4.17'de verilmektedir.

**Tablo 4.16.** NGC 3351 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

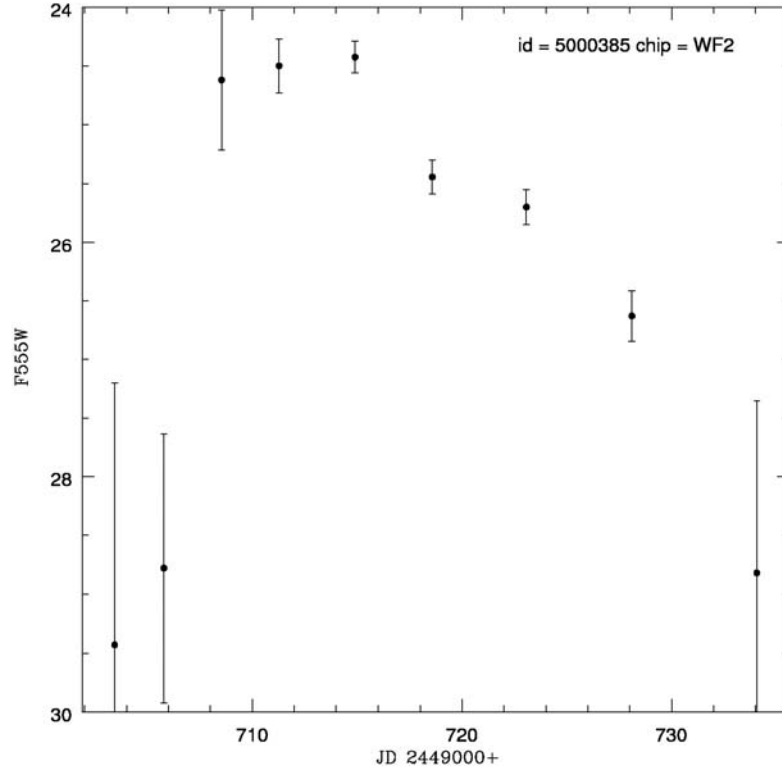
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	14152	11835	6454	641
<b>Problemli Kaynaklar</b>	1732 (%12)	1536 (%12)	548 (%8)	10 (%1)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0480	0.0463	0.0551	0.0586
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.16.** NGC 3351 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novanın konumu.

**Tablo 4.17.** NGC 3351 galaksisinde tespit edilen novanın özellikleri. R(") novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
5000385	10:43:52.368	+11:42:15.09	78.332	29.430	24.424



**Şekil 4.17.** NGC 3351 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.

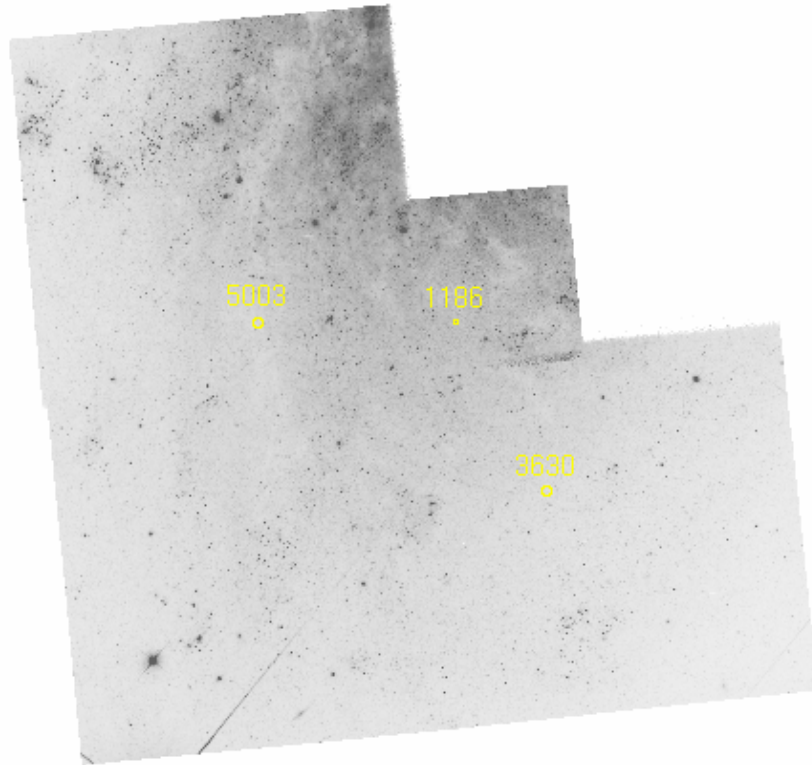


#### 4.1.12. NGC 3621

Sa türü bir galaksi olan NGC 3621'e ait veriler 59 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.18'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.18'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.19'da verilmektedir.

**Tablo 4.18.** NGC 3621 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

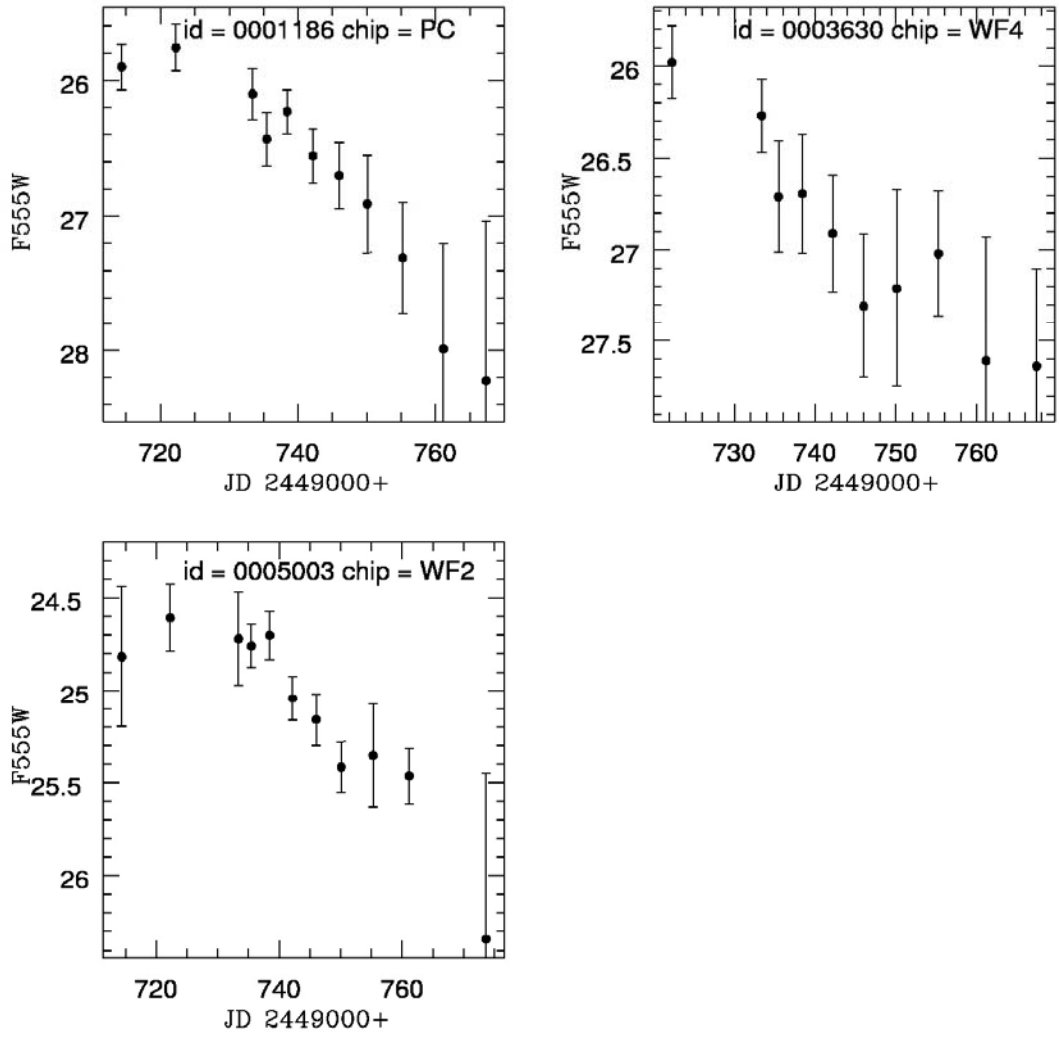
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	8418	8259	8412	1559
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	259 (%3)	342 (%4)	313 (%3)	35 (%2)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0512	0.0604	0.0474	0.0896
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



**Şekil 4.18.** NGC 3621 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.19.** NGC 3621 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri.  $R(^{\circ})$  novaların galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R ( $''$ )	$m_{\min}$	$m_{\max}$
1186	11:18:17.984	-32:50:34.57	105.618	28.225	25.759
3630	11:18:16.513	-32:51:09.14	138.534	27.639	25.979
5003	11:18:21.188	-32:50:34.74	119.67	26.339	24.608



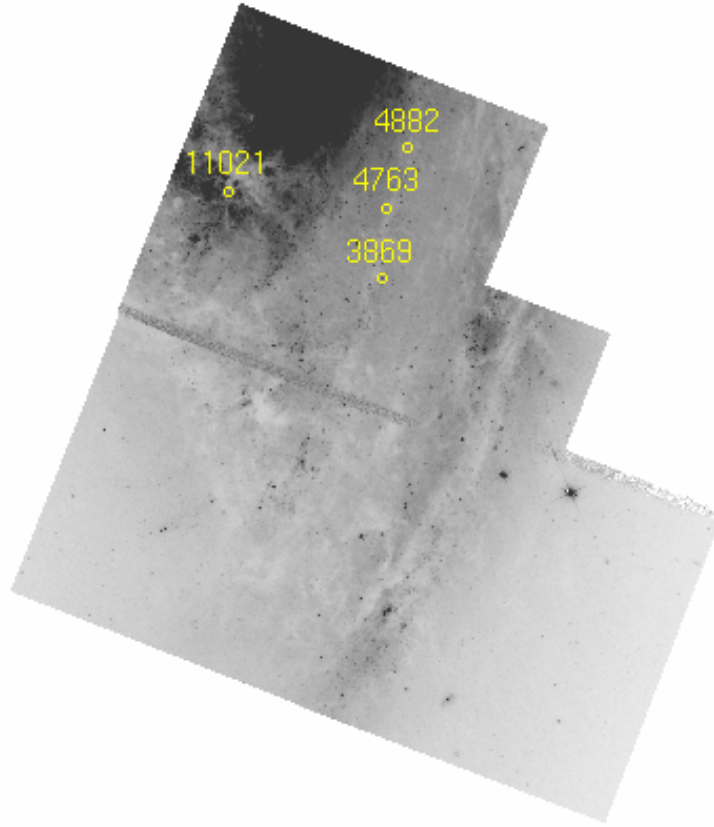
**Şekil 4.19.** NGC 3621 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.13. NGC 3627

Sab türü bir galaksi olan NGC 3627'e ait veriler 58 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.20'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 25$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.20'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.21'de verilmektedir.

**Tablo 4.20.** NGC 3627 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

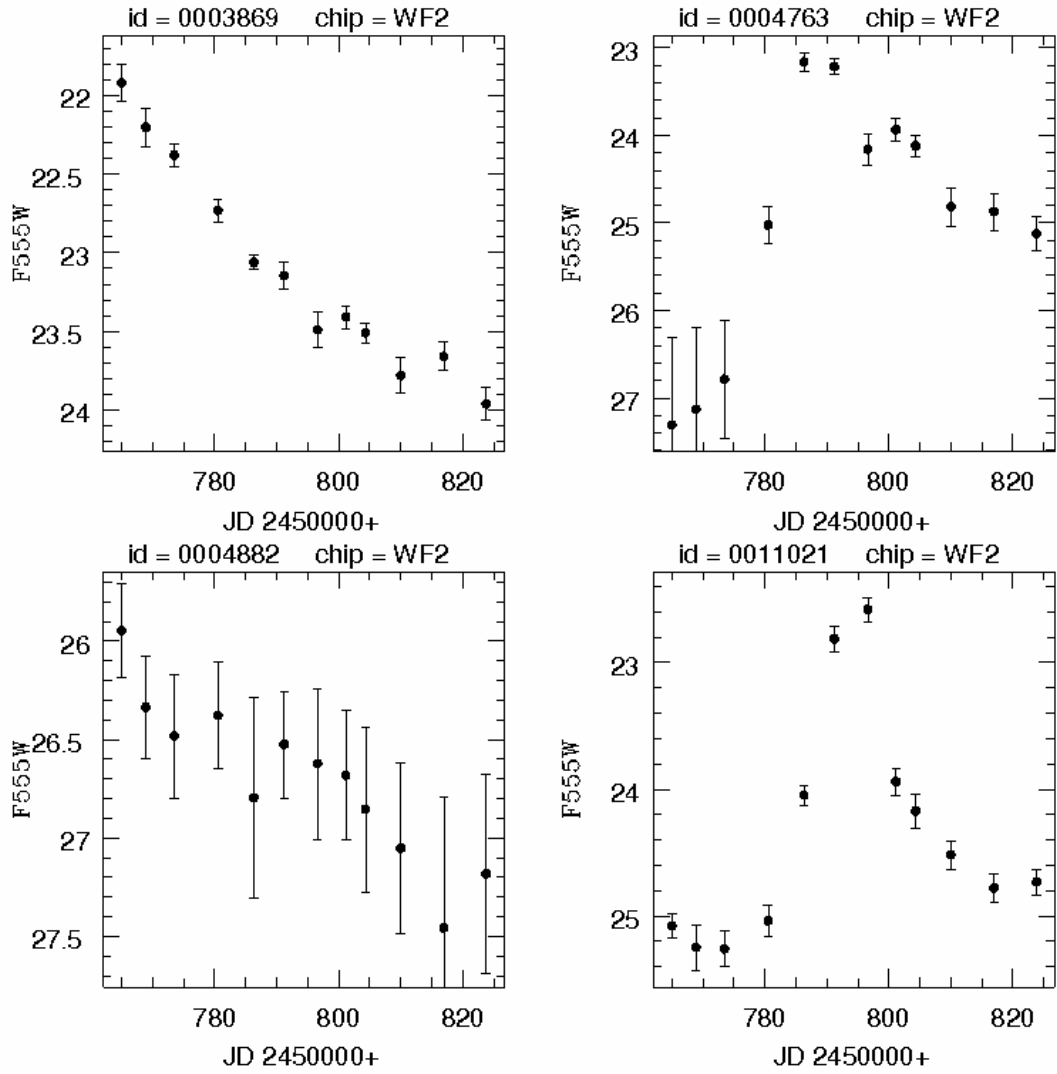
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	9395	8844	8519	3027
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	120 (%1)	569 (%6)	762 (%8)	130 (%4)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0395	0.0340	0.0434	0.0503
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 25$			



**Şekil 4.20.** NGC 3621 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.21.** NGC 3627 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri.  $R(^{\circ})$  novaların galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R ( $''$ )	$m_{\min}$	$m_{\max}$
3869	11:20:14.303	+12:58:20.14	70.240	23.962	21.922
4763	11:20:14.225	+12:58:36.69	54.177	27.310	23.163
4882	11:20:13.890	+12:58:50.80	42.195	27.458	25.947
11021	11:20:16.797	+12:58:40.67	55.314	25.260	22.582



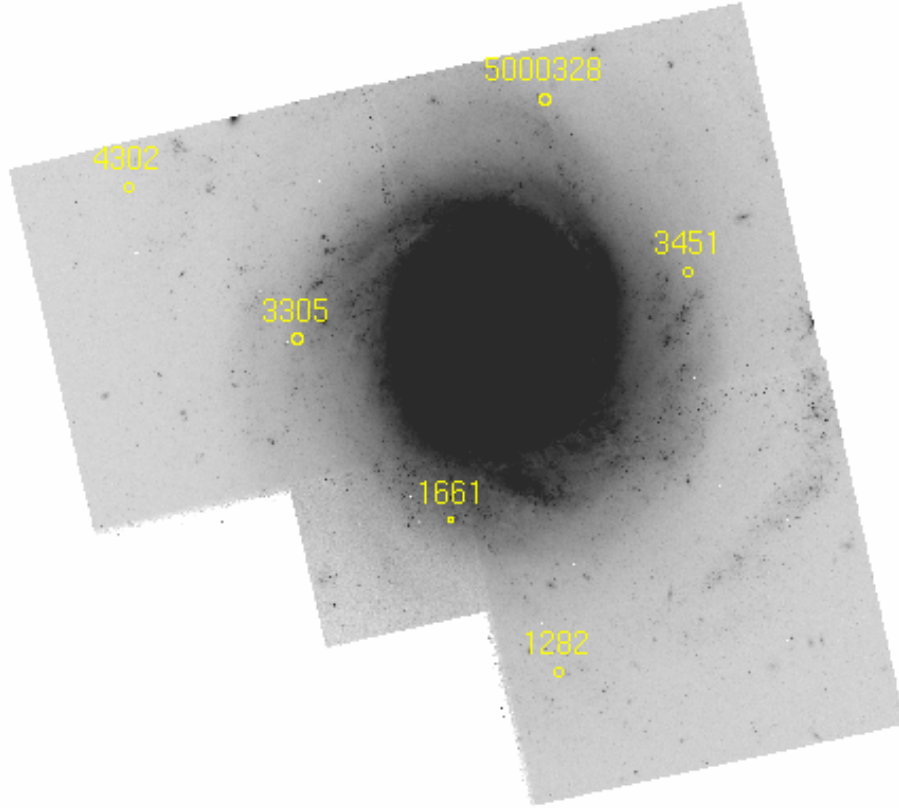
**Şekil 4.21.** NGC 3627 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.14. NGC 3982

Sab türü bir galaksi olan NGC 3982'ye ait veriler 53 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.22'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.22'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.23'te verilmektedir.

**Tablo 4.22.** NGC 3982 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

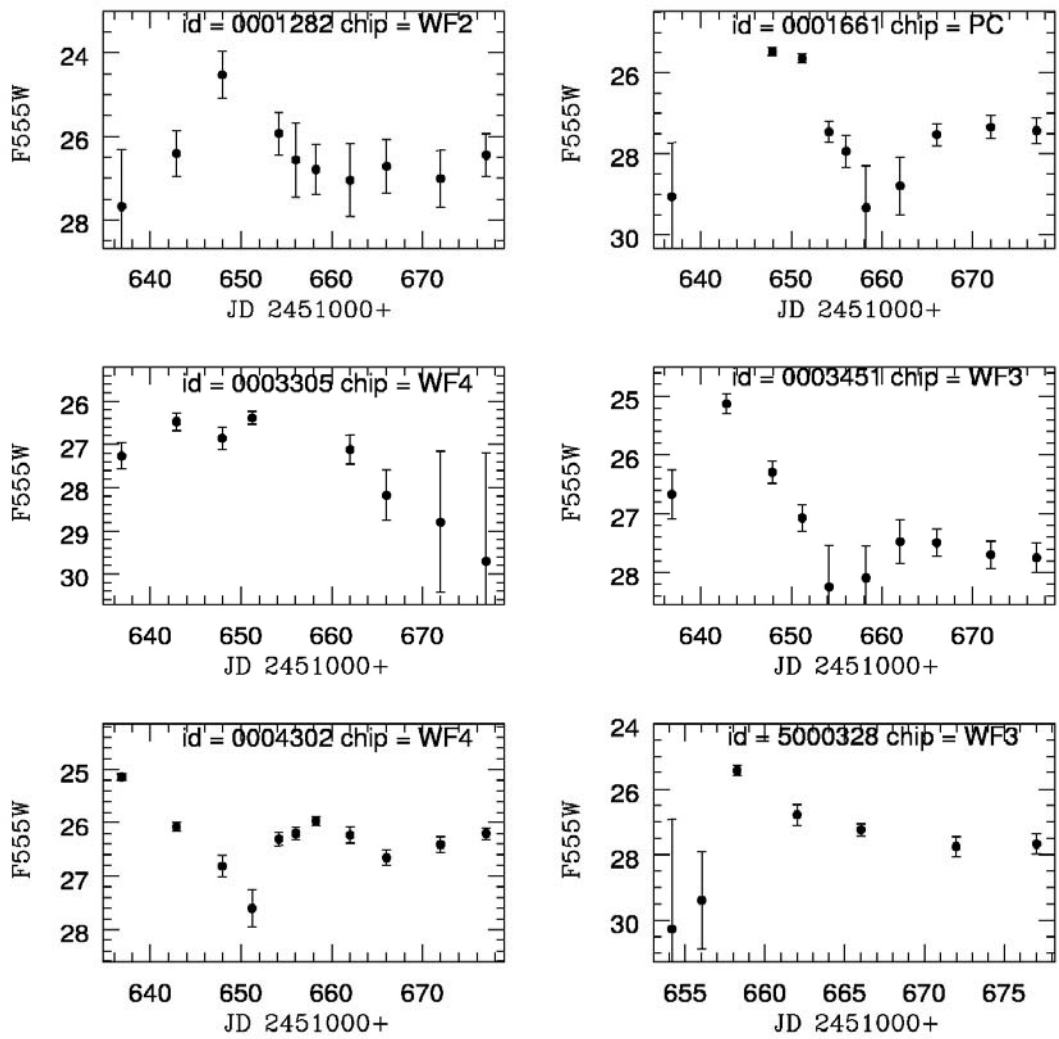
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	593	5576	2998	752
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	34 (%5)	172 (%3)	123 (%4)	26 (%3)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.1339	0.0492	0.0984	-
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



**Şekil 4.22.** NGC 3982 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.23.** NGC 3982 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri.  $R(^{\circ})$  novaların galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R ( $''$ )	$m_{\min}$	$m_{\max}$
1282	11:56:26.835	+55:06:22.20	69.542	27.676	24.525
1661	11:56:29.360	+55:06:53.03	39.265	29.331	25.475
3305	11:56:32.975	+55:07:29.37	41.601	29.706	26.380
3451	11:56:23.790	+55:07:42.96	39.121	28.244	25.123
4302	11:56:36.933	+55:08:00.03	80.952	27.604	25.140
5000328	11:56:27.144	+55:08:17.79	47.692	30.265	25.424



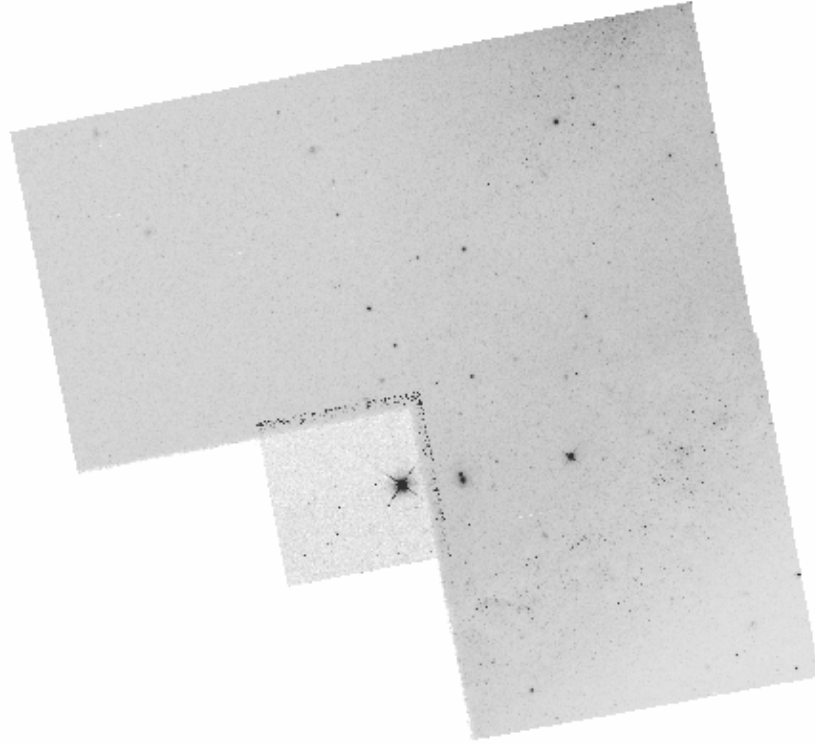
**Şekil 4.23.** NGC 3982 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.15. NGC 4258

Sab türü bir galaksi olan NGC 4258'e ait veriler yaklaşık 40 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.24'te verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 25$  kadir olarak hesaplanmıştır. Verilerin kapsadığı zaman aralığı boyunca NGC 4258 galaksisinde nova tespit edilememiştir. Galaksinin HST/WFPC2 ile gözlenen alanı Şekil 4.24'te verilmektedir.

**Tablo 4.24.** NGC 4258 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	1460	1181	359	-
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	25 (%1)	44 (%3)	62 (%17)	-
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0645	0.0512	0.7102	-
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 25			



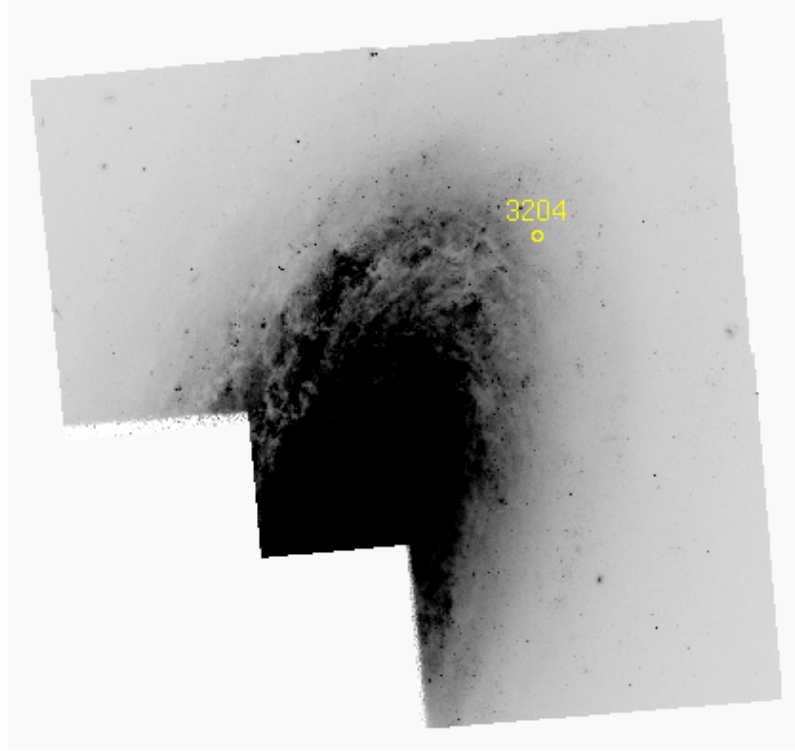
**Şekil 4.24.** NGC 4258 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı.

#### 4.1.16. NGC 4414

Sa türü bir galaksi olan NGC 4414'e ait veriler 64 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.25'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan nova Şekil 4.25'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novaya ait bilgiler Tablo 4.26'da verilmektedir.

**Tablo 4.25.** NGC 4414 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	4236	4514	682	6765
<b>Problemli Kaynaklar</b>	275 (%6)	251 (%5)	452 (%66)	4937 (%72)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0460	0.0618	-	1.4901
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			

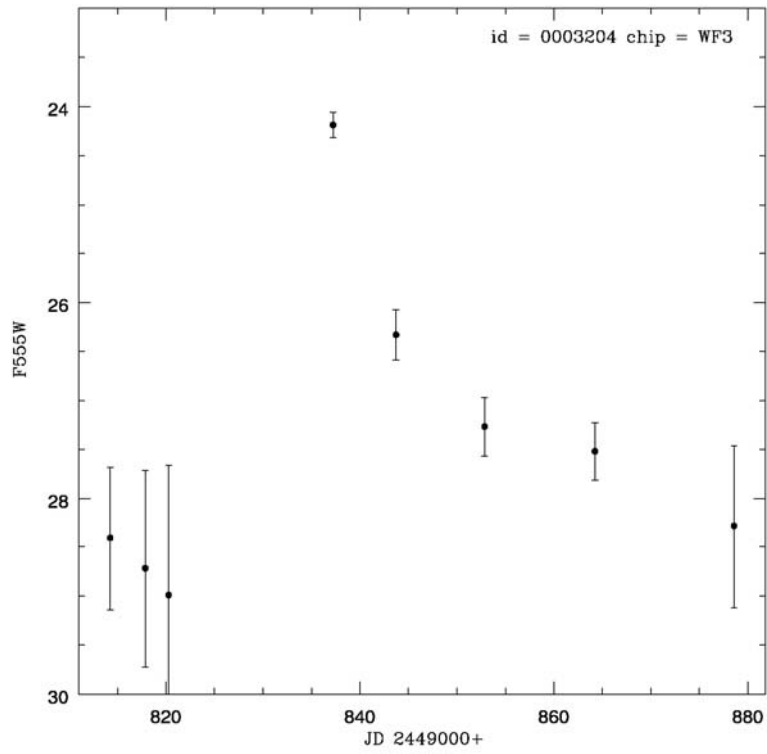


**Şekil 4.25.** NGC 4414 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novanın konumu.



**Tablo 4.26.** NGC 4414 galaksisinde tespit edilen novanın özellikleri. R(") novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
3204	12:26:23.933	+31:14:19.32	68.064	30.001	24.187



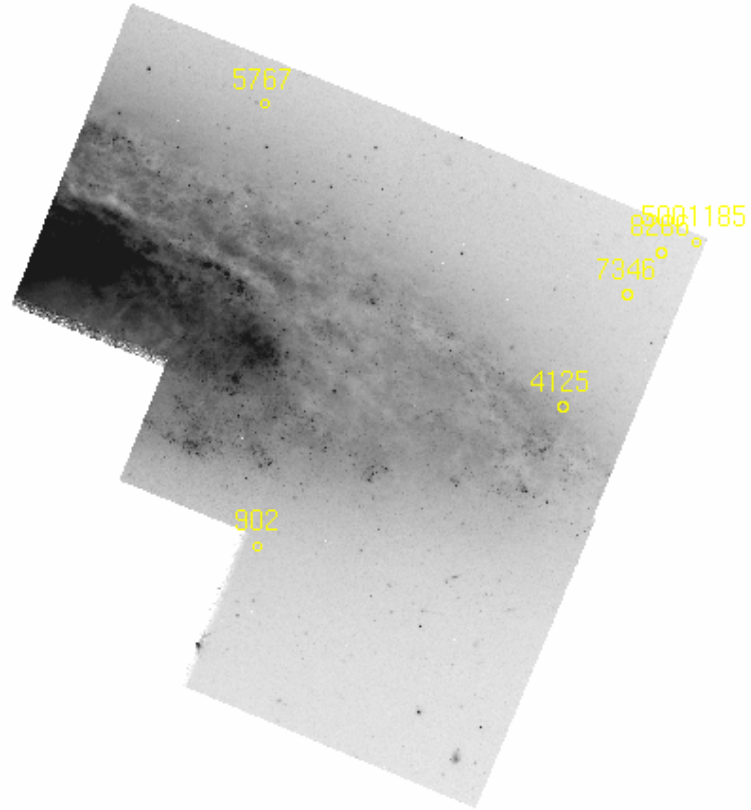
**Şekil 4.26.** NGC 4414 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.

#### 4.1.17. NGC 4527

Sab türü bir galaksi olan NGC 4527'e ait veriler 69 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.27'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 27$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.27'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.28'de verilmektedir.

**Tablo 4.27.** NGC 4527 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

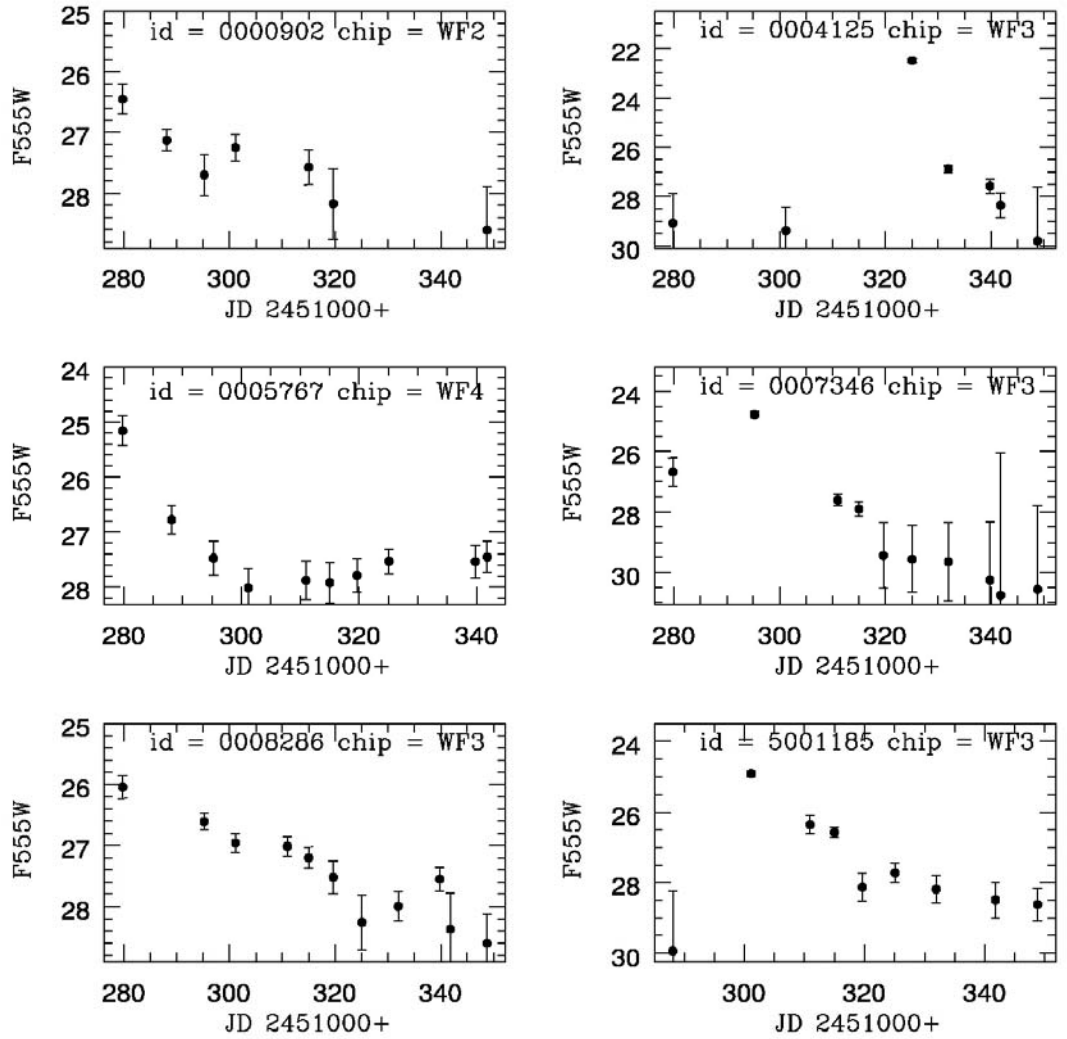
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	7670	8608	12793	3539
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	1198 (%15)	1131 (%13)	1237 (%9)	113 (%3)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0455	0.0522	0.0594	0.0655
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 27$			



**Şekil 4.27.** NGC 4527 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.28.** NGC 4527 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri.  $R(^{\circ})$  novaların galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R ( $''$ )	$m_{\min}$	$m_{\max}$
902	12:34:03.799	+02:37:49.81	108.404	30.005	26.448
4125	12:33:58.854	+02:38:23.63	151.719	29.782	22.492
5767	12:34:03.683	+02:39:37.07	74.9153	28.706	25.159
7346	12:33:57.799	+02:38:50.91	160.735	30.764	24.776
8286	12:33:57.236	+02:39:01.23	168.061	28.604	26.041
5001185	12:33:56.673	+02:39:03.45	176.319	29.933	24.914



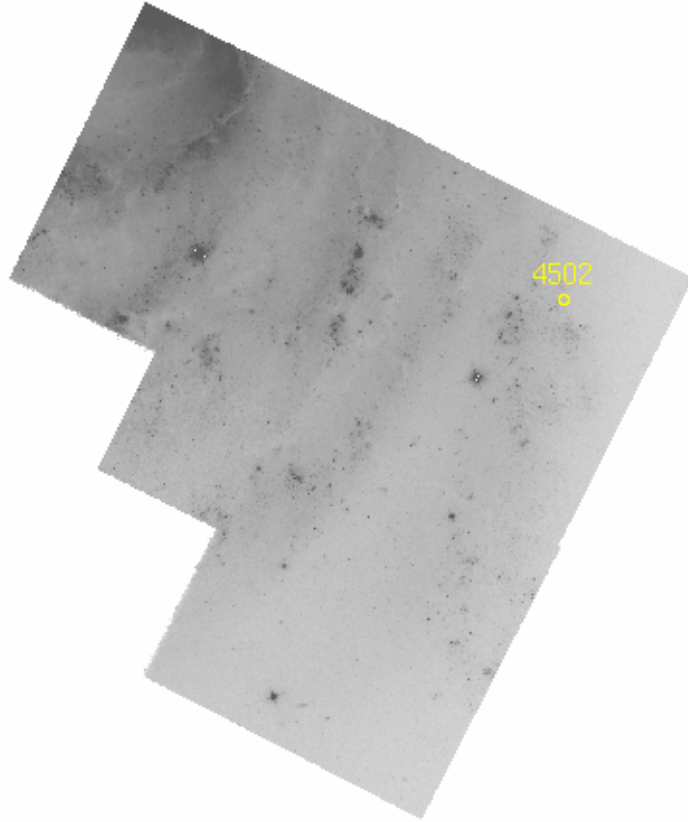
**Şekil 4.28.** NGC 4527 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.18. NGC 4535

Sab türü bir galaksi olan NGC 4535'e ait veriler yaklaşık 75 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.29'da verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan nova Şekil 4.29'daki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novaya ait bilgiler Tablo 4.30'da verilmektedir.

**Tablo 4.29.** NGC 4535 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

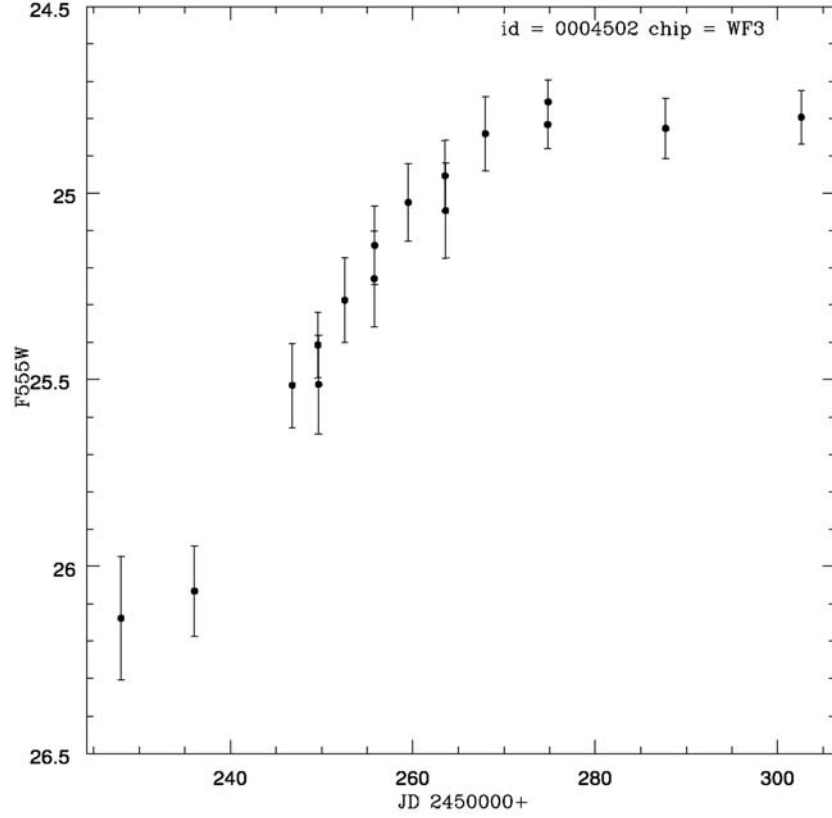
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	3072	5176	8762	491
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	160 (%5)	201 (%3)	628 (%7)	2 (%0)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0496	0.0611	0.0534	0.0477
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.29.** NGC 4535 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novanın konumu.

**Tablo 4.30.** NGC 4535 galaksisinde tespit edilen novanın özellikleri. R(“) novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
4502	12:34:13.395	+08:10:30.34	131.13	26.139	24.755



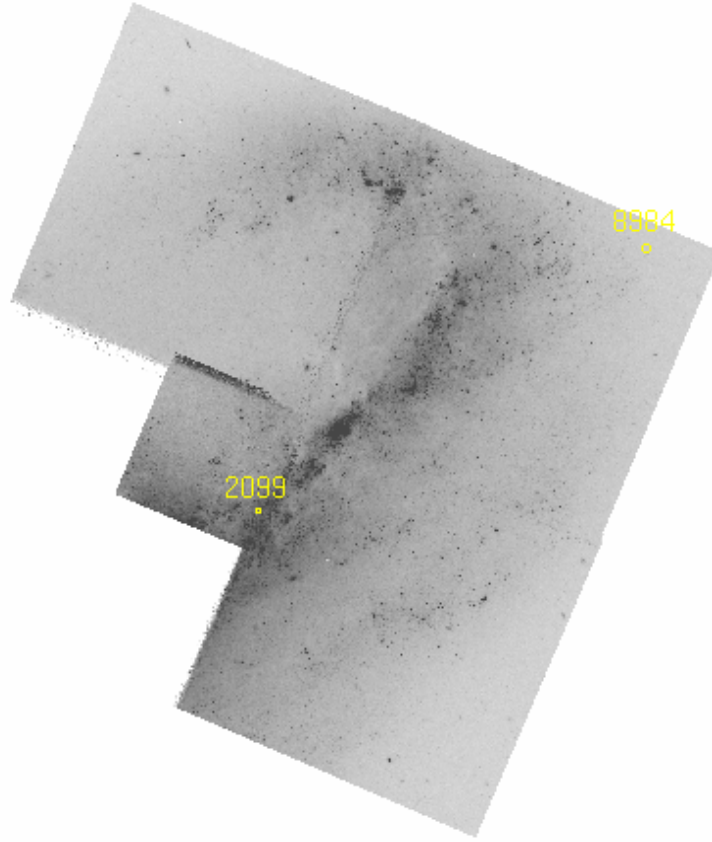
**Şekil 4.30.** NGC 4535 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.

#### 4.1.19. NGC 4536

Sab türü bir galaksi olan NGC 4536'ya ait veriler 67 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.31'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.31'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.32'de verilmektedir.

**Tablo 4.31.** NGC 4536 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

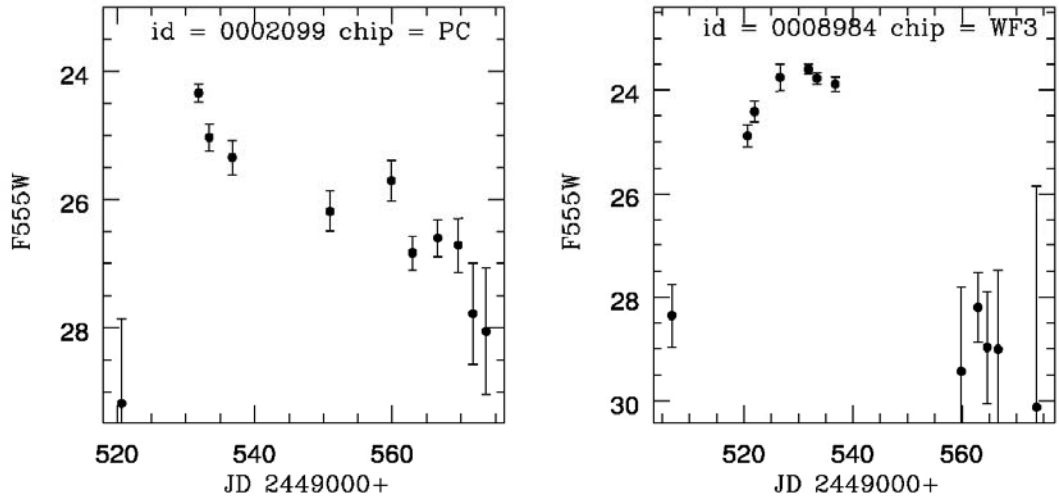
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	9365	9671	6853	1301
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	1413 (%15)	1141 (%11)	1151 (%16)	62 (%4)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0542	0.0798	0.0692	0.0448
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.31.** NGC 4536 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.32.** NGC 4536 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri.  $R(^{\circ})$  novaların galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R ( $''$ )	$m_{\min}$	$m_{\max}$
2099	12:34:21.077	+02:11:59.89	99.127	29.176	24.338
8984	12:34:14.976	+02:13:01.47	208.798	30.119	23.599



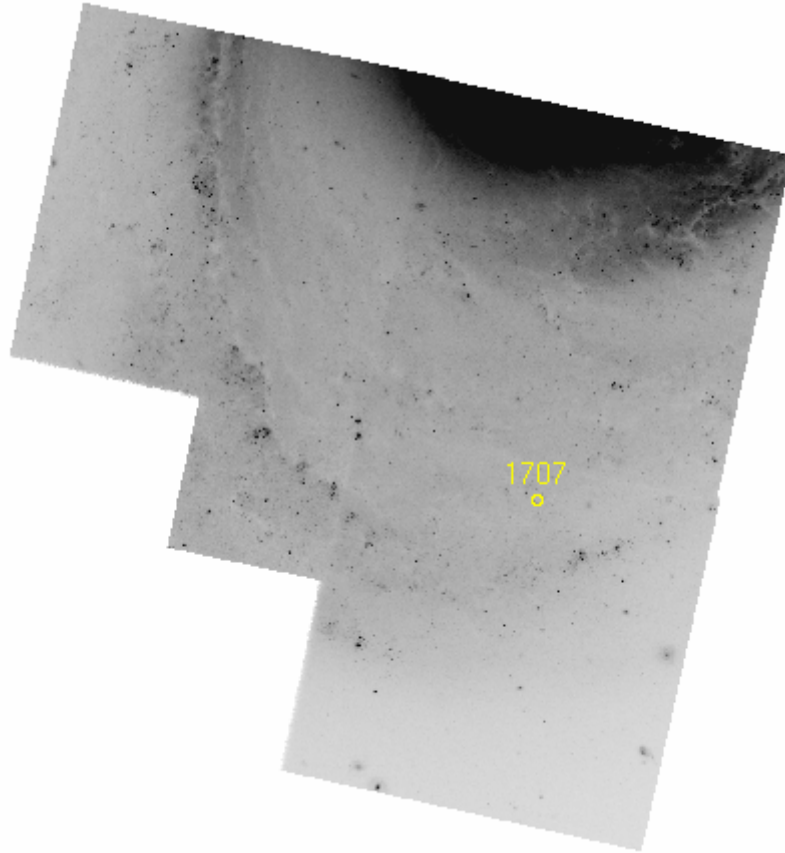
**Şekil 4.32.** NGC 4536 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.20. NGC 4548

Sbb türü bir galaksi olan NGC 4548'e ait veriler 60 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.33'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan nova Şekil 4.33'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novaya ait bilgiler Tablo 4.34'de verilmektedir.

**Tablo 4.33.** NGC 4548 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	1624	4461	2936	283
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	39 (%2)	316 (%7)	104 (%3)	6 (%2)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0598	0.0527	0.0483	0.0631
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			

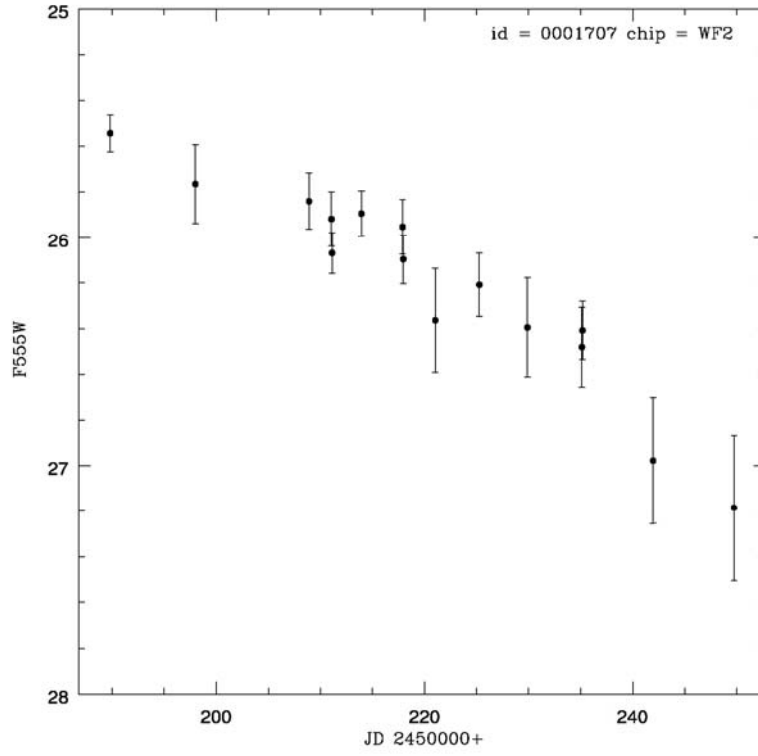


**Şekil 4.33.** NGC 4548 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novanın konumu.



**Tablo 4.34.** NGC 4548 galaksisinde tespit edilen novanın özellikleri. R(“) novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
1707	12:35:26.392	+14:28:13.73	93.096	27.185	25.027



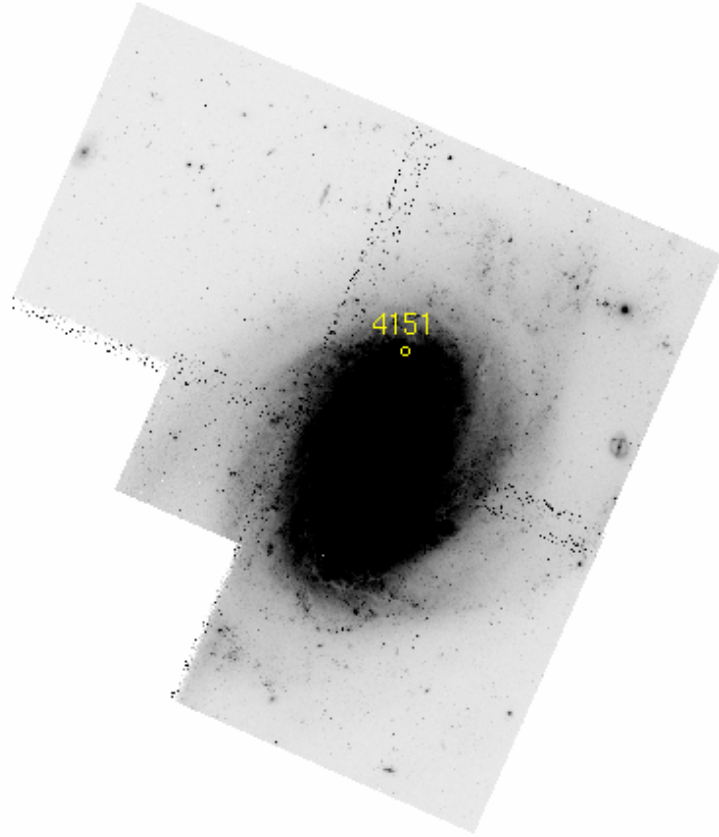
**Şekil 4.34.** NGC 4548 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.

#### 4.1.21. NGC 4639

Sab türü bir galaksi olan NGC 4639'a ait veriler 70 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.35'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 27$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan nova Şekil 4.35'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novaya ait bilgiler Tablo 4.36'da verilmektedir.

**Tablo 4.35.** NGC 4639 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

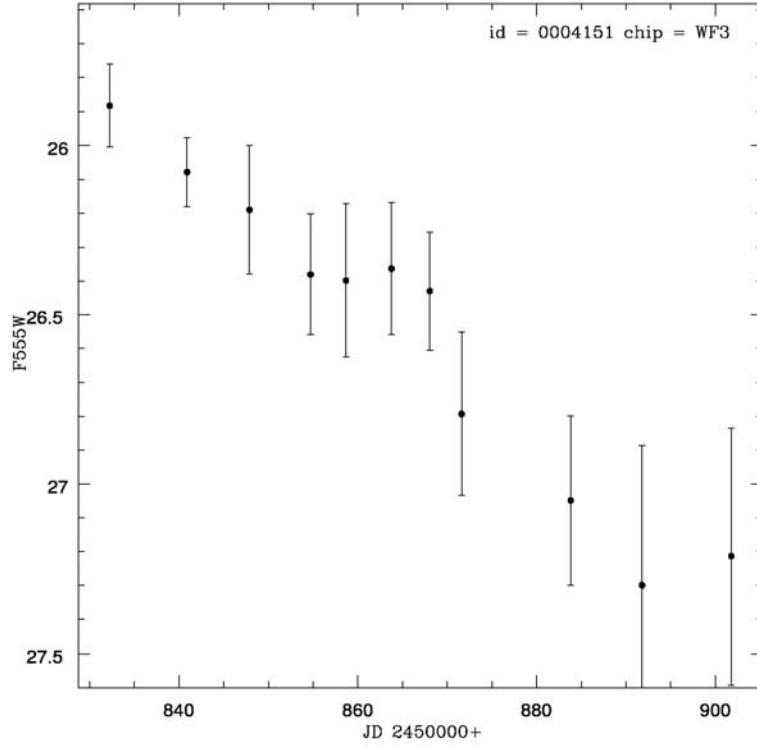
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	9342	9279	2755	1596
<b>Problemli Kaynaklar</b>	762 (%8)	941 (%10)	528 (%19)	234 (%14)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0405	0.0375	0.0294	-
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 27$			



**Şekil 4.35.** NGC 4639 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novanın konumu.

**Tablo 4.36.** NGC 4639 galaksisinde tespit edilen novanın özellikleri. R(“) novanın galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
4151	12:42:51.867	+13:15:52.07	26.548	27.577	25.882



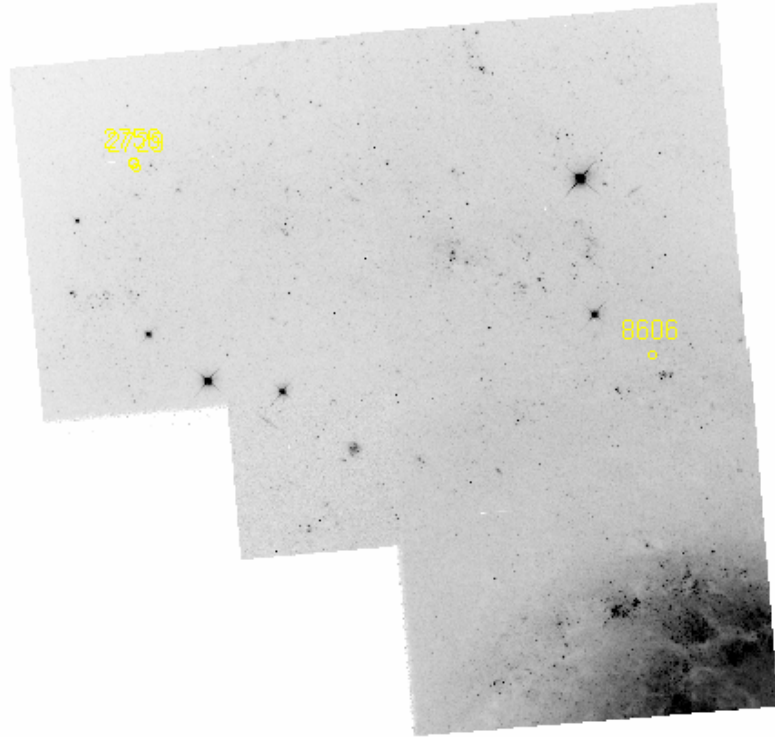
**Şekil 4.36.** NGC 4639 galaksisinde tespit edilen novanın ışık eğrisi.

#### 4.1.22. NGC 4725

Sab türü bir galaksi olan NGC 4725'e ait veriler 64 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.37'de verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.37'deki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.38'de verilmektedir.

**Tablo 4.37.** NGC 4725 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

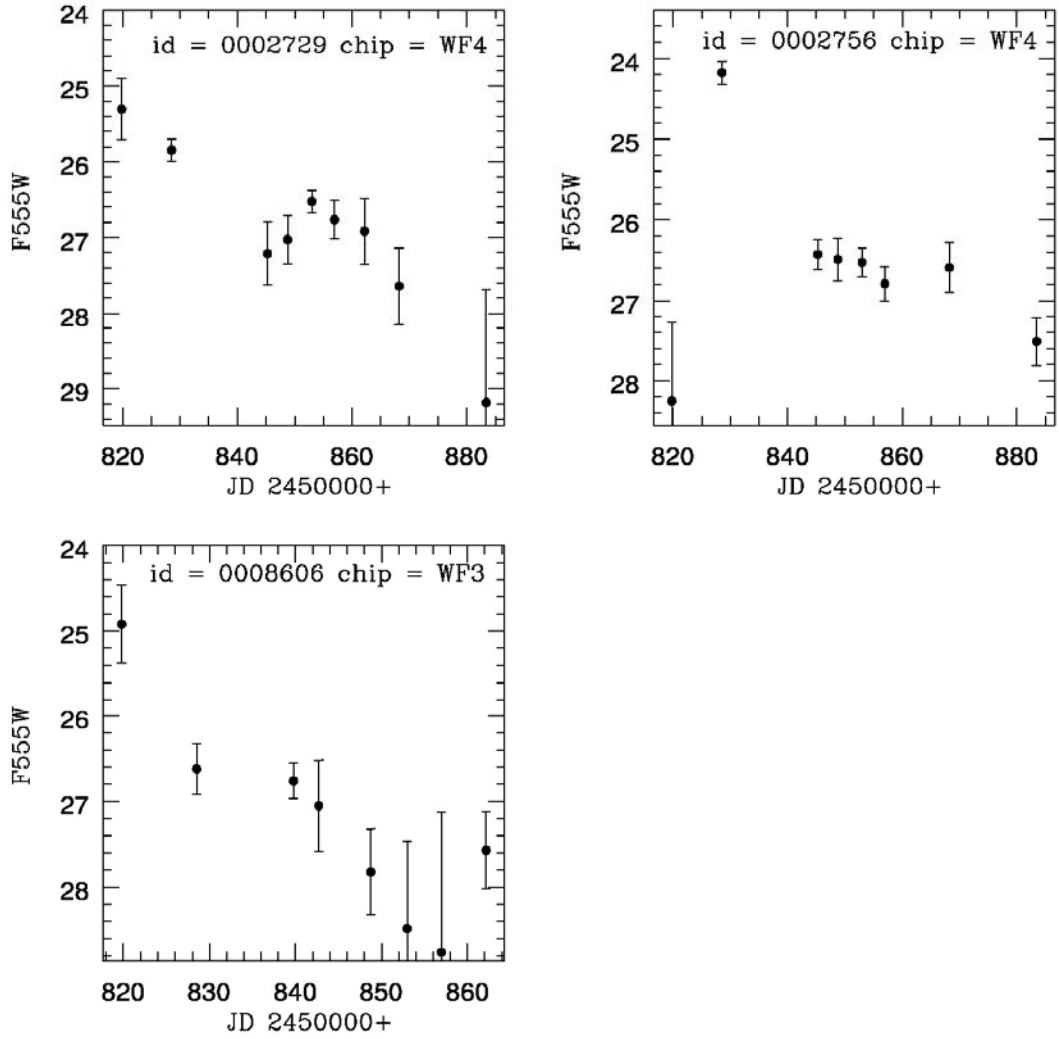
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	6414	2921	2235	191
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	477 (%7)	198 (%6)	117 (%5)	9 (%4)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0563	0.0697	0.1507	0.0989
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.37.** NGC 4725 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.38.** NGC 4725 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri. R(") novaların galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R (")	$m_{\min}$	$m_{\max}$
2729	12:50:41.113	+25:33:32.93	287.756	29.183	25.278
2756	12:50:41.171	+25:33:33.75	288.913	30.105	24.175
8606	12:50:33.071	+25:32:53.33	191.758	28.753	24.919



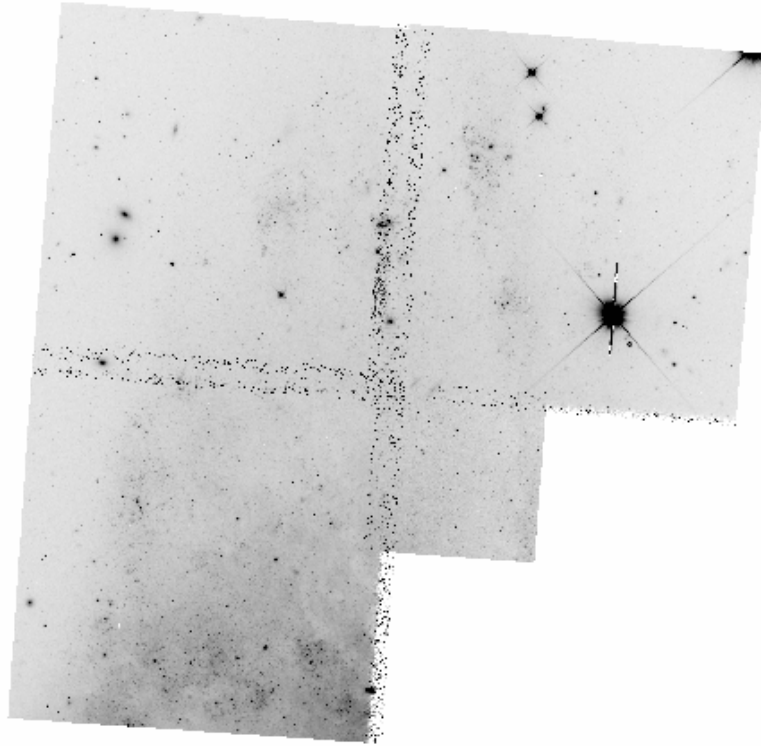
**Şekil 4.38.** NGC 4725 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.

#### 4.1.23. NGC 7331

Sab türü bir galaksi olan NGC 7331'e ait veriler yaklaşık 60 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.39'da verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Verilerin kapsadığı zaman aralığı boyunca NGC 7331 galaksisinde nova tespit edilememiştir. Galaksinin HST/WFPC2 ile gözlenen alanı Şekil 4.39'da verilmektedir.

**Tablo 4.39.** NGC 7331 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	3185	2751	7957	681
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	326 (%10)	308 (%11)	589 (%7)	98 (%14)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0658	0.0508	0.0541	-
<b>Limit Parlaklık</b>	F555W = 26			



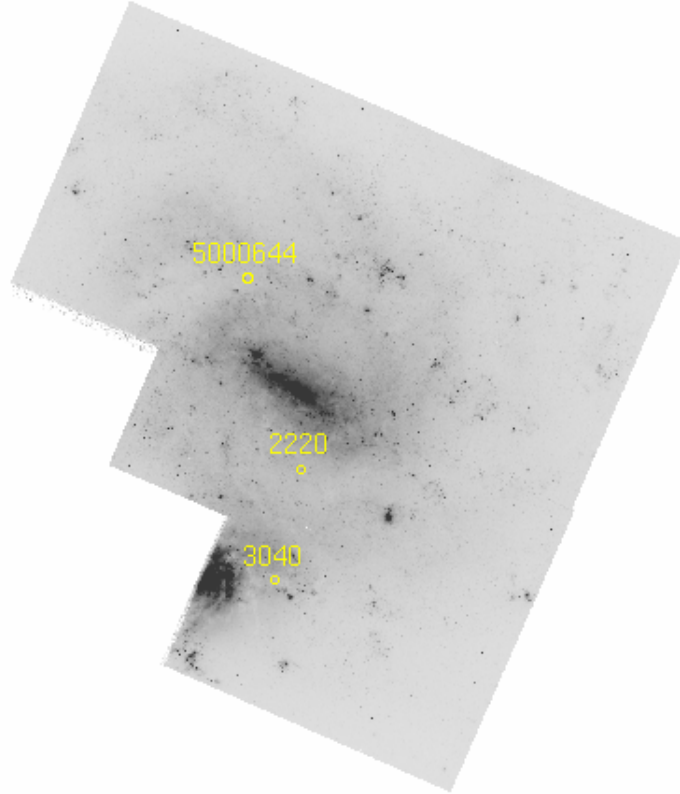
**Şekil 4.39.** NGC 7331 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı.

#### 4.1.24. NGC 4496

Sbc türü bir galaksi olan NGC 4496'ya ait veriler yaklaşık 71 günlük bir aralığı kapsamaktadır. Yapılan fotometrik analizlere ait bazı parametreler Tablo 4.40'da verilmektedir. Buna göre gözlemlerin limit parlaklığı  $F555W = 26$  kadir olarak hesaplanmıştır. Bulunan novalar Şekil 4.40'daki galaksi görüntüsü üzerinde gösterilmekte ve novalara ait bilgiler Tablo 4.41'de verilmektedir.

**Tablo 4.40.** NGC 4496 galaksisine ait bazı fotometrik parametreler.

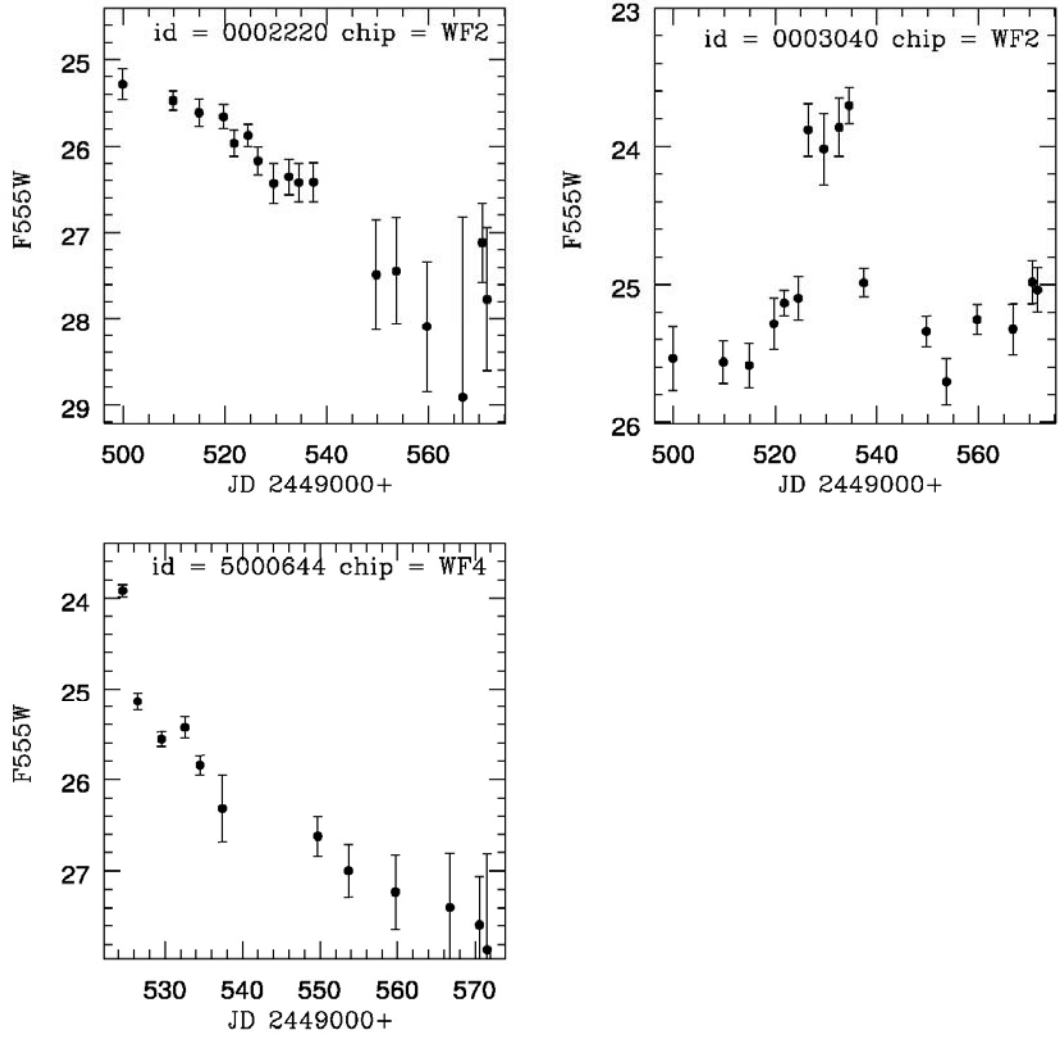
	WF2	WF3	WF4	PC
<b>Toplam Kaynak Sayısı</b>	10661	12516	12214	2678
<b>Problemlili Kaynaklar</b>	951 (%8)	1173 (%9)	1141 (%9)	130 (%4)
<b>Fotometrik Doğruluk</b>	0.0632	0.0533	0.0522	0.0592
<b>Limit Parlaklık</b>	$F555W = 26$			



**Şekil 4.40.** NGC 4496 galaksisinin HST/WFPC2 ile gözlenen kısmı ve tespit edilen novaların konumu.

**Tablo 4.41.** NGC 4496 galaksisinde tespit edilen novaların özellikleri.  $R(^{\circ})$  novaların galaksi merkezinden uzaklığını,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  sırasıyla, ölçülen minimum ve maksimum parlaklıkları ifade etmektedir.

Nova	RA ( $\alpha$ )	Dec ( $\delta$ )	R ( $''$ )	$m_{\min}$	$m_{\max}$
2220	12:31:39.242	+03:56:02.01	12.042	28.917	25.281
3040	12:31:39.678	+03:55:34.43	24.075	25.706	23.705
5000644	12:31:40.147	+03:56:49.71	51.751	27.857	23.918



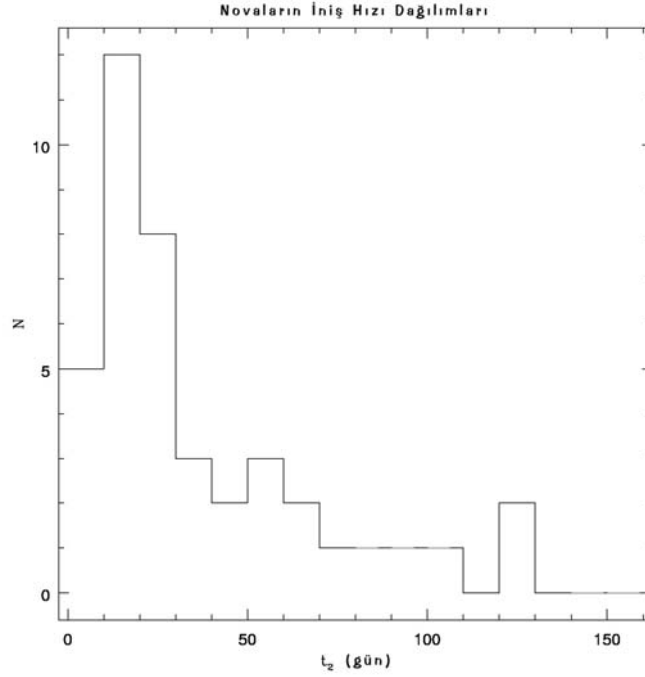
**Şekil 4.41.** NGC 4496 galaksisinde tespit edilen novaların ışık eğrileri.



## 4.2. MAKSİMUM PARLAKLIK – İNİŞ HIZI İLİŞKİSİ

Birinci bölümde de belirtildiği üzere, novaların maksimum mutlak parlaklıkları ile iniş hızları ( $v_d$ ) arasında bir ilişki bulunmaktadır (MMRD). Bu ilişki sayesinde novalar, ikincil bir uzaklık belirteci olarak kullanılabilirler. Tez çalışmasında tespit edilen 41 novanın iniş hızları lineer yaklaşımla belirlenmiştir. Tez kapsamında tespiti yapılan 41 novanın 18'inin maksimum parlaklığı belirlenebilmiş geriye kalan 23 novanın maksimum parlaklıkları Downes ve Duerbeck (2000) tarafından verilmiş olan MMRD ilişkisi (Denklem 2.2) kullanılarak hesaplanmıştır.

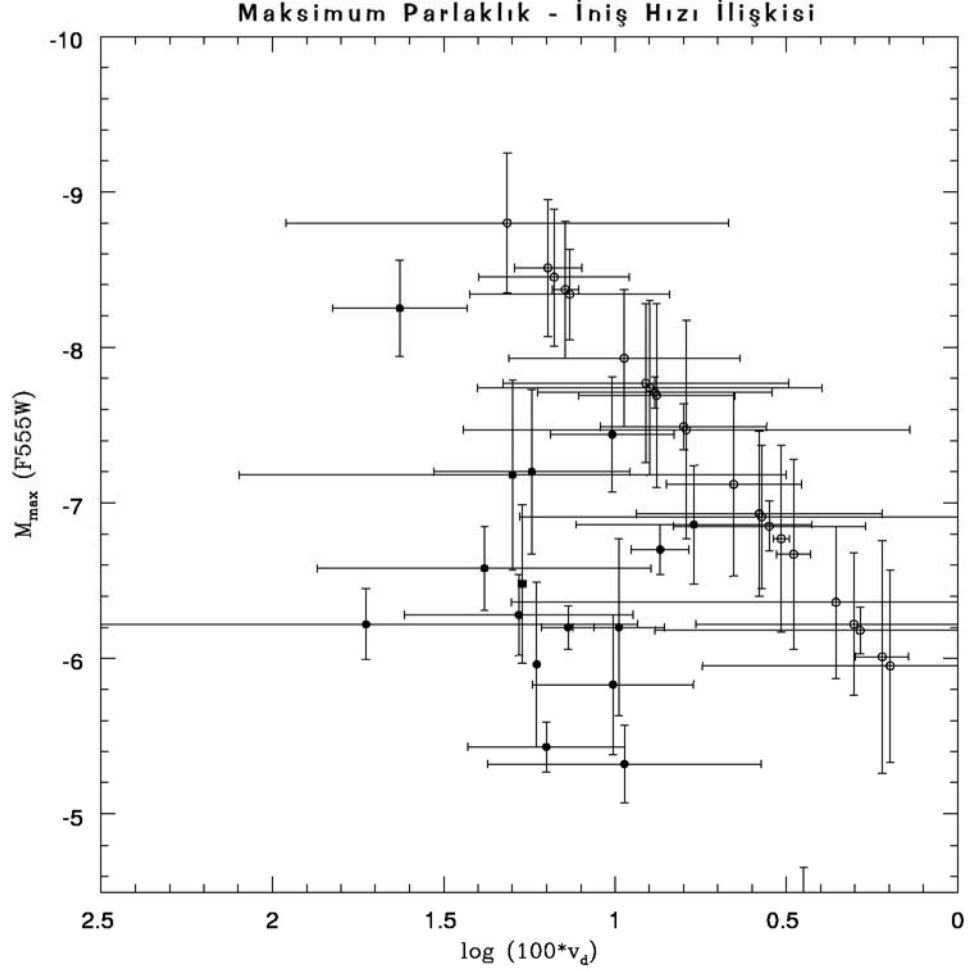
İniş hızlarının belirlenmesi, MMRD ilişkisinin iyileştirilmesi için kullanılmalarının yanında novalar için birincil sınıflama yöntemini de oluşturmaktadır. Buna göre; iki kadir sönükleşme için geçen zaman ( $t_2$ ) novaların hızını belirlemekte ve bu hızlara göre sınıflama yapılmaktadır. Şekil 4.42'de bu çalışmada tespit edilen novaların  $t_2$  değerlerinin dağılımı verilmektedir. Buna göre; 41 novanın 7'si (% 17) çok hızlı nova, 16'sı (% 39) hızlı nova, 11'i (% 27) oldukça hızlı nova ve 7'si (% 17) yavaş nova sınıfına girmektedir. Novaların  $t_2$  süreleri ve hız sınıfları Tablo 4.42'de verilmektedir.



Şekil 4.42. Bu çalışmada tespit edilen novaların  $t_2$  süreleri dağılımı.

**Tablo 4.42.** Novaların  $t_2$ ,  $M_{max}$  değerleri ve hız sınıfları.  $t_2$  novanın iki kadir söntükleşmesi için geçen süreyi,  $M_{max}$  maksimum mutlak parlaklığı ifade etmektedir. Hız sınıfları ise şu şekildedir; ÇH: Çok Hızlı, OH: Oldukça Hızlı, H: Hızlı, Y: Yavaş.

GALAKSİ	NOVA ID	$t_2$ (gün)	$t_{2, err}$ (gün)	$M_{max}$	$M_{max, err}$	Hız Sınıfı
IC4182	0000656	10	2	-8.80	0.45	ÇH
IC4182	0002655	25	12	-7.74	0.56	H
M100	0003266	15	1	-6.20	0.14	H
M100	0004126	21	1	-7.93	0.44	H
M100	0007479	13	2	-8.45	0.44	H
NGC925	0001949	127	24	-5.95	0.62	Y
NGC925	0003155	88	4	-6.36	0.49	Y
NGC2541	5000497	61	19	-6.77	0.60	Y
NGC3319	0002508	66	22	-6.67	0.61	Y
NGC3319	0003613	32	49	-7.47	0.70	OH
NGC3351	5000385	13	1	-5.43	0.16	H
NGC3621	0001186	48	11	-3.32	0.18	OH
NGC3621	0003630	44	18	-7.12	0.59	OH
NGC3621	0005003	71	13	-4.47	0.19	OH
NGC3627	0003869	54	3	-6.91	0.46	OH
NGC3627	0004763	34	3	-6.86	0.38	OH
NGC3627	0004882	121	82	-6.01	0.75	Y
NGC3627	0011021	20	1	-7.44	0.37	H
NGC3982	0001282	10	4	-7.18	0.61	ÇH
NGC3982	0001661	4	0	-6.22	0.23	ÇH
NGC3982	0003305	21	6	-5.32	0.25	H
NGC3982	0003451	8	1	-6.58	0.27	ÇH
NGC3982	0004302	13	1	-8.51	0.44	H
NGC3982	5000328	11	1	-6.28	0.26	ÇH
NGC4414	0003204	14	1	-8.37	0.44	H
NGC4496	0002220	53	6	-6.93	0.51	OH
NGC4496	0003040	27	3	-6.70	0.31	OH
NGC4496	5000644	11	1	-6.48	0.29	ÇH
NGC4527	0000902	25	9	-7.77	0.53	H
NGC4527	0004125	5	0	-8.25	0.16	ÇH
NGC4527	0005767	15	2	-8.34	0.45	H
NGC4527	0007346	12	1	-5.96	0.15	H
NGC4527	0008286	56	9	-6.85	0.53	OH
NGC4527	5001185	20	1	-5.83	0.15	H
NGC4536	0002099	32	3	-7.49	0.46	OH
NGC4536	0008984	11	1	-7.20	0.10	H
NGC4548	0001707	104	14	-6.18	0.57	Y
NGC4639	0004151	100	18	-6.22	0.59	Y
NGC4725	0002729	26	8	-7.71	0.53	OH
NGC4725	0002756	21	2	-6.20	0.16	H
NGC4725	0008606	26	6	-7.69	0.51	H



**Şekil 4.43.** Bu çalışmada tespit edilen novaların MMRD ilişkisi. İçi dolu daireler maksimum parlaklığı belirlenebilen novaları, içi boş daireler ise maksimum parlaklığı MMRD ilişkisinden (Downes ve Duerbeck, 2000) bulunan novaları göstermektedir.

Bu çalışmada bulunan novalar kullanılarak oluşturulan MMRD ilişkisi Şekil 4.43'te verilmektedir. Maksimum parlaklığı Downes ve Duerbeck'in (2000) verdiği ilişki kullanılarak hesaplanan novalar içi boş dairelerle gösterilmektedir. Literatürde verildiği şekliyle, iniş hızı ( $v_d$ ) logaritmik ölçekte gösterilmektedir. Maksimum parlaklığı belirlenebilmiş 23 nova, MMRD ilişkisinin genel eğilimine uygun olmakla birlikte oldukça saçılmış görünmektedirler. Nova sayısının yeterli olmaması nedeniyle, bu çalışmada bir MMRD ilişkisi elde edilememiştir.

### 4.3. GALAKSİ DIŞI NOVALARIN KONUMLARI

İlk olarak Duerbeck'in (1990) telaffuz ettiği "disk" ve "bulge" novaları fikrini sınamanın yollarından biri novaların galaksideki konumları ile parlaklıkları arasındaki ilişkiye bakmaktır. Bu amaçla, literatürde nova üretim hızı hesaplanmış olan galaksilerdeki novaların konum ve maksimum parlaklık bilgileri derlenmiştir. Tez çalışması kapsamında yazılmış olan bir uzaklık hesaplama (*distance\_calc.f90*) programı yardımıyla, literatürde verilen bütün novaların buldukları galaksilerin merkezlerine olan uzaklıkları ( $R$ ) yaysaniyesi biriminde hesaplanmıştır.

Novaların sahip oldukları maksimum parlaklıkların bu  $R$  değerine göre nasıl değiştüğünün incelenmesi için, galaksilerin uzaklık ve eğim gibi parametrelerinin de gözönüne alınması gerekmektedir. Buna göre; yaysaniyesi biriminde hesaplanmış olan  $R$  değerleri, galaksinin bulunduğu uzaklıktaki lineer boyuta dönüştürülmüş ve novaların galaksi merkezlerine olan uzaklıkları **kpc** (kiloparsek) biriminde elde edilmiştir. Novanın galaksi merkezine olan gerçek uzaklığını ifade edebilmek için galaksinin eğimi de dikkate alınarak  $R$  (kpc) değerlerine düzeltme uygulanmıştır.

Galaksilerin eğimleri Hubble'ın (1926) klasik ilişkisi ile aşağıdaki gibi verilmektedir:

$$\cos^2 i = \frac{(b/a)^2 - 0.04}{0.96} \quad (4.1)$$

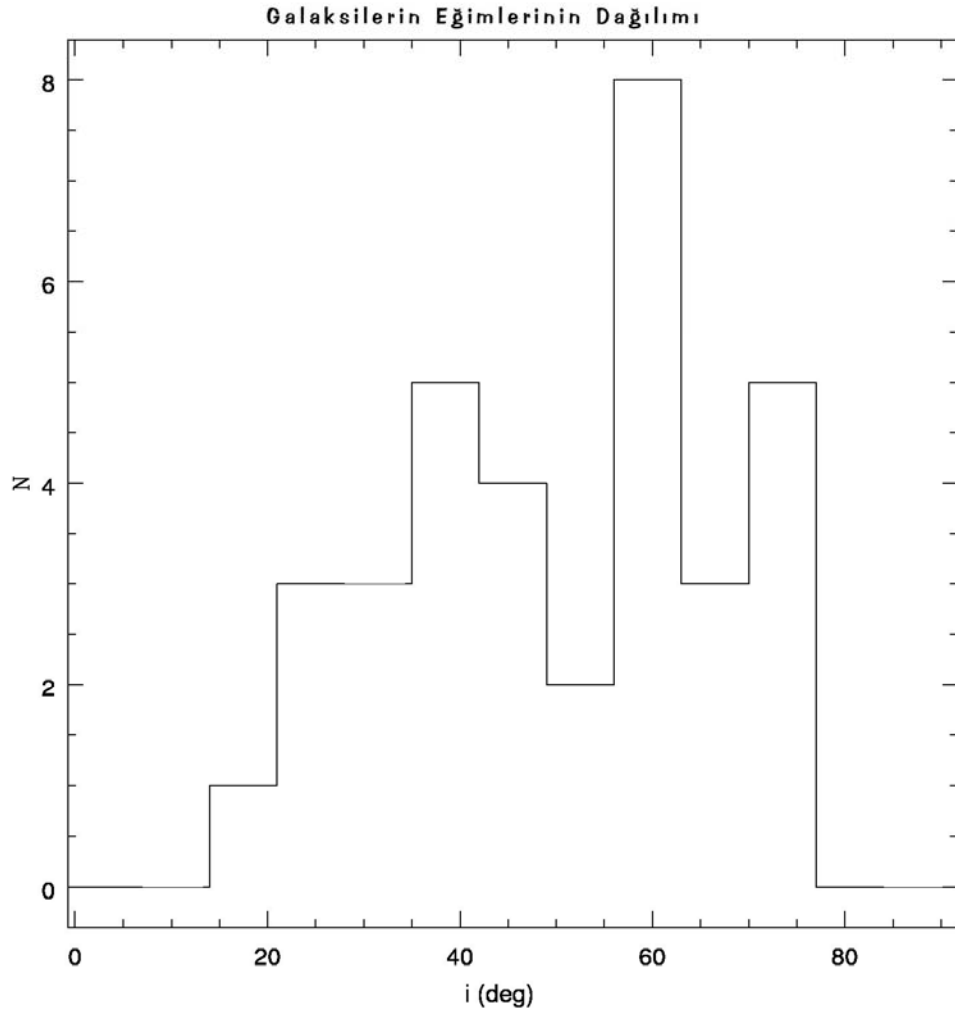
Tully (1988), 4.1 ilişkisi ile hesaplanan eğimlerin gerçek eğimlerden 2-6 derece kadar farklı olduğunu göstermiş ve bunun için 4.1 ile bulunan eğimlere üç derece ilave edilmesi gerektiğini söylemiştir. Galaksilerin  $a$  (yarıbüyük eksen) ve  $b$  (yarıküçük eksen) değerleri NED<sup>2</sup>'den (NASA Extragalactic Database) alınmış ve 4.1 ifadesinde yerine konmuştur. Tully'nin (1988) önerdiği düzeltme yapılmış olan eğim değerlerinin dağılımı **Şekil 4.44**'de görülmektedir.

Nova özellikleri derlenen galaksiler ve alındıkları çalışmalar şunlardır: M33 (Williams ve Shafter, 2004), M31 (Shafter ve Irby, 2001), M81 (Neill ve Shara, 2004), M51, M87

---

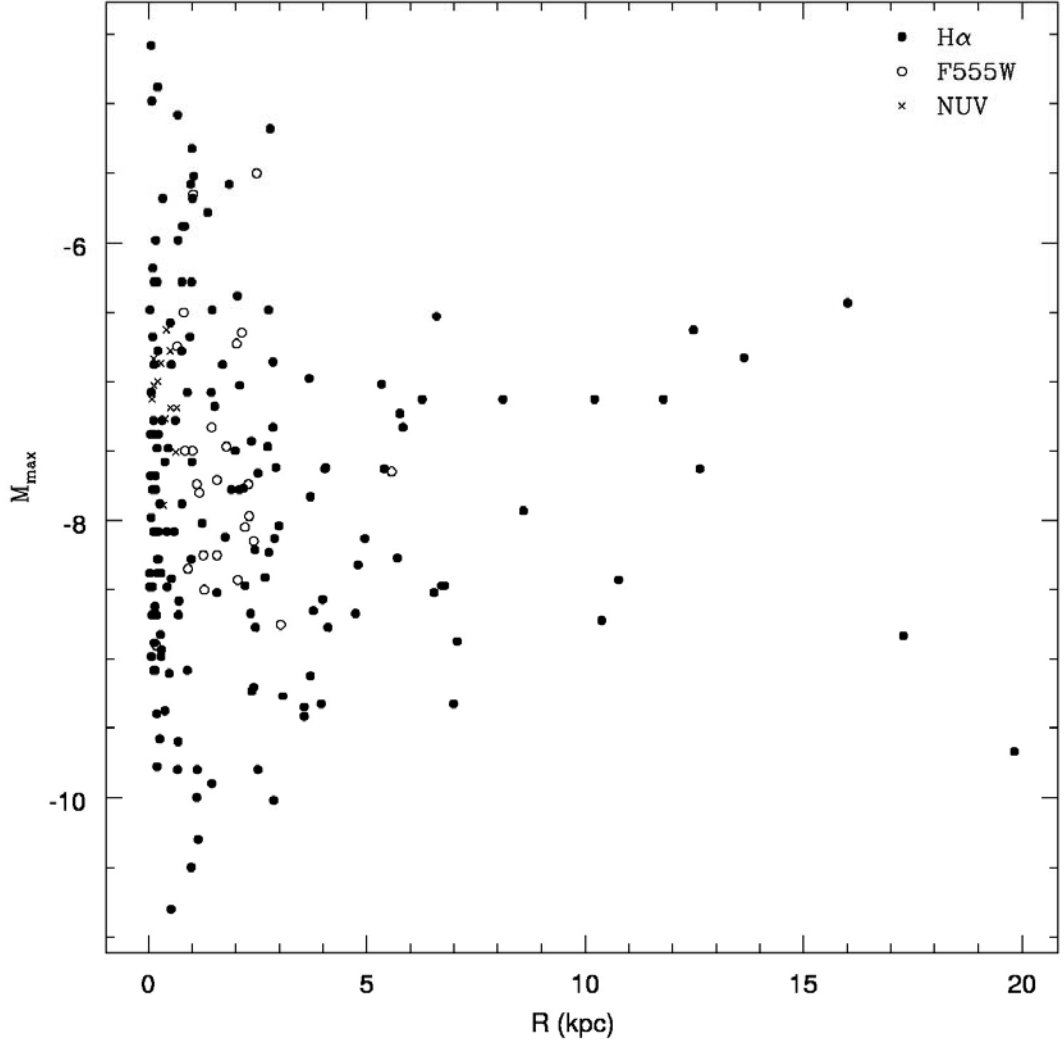
<sup>2</sup> <http://nedwww.ipac.caltech.edu>

ve M101 (Shafter, Ciardullo ve Pritchett, 2000), NGC 5128 (Ciardullo ve ark., 1990a), LMC (Capaccioli ve ark., 1990), M94 (Güth, Shafter ve Misselt, 2010), M87 (Madrid ve ark., 2007), M101 (Coelho, Shafter ve Misselt, 2008) ve M49 (Ferrarese, Côte ve Jordan, 2003).



**Şekil 4.44.** Bu çalışmada incelenen ve literatürden nova özellikleri derlenen galaksilerin eğimlerinin dağılımı.

Bu çalışmalardan; Capaccioli ve ark. (1990) V bandında, Madrid ve ark. (2007) NUV (yakın morötesi) bandında ve Ferrarese, Côte ve Jordan (2003) ise bu tez çalışmasında da kullanılan verilerin alındığı F555W bandında, diğer çalışmaların tümü  $H_{\alpha}$  bandında yapılmıştır.

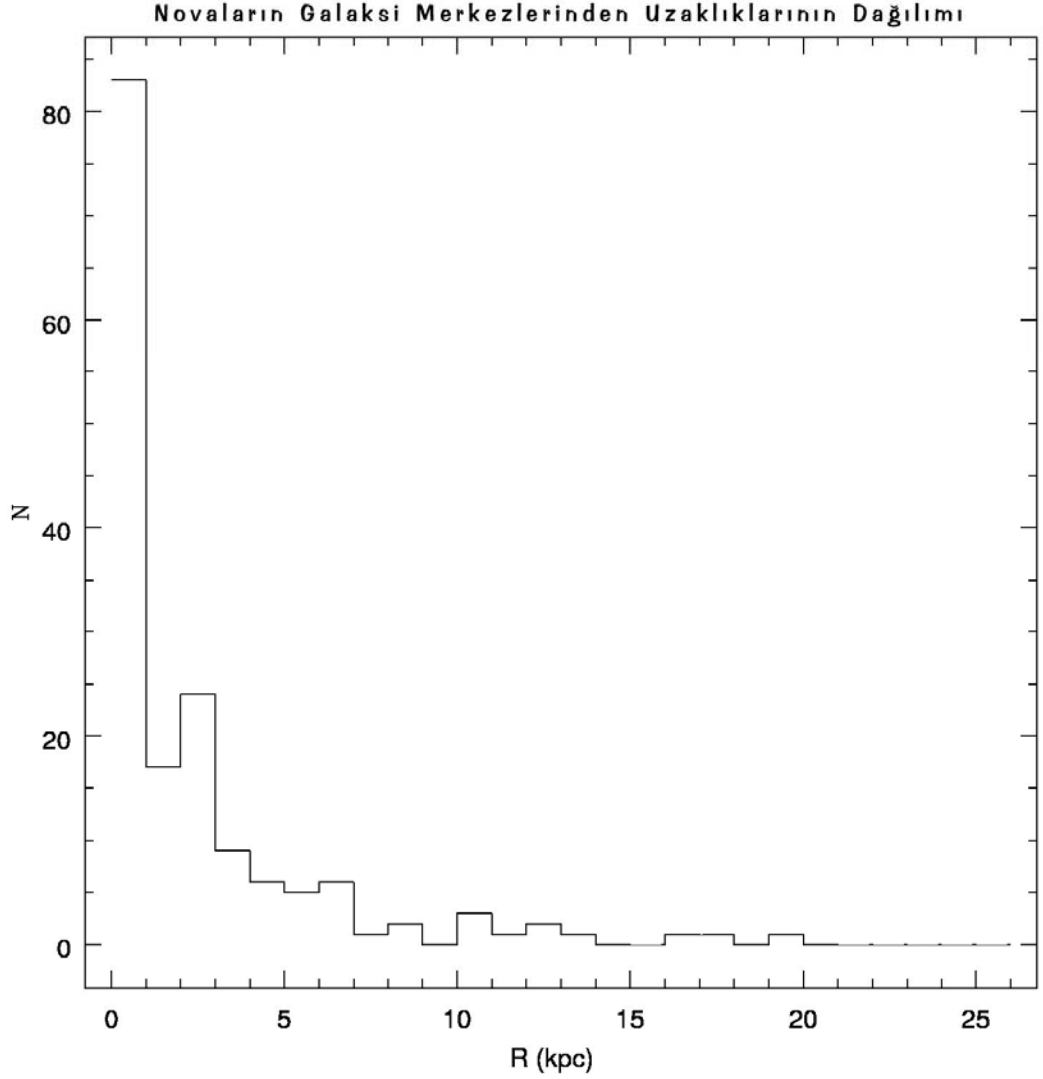


**Şekil 4.45.** Literatürden derlenen novaların maksimum mutlak parlaklıkları ile buldukları galaksilerin merkezlerine olan uzaklıkları. İçi dolu daireler  $H_{\alpha}$  bandında; içi boş daireler F555W ve V bantlarında; çarpılar da NUV (yakın morötesi) bandında yapılmış gözlemleri göstermektedir.

$H_{\alpha}$ 'daki maksimum görünen parlaklıkları derlenen novaların buldukları galaksinin uzaklık modülü kullanılarak maksimum mutlak parlaklıkları hesaplanmış ve Şekil 4.45'de verilen grafik elde edilmiştir. Grafikte 10 farklı galaksiden toplam 201 nova yer almaktadır. Bu veriler **EK-1**'de verilmiştir.

Della Valle ve ark. (1994) tarafından ileri sürüldüğü gibi disk novalarının şişkin bölge novalarından daha parlak oldukları Şekil 4.45'den görülememektedir. Buna göre galaksilerin merkezlerine yakın olan novalar içinde hem parlak hem de sönük novalar

bulunmaktadır. Hatta novaların büyük bir çoğunluğunun galaksi merkezine yakın oldukları veya başka bir deyişle şişkin bölge novalarının disk novalarına göre çok daha fazla sayıda oldukları görülmektedir. Şekil 4.46'da novaların galaksi merkezlerine olan uzaklıklarının dağılımı verilmektedir.

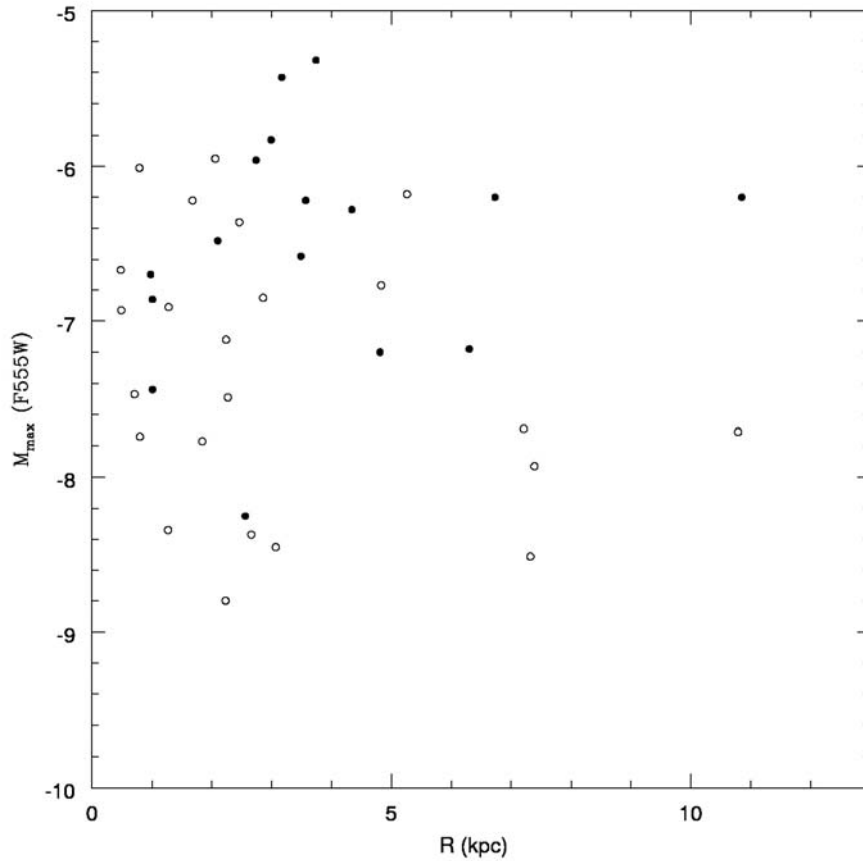


**Şekil 4.46.** Literatürden derlenen novalar için hesaplanmış olan  $R$  (kpc) değerlerinin dağılımı.

Şekil 4.46'dan da görülebileceği gibi novaların büyük bir çoğunluğu  $R < 3$  kpc içindedir. Her ne kadar şişkin bölge çapı galaksiden galaksiye değişebilmekte ise de, Samanyolu için verilen şişkin bölge çapı ( $R_{bulge} \sim 2$  kpc) gözönüne alındığında bulunan novaların çoğunluğunun şişkin bölge novası olduğu söylenebilir. Galaksilerin şişkin bölgelerindeki yıldız popülasyonları tamamiyle yaşlı yıldızlardan ibaret değildir

(Freeman ve Bland-Hawthorn, 2002) ancak önemli bir kısmı yaşlı yıldızlardan oluşmaktadır. Buradan hareketle novaların ağırlıklı olarak yaşlı yıldız popülasyonlarında görüldüğü sonucuna varılabilir. Bu sonucu destekleyen gözlem ise nova üretim hızının yaşlı yıldız popülasyonundan ibaret olan eliptik galaksilerde en yüksek olmasıdır. Şimdiye kadar elde edilen en yüksek nova üretim hızları hep eliptik galaksilere aittir (M87 için Shafter, Ciardullo ve Pritchett., 2000; M49 için Ferrarese, Côte ve Jordan, 2003; NGC 1316 için Della Valle ve Gilmozzi, 2002).

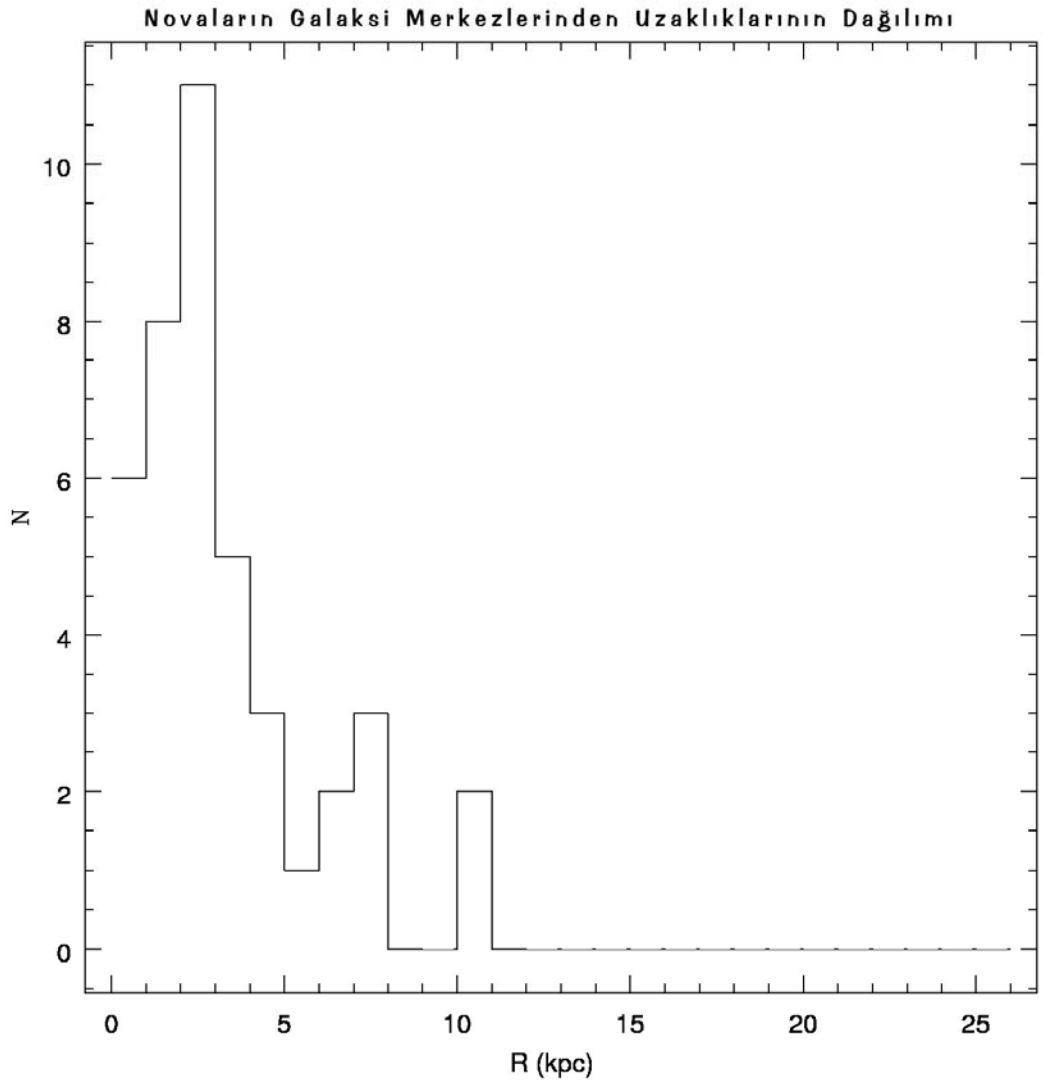
Literatürden derlenen novalar için oluşturulan maksimum mutlak parlaklık konum ilişkisi bu çalışmada tespit edilen novalar için de oluşturulmuş ve elde edilen ilişki Şekil 4.47'de verilmiştir.



**Şekil 4.47.** Bu çalışmada tespit edilen novaların maksimum mutlak parlaklıkları ile buldukları galaksilerin merkezlerine olan uzaklıkları. İçi dolu daireler maksimum parlaklıkları belirlenebilen, içi boş daireler ise maksimum parlaklıkları MMRD ilişkisinden hesaplanan novaları göstermekte.



Tespit edilen novaların  $R$  (kpc) dağılımı Şekil 4.46'ya benzer bir şekilde Şekil 4.48'de verilmektedir. Buna göre, Şekil 4.48'de verilen  $R$  dağılımı, literatürden derlenen novalar için elde edilen dağılıma göre daha yaygındır. Novaların galaksi merkezinden biraz daha uzaklara ulaştığı görülmektedir. Ancak yine de ağırlık 2-3 kpc dolaylarındadır ki; bu da kolaylıkla şişkin bölge ile ilişkilendirilebilir bir mesafedir.



**Şekil 4.48.** Bu çalışmada tespit edilen novaların  $R$  (kpc) değerlerinin dağılımı.

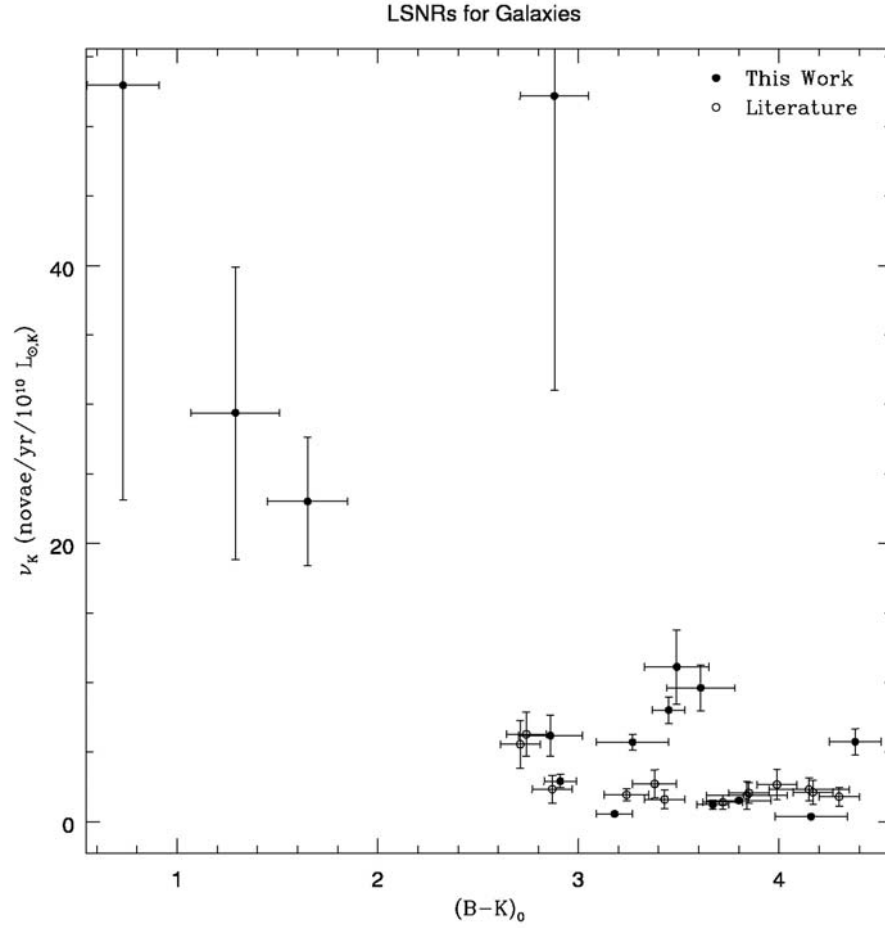
#### 4.4. GALAKSİLERİN NOVA ÜRETİM HIZLARI

Verileri analiz edilen 24 galaksinin 17'sinde nova tespit edilebilmiştir. Nova üretim hızları (NR) Bölüm 3.5'de verildiği gibi hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.43'te verilmiştir. LSNR (Luminosity Specific Nova Rate) değerlerinin hesaplanabilmesi için; tez çalışmasında incelenen galaksilerin K-bandı parlaklıkları 2MASS gökyüzü taramasından alınmıştır (Jarrett ve ark., 2003). Bu 17 galaksiden, literatürde IC 4182 ve NGC 4496 galaksilerine ait K-bandı parlaklıkları bulunmamaktadır. Bu nedenle, IC 4182 ve NGC 4496 galaksilerinin nova üretim hızları (NR) hesaplanmış olmakla birlikte, LSNR değerleri hesaplanamamış ve dolayısıyla bu galaksiler LSNR grafiğine konulamamışlardır.

Sonuçta 15 galaksiye ait LSNR değerleri hesaplanabilmiş ve literatürden derlenen 13 LSNR değeri ile birlikte 28 galaksiye ait LSNR değerinin (B-K)'ya göre değişimi Şekil 4.49'da verilmiştir. Şekilde ölçeği sıkıştırmamak için LSNR değeri yüksek olan galaksilerin düşey hata paylarından yukarıda olanı grafik dışında bırakılmıştır. (B-K) = 0.78 olan galaksi NGC 3319 (sol üst) ve (B-K) = 2.88 olan galaksi NGC 3621'dir. Grafikte içi dolu dairelerle gösterilen LSNR değerleri bu çalışmada hesaplanan, içi boş dairelerle gösterilen LSNR değerleri ise literatürden derlenen LSNR değerleridir.

Çalışmada incelenen galaksilerden sadece M100 galaksisine ait nova üretim hızı literatürde vardır. M100 galaksisi dışındaki LSNR değerleri ilk defa belirlenmiş ve literatüre sunulmuştur. M100 galaksisi için LSNR değeri  $\nu_K = 1.90 \pm 0.97$  olarak verilmiştir (Ferrarese ve ark., 1996). Bu çalışmada M100 galaksisine ait incelenen veriler Ferrarese ve ark. (1996) tarafından kullanılan verilerle aynıdır. ID = 4126 numaralı nova Ferrarese ve ark. (1996) tarafından daha önce verilmiştir. Ancak diğer adayları tespit edememişler ve M100 galaksisi için bir nova üzerinden LSNR değeri hesaplayarak vermişlerdir. Bu tez çalışmasında kullanılan veri analizi yöntemleri, Ferrarese ve ark. (1996) tarafından kullanılan yöntemlere göre bazı üstünlükler içermektedir. Diğer nova adaylarının Ferrarese ve ark. (1996) tarafından tespit edilememiş olmasında bunun bir katkısı olabilir. Bunun dışında HST arşiv verileri 2000

yılından sonra STScI<sup>3</sup> (Space Telescope Science Institute) tarafından gözden geçirilmiş ve farklı yöntemlerle yeniden indirgenerek arşive konmuştur. Bu tez çalışmasında kullanılan verilerin daha hassas yaklaşımlarla indirgenmiş olmasının da sonuçlar üzerinde etkili olması muhtemeldir.



**Şekil 4.49.** Bu çalışmada hesaplanan LSNR değerleri (içi dolu daireler) literatürden derlenen LSNR değerleri (içi boş daireler) ile birlikte verilmektedir. Yatay eksen (B-K) renk indeksi, dikey eksen LSNR değerleri verilmektedir.  $(B-K) \leq 3.0$  olan galaksilerde LSNR'nin artma eğiliminde olduğu dikkat çekmektedir.

<sup>3</sup> <http://www.stsci.edu>

**Tablo 4.43.** Bu çalışmada hesaplanan LSNR değerleri ve galaksilerin K-bandı ışınım güçleri.  $\mu_0$  galaksilerin uzaklık modülünü, NR mutlak nova üretim hızını, (B-K) renk indeksini,  $L_{Gal,K}$  galaksilerin K-bandı ışınım güçlerini ve  $\nu_K$  da LSNR değerini ifade etmektedir.

GALAKSİ	$\mu_0$ (mag)	NR (nova / yr)	(B-K) (mag)	$L_{Gal,K}$ ( $10^{10}L_{\odot,K}$ )	$\nu_K$ ( $yr^{-1} [10^{10}L_{\odot,K}]^{-1}$ )
M100	$30.78 \pm 0.07$	$13.85 \pm 1.21$	$3.45 \pm 0.08$	$9.74 \pm 0.78$	$8.02 \pm 0.95$
NGC 925	$29.80 \pm 0.04$	$27.86 \pm 5.23$	$1.65 \pm 0.2$	$1.21 \pm 0.08$	$23.02 \pm 4.60$
NGC 2541	$30.25 \pm 0.05$	$6.99 \pm 2.45$	$1.29 \pm 0.22$	$0.24 \pm 0.02$	$29.39 \pm 10.53$
NGC 3319	$30.64 \pm 0.09$	$18.40 \pm 10.21$	$0.73 \pm 0.18$	$0.35 \pm 0.03$	$52.96 \pm 29.85$
NGC 3351	$29.85 \pm 0.09$	$5.91 \pm 0.16$	$3.8 \pm 0.16$	$3.85 \pm 0.36$	$1.53 \pm 0.15$
NGC 3621	$29.08 \pm 0.06$	$105.31 \pm 42.10$	$2.88 \pm 0.17$	$2.02 \pm 0.14$	$52.20 \pm 21.19$
NGC 3627	$30.02 \pm 0.36$	$83.65 \pm 7.58$	$3.61 \pm 0.17$	$8.70 \pm 1.26$	$9.60 \pm 1.64$
NGC 3982	$31.70 \pm 0.21$	$17.51 \pm 2.39$	$2.86 \pm 0.16$	$2.83 \pm 0.56$	$6.18 \pm 1.48$
NGC 4414	$31.10 \pm 0.05$	$3.60 \pm 0.14$	$4.16 \pm 0.18$	$9.41 \pm 0.51$	$0.38 \pm 0.03$
NGC 4527	$30.74 \pm 0.12$	$39.21 \pm 4.48$	$4.38 \pm 0.13$	$6.84 \pm 0.79$	$5.74 \pm 0.93$
NGC 4535	$30.85 \pm 0.05$	$14.58 \pm 2.11$	$2.91 \pm 0.08$	$4.99 \pm 0.36$	$2.92 \pm 0.47$
NGC 4536	$30.80 \pm 0.04$	$24.12 \pm 1.90$	$3.27 \pm 0.18$	$4.22 \pm 0.24$	$5.71 \pm 0.55$
NGC 4548	$30.88 \pm 0.05$	$8.09 \pm 1.97$	$3.67 \pm 0.08$	$6.58 \pm 0.40$	$1.23 \pm 0.31$
NGC 4639	$31.61 \pm 0.08$	$1.54 \pm 0.27$	$3.18 \pm 0.09$	$2.72 \pm 0.22$	$0.57 \pm 0.11$
NGC 4725	$30.38 \pm 0.06$	$109.90 \pm 25.35$	$3.49 \pm 0.16$	$9.89 \pm 0.67$	$11.11 \pm 2.67$

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Galaksimiz dışındaki novalar hakkında bildiklerimiz çoğunlukla Andromeda (M31) galaksisinde gözlenen novalara dayanmaktadır (Hubble, 1929; Arp, 1956; Rosino, 1964, 1973; Capaccioli ve ark., 1989; Ciardullo ve ark., 1987, 1990b). Yakınlığı ve açısal büyüklüğünün fazla olması Andromeda'yı değişen kaynakların araştırılması için uygun bir hedef haline getirmektedir. Sözü edilen çalışmaların HST'den çok daha önceki zamanlarda yapıldığı düşünüldüğünde bu durumun önemi daha da iyi anlaşılmaktadır. Arp ve Hubble'ın öncü çalışmalarından (Hubble, 1929; Arp, 1956) itibaren, günümüze kadar sadece 13 farklı galakside nova tespit edilebilmiş ve bunların çok azında novaların özellikleri ile buldukları galaksilerin özellikleri ilişkilendirilebilmiştir.

Ayrıca Galaksimizdeki novalara ait bulguların güvenilirliği de genel bir tartışma konusudur (Shafter ve Irby, 2001; Della Valle, 2002). Bunun en temel nedeni, bizim Galaksideki konumumuz ve bu konuma bağlı olarak gözlemlerimizin maruz kaldığı yıldızlararası soğurma etkisidir. Novalara ait bulgularla ilgili soru işaretleri ancak galaksi dışı novaların incelenmesi ile ortadan kaldırılabilir. Özellikle düşük eğimli galaksiler (karşıdan baktığımız) incelendiğinde, tespit edilecek novalar aynı yıldızlararası soğurmaya maruz kaldıklarından objektif bir karşılaştırma yapmak mümkün olacaktır. Bunun yanında, Galaksimizde yapamadığımız, novaların konumsal dağılımlarının incelenmesi de yine dış galaksilerdeki nova keşifleri ile mümkün olabilir. Bu tez çalışmasının amacı, başka galaksilerdeki novalar hakkındaki genel bilgilerimizi arttırmak ve literatürdeki veri azlığını giderici yönde bir katkı sunmaktır. Bu bağlamda, tez çalışması kapsamında incelenen 24 galaksinin 17'sinde yeni novalar tespit edilmiş, bunların 15'ine ait LSNR değerleri hesaplanmış ve bu sonuçlar Bölüm 4.4'te verilmiştir.

Galaksimizdeki novaların incelenmeleri sonucunda novalara ait iki temel bulgu elde edilmiştir: 1) Novaların iki farklı popülasyona (disk ve şişkin bölge) sahip oldukları ve 2) Novaların mutlak parlaklık – iniş hızı ilişkisi (MMRD).

Novaların iki farklı popülasyona sahip oldukları fikri ilk olarak Duerbeck (1990) tarafından dile getirilmiştir. Daha sonra Della Valle ve Duerbeck (1993); M31, LMC ve

Galaksimizdeki novaların iniş hızlarını incelemişler ve M31 ile Galaksimizdeki novaların aynı popülasyona ait olduklarını, M31 ve LMC'nin ise farklı popülasyona ait olduklarını göstermişlerdir. M31'deki novalar ağırlıklı olarak galaksinin şişkin bölgesinde olduğundan, Galaksimizdeki novaların da ağırlıklı olarak şişkin bölge popülasyonuna sahip olduklarının düşünülebileceğini söylemişlerdir.

Duerbeck'in (1990) novaları; hızlı ve parlak disk novaları ile yavaş ve sönük şişkin bölge novaları olarak iki gruba ayırmasından sonra Della Valle ve ark. bir dizi çalışma ile bu görüşü desteklemişlerdir (Della Valle ve ark., 1992, 1994; Della Valle, 1995; Della Valle ve Livio, 1998). Sözü edilen bu çalışmalarda, esas olarak novaların iniş hızı parametresinin dağılımı incelenmiş ve farklı yıldız popülasyonuna ait novaların farklı iniş hızı karakteristikleri olduğu vurgulanmıştır. Bu gözlemsel çalışmaların en büyük dayanağı novaların patlama maksimumları ve ışık eğrilerinin, novanın meydana geldiği beyaz cüce kütesine olan bağlılığıdır (Shara, Prialnik ve Shaviv, 1980; Shara, 1981; Prialnik ve ark., 1982; Livio, 1992). Dolayısıyla, novalar, iniş hızı değerlerine göre gruplandırılabilirlerse, bu grupların ataları olan beyaz cücelerin farklı oldukları söylenebilir.

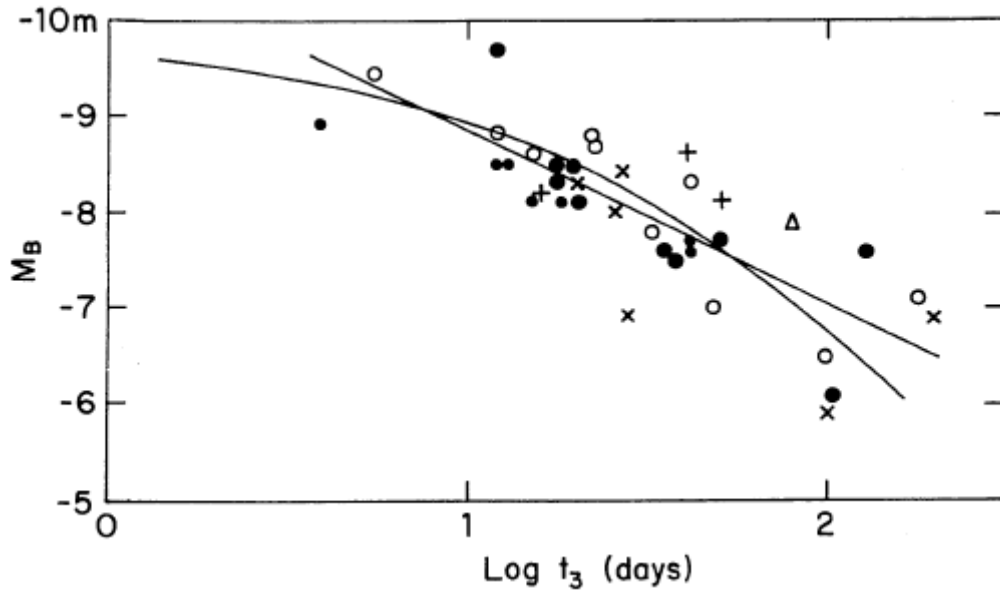
Bu çalışmada, hem literatürden derlenen novaların hem de tarafımızdan yeni tespit edilen novaların uzaysal dağılımları incelenmiş ve bulgular Bölüm 4.3'te sunulmuştur. Buna göre; özetini yukarıda verdiğimiz çalışmalarda belirtilen; disk novalarının parlak, şişkin bölge novalarının sönük olduğu iddiası elimizdeki verilerle desteklenememiştir. Bu analiz için kullanılan tüm novalar Galaksimiz dışındaki novalardır. Literatürden derlenen 201 novaya ilaveten bu çalışmada tespit edilen 41 nova ile sözü edilen bulguya ulaşamamıştır. Bu çalışmada kullanılan nova örneğinin, disk ve şişkin bölge novaları görüşlerinin yer aldığı çalışmalardaki nova örneğine göre önemli ölçüde fazla olması bu çalışmanın önemini arttırmaktadır. Bununla beraber, bu iddianın şüphe götürmeksizin test edilmesinin önünde önemli gözlemsel sınırlamalar bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan veriler dahil, yapılan nova taramalarının zamansal çözünürlükleri; novaların ışık eğrilerinin sağlıklı bir şekilde elde edilebilmesi için yeterli değildir. HST ile özellikle nova taraması yapılan tek gözlem çalışması Ferrarese, Côte ve Jordan (2003) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 55 günlük bir aralıkta 19 gözlem noktası alınmıştır. Bu tez çalışmasında kullanılan verilerin medyan gözlem

süresi uzunluğu 58 gündür. Bu 58 gün ortalama 13 gözlem noktası ile temsil edilmiştir. Bu zamansal çözünürlük de novaların ışık değişimlerini karakterize etmek için ideal değildir. Bu konuda Neill ve Shara (2004) özel bir hassasiyet gösterip, M81 galaksisinin takibini yoğun bir şekilde yapmışlardır. Beş aylık süre boyunca M81'i sürekli takip etmişler ve nova üretim hızı hakkında oldukça hassas bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma haricinde, günümüzde yoğun bir şekilde yakın galaksilerde nova takibi yapılmamaktadır.

Bu çalışmada, şişkin bölge ve disk novalarına atfedilen özellikler elde edilemese de, novaların daha çok şişkin bölge popülasyonuna ait yıldız topluluklarında meydana geldiği de ayrıca görülmektedir. Şekil 4.46 ve 4.48'de sırasıyla, literatürden derlenen ve bu çalışmada tespit edilen novaların uzaysal dağılımları verilmektedir. Buna göre, iki veri setinde de novaların, buldukları galaksilerin merkezlerine daha yakın oldukları görülmektedir. Bu bulguyu, novaların daha çok şişkin bölge popülasyonunda meydana geldikleri şeklinde yorumlamak mümkün olabilir. Örnekte kullanılan galaksilerin herbirinin disk ve şişkin bölge bileşenlerine ait yapısal çalışmalar bulunmamakla birlikte, Galaksimizdeki bilgilerimizi referans kabul edersek,  $R \sim 2$  kpc yarıçapındaki bölgede şişkin bölge popülasyonunun baskın olduğunu söyleyebiliriz. Doğaldır ki, böyle bir yorum incelenen galaksilerde farklı dalgaboylarında yapılacak şişkin bölge/disk ayrımları ile daha bir kesinlik kazanacaktır. Ancak, Şekil 4.46 ve 4.48'de elde edilen dağılımlarda 2 kpc'in ötesinde belirgin bir bileşenin olmaması veya diğer bir deyişle iki kutuplu bir dağılım görülmemesi, bu yorumu tümüyle geçersiz kılmamaktadır.

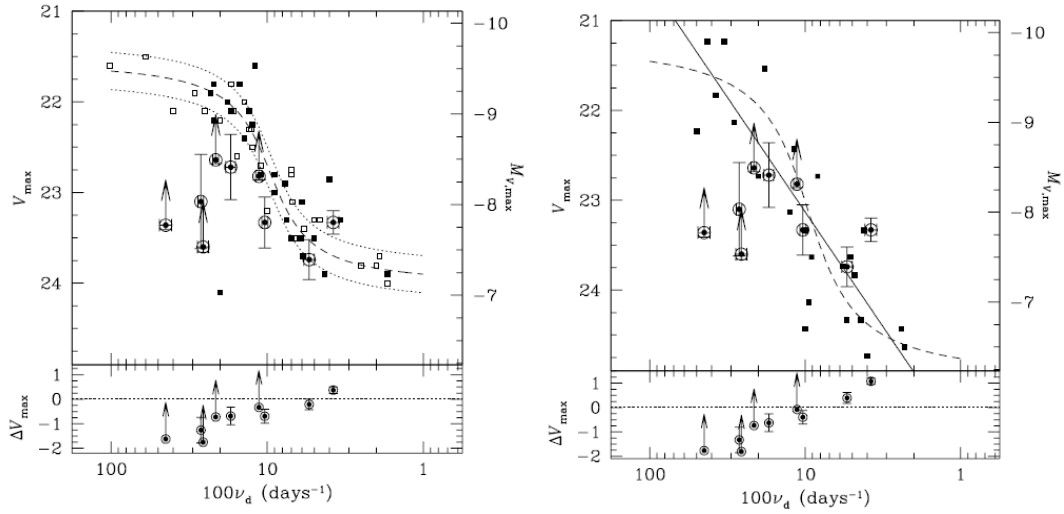
Novalara ait diğer bir bulgu ise MMRD ilişkisidir. Buna göre, patlama maksimumunda daha büyük parlaklıklara ulaşan novalar, daha hızlı bir patlama sonrası evrim geçirmekte ve bunun sonucunda da daha çabuk sönükleşmektedirler. MMRD ilişkisinin gelişimi ile ilgili çalışmalar ve elde edilen bağıntılar Bölüm 2.1'de verilmektedir. MMRD ilişkisi, ikincil bir uzaklık ölçeği olarak Virgo ( $d \sim 20$  Mpc) galaksi kümesine kadar olan uzaklıklarda rahatlıkla kullanılabilir. Della Valle ve Gilmozzi (2002), sekiz metrelik ESO-VLT teleskopunu kullanarak NGC 1316'da nova tespit etmişler ve galaksinin uzaklığını belirlemişlerdir. Bu uzaklık ( $d \sim 19.5$  Mpc) literatürde verilen, novalar kullanılarak elde edilen en büyük uzaklıktır.

MMRD ilişkisinin uzaklık belirteci olarak kullanılabilmesinde bazı gözlemsel hassasiyetler bulunmaktadır. Şimdiye kadar elde edilen ve günümüzde de kullanılan MMRD ilişkileri sadece üç galaksideki bir grup nova kullanılarak üretilmişlerdir. Bu galaksiler M31, LMC ve Samanyolu'dur. Yapılan çalışmaların çoğunda fotoğraf plâkları kullanılmış ve sonuçlar literatüre standart olmayan parlaklık ve analizlerle sunulmuştur (Ferrarese, Côte ve Jordan, 2003). Galaktik novalar için en güncel MMRD kalibrasyonu, Downes ve Duerbeck (2000) tarafından, uzaklıkları genişleme paralaksından bulunan novalar kullanılarak elde edilen kuvvet kanunudur (Denklem 2.2). M31 ve LMC novaları birlikte alınarak yapılan analizde ise daha çok "S" şekilli bir eğri ile ifade edilen bir MMRD ilişkisi elde edilmiştir (Denklem 2.1; Della Valle ve Livio, 1995). MMRD ilişkisinin kuvvet kanunundan ziyade "S" şekilli bir eğri ile ifade edilmesi için fiziksel bir açıklama bulunmamakla birlikte, bu durum ilişkinin kalitesini de arttırmamıştır (Ferrarese, Côte ve Jordan, 2003). Bunun yanında, kuvvet kanunu ile ifade edilen ilişki Livio (1992) tarafından elde edilen teorik MMRD ilişkileri ile uyum içindedir.



**Şekil 5.1.** Livio (1992) tarafından verilen teorik MMRD ilişkisi. Eğri Livio tarafından hesaplanan kuvvet kanununu, lineer fit ise Pfau (1976) tarafından verilen ilişkiyi göstermektedir. İçi dolu daireler M31'deki; çarpılar LMC'deki; artılar SMC'deki; üçgenler M33'deki ve içi boş daireler ise Samanyolundaki novaları göstermektedir.





**Şekil 5.2.** Ferrarese, Côte ve Jordan (2003) tarafından Virgo kümesindeki M49 eliptik galaksisine ait MMRD ilişkisinin, M31 (solda) ve Galaximiz (sağda) ile karşılaştırılması.

Ferrarese, Côte ve Jordan (2003), MMRD ilişkisinin eliptik galaksilerde de geçerliğini test etmek için Virgo galaksi kümesindeki M49 galaksisini HST ile gözlemişler ve buldukları novaları bilinen MMRD ilişkileri ile karşılaştırmışlardır (Şekil 5.2). Bulunan dokuz novadan beşinin maksimum parlaklığı ölçülebilmiş olmasına rağmen, bulunan novalardan hızlı olanlarının olması gerekenden daha sönük, yavaş olanlarının da olması gerekenden daha parlak oldukları görülmüştür. Bu sonuçlara tamamen güvenmek mümkün olmadığından, bir eliptik galakside daha kapsamlı bir nova taramasının yapılması gerektiğini söylemişlerdir.

Livio'nun (1992) MMRD ilişkilerini hem özetlediği hem de yeni bağıntılar geliştirdiği çalışmasında da belirtildiği gibi beyaz cüce kütleli novanın ulaştığı maksimum parlaklık için anahtar unsurdur. Ancak madde aktarım hızı ve manyetik alan şiddeti gibi parametrelerin de maksimum parlaklık ve iniş hızında etkileri olduğu bilinmektedir. Bu etkiler nedeniyle, MMRD ilişkileri oldukça saçılmış olarak görülmektedir. Dolayısıyla tek tek novalar söz konusu olduğunda MMRD ilişkisi kullanılarak elde edilen uzaklıklar konusunda dikkatli davranmak gerekmektedir. Bununla beraber, istatistik çalışmalar açısından MMRD ilişkisi önemini korumaktadır.

Bu tez kapsamında çalışılan galaksilerden NGC 3627 galaksisinde MMRD ilişkisi test edilmiştir. Buna göre maksimum parlaklığı tespit edilebilen iki nova (ID 4763 ve ID

11021) kullanılarak galaksinin uzaklığı  $d = 14.2_{-3.7}^{+5.0}$  Mpc olarak bulunmuştur (Aliş ve Saygaç, 2012). Bu değer galaksinin Cepheid değişenleri ile bulunmuş  $d = 10.23 \pm 1.72$  Mpc değeri ile uyumlu olmakla birlikte önemli ölçüde saçılma göstermektedir. Galaksinin kırmızıya kayma ile bulunan uzaklığı ( $d = 14.8$  Mpc) ise novalar kullanılarak bulunan uzaklığı ile çok iyi örtüşmektedir. Ancak Cepheidler kullanılarak elde edilen uzaklıklar daha güvenli olduğundan, kırmızıya kaymadan itibaren bulunan uzaklık karşılaştırmada dikkate alınmamıştır.

Tez çalışmasında tespit edilen novalar için elde edilmiş MMRD ilişkisi Bölüm 4.2’de verilmiştir. Buna göre elde edilen dağılım bu bölümde tartışılan ve örnekleri verilen MMRD ilişkileri ile benzerlik göstermektedir. Ancak tespiti yapılabilen novalardan sadece 18’inin maksimum parlaklığı ölçülebildiği için MMRD ilişkisi geliştirilmeye çalışılmamıştır. 23 novanın maksimum parlaklığı Downes ve Duerbeck (2000) ilişkisi kullanılarak belirlenmiştir. Maksimumları ölçülebilen novalarla, hesaplanan novaların gösterdikleri eğilim uyumlu görülmeyle birlikte, veriler MMRD ilişkisini sınamak veya geliştirmek için yeterli değildir.

Başka galaksilerde yapılan nova taramalarının en önemli sonucu, değişik yıldız popülasyonlarına sahip galaksilerdeki çift yıldız evrimi hakkında bilgi sahibi olmaktır. Özellikle nova üretim hızlarının incelenmesi ile çift yıldızlar hakkında doğrudan istatistiki bilgiler edinmek mümkün olmaktadır. Başka galaksilerdeki normal çift yıldızlar hakkında doğrudan bilgi edinmek mümkün olmadığından, novalar bu konuda önemli bir rol oynamaktadırlar.

Bölüm 2.2’de de özetlendiği gibi, literatürde nova üretim hızlarının belirlenmesi yönünde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında, Della Valle ve ark. (1994) ışınımına bağlı nova üretim hızının (LSNR) galaksiden galaksiye değiştiğini tespit etmişlerdir. Daha da özel olarak, disk galaksilerinin eliptik galaksilere göre birim ışınımgücünde daha çok nova ürettiklerini söylemişlerdir. Novalara ait LSNR değerlerinin, galaksi tipine bağlılığını incelemek çalışmamızın en temel amacını oluşturmaktadır. 15 galaksiye ait elde ettiğimiz LSNR değerleri, literatürden derlenen diğer LSNR değerleri ile birlikte Şekil 4.49’da verilmektedir. Çalışmadaki galaksilere

ait LSNR değerleri Tablo 4.43'te, literatürden derlenen LSNR değerleri ise **EK-2**'de sunulmuştur.

Galaksi dışı novaların incelendiği çalışmaların bir çoğunda, LSNR ile galaksi tipi arasında bir bağıntı bulunamamıőtır (Ciardullo ve ark., 1990; Shafter, Ciardullo ve Pritchet, 2000; Ferrarese, Cte ve Jordan, 2003). Bunun yanında, Shafter ve Irby (2001) ile Neill ve Shara (2004) sırasıyla M31 ve M81 galaksileri için yaptıkları çalışmada, elde edilen LSNR değerlerinin birçok varsayıma dayanmakta olduğunu ve bunların neden olduğu hataların erken yorumlara yol açabileceğini söylemişler ve dikkatli olunması gerektiğini vurgulamıőlardır.

Bu çalışmada elde ettiğimiz, LSNR değerlerinin galaksi tipine bağlılığı grafiğinde geç Hubble tipten galaksilere doğru bir artış görülmekle birlikte, hata payları ve saçılmış değerler gözönüne alındığında, LSNR'nin galaksi tipine bağlılığını söylemek çok kolay olamamaktadır. Çalışmamızda ortaya çıkan sonuç;  $(B-K) \geq 3.0$  değeri için galaksilerde LSNR değeri deęiőmemekteyken,  $(B-K) \leq 3.0$  için üstel bir artış görülmektedir. Artıőın doğasından daha çok,  $(B-K) \leq 3.0$  olan galaksilerin daha büyük LSNR değerlerine sahip olmaları daha önemli görünmektedir. Zira böyle bir bağlılığın varlığı henüz kesin kanıtlanmıő değildir. Bu bulgu kanıtlanırsa, nova üretim hızları vasıtasıyla, çift yıldız evriminin ortama bağlılığı konusunda sınırlamalar getirilebilecektir.

LSNR değerlerinin, galaksi türüne bağlı olarak deęiőmesi teorik olarak da ele alınmış bir problemdir (Yungelson, Livio ve Tutukov, 1997; Matteucci ve ark., 2003). Her iki çalışma da benzer sonuçlara ulaőmıő ve bir galaksideki LSNR değerinin yıldız oluşum oranına (SFR) oldukça bağlı olduğunu göstermiştir. Günümüzdeki SFR ile geçmiőteki SFR değerleri de yine LSNR değerlerindeki farklılıkları açıklamak için kullanılmıştır. Yungelson, Livio ve Tutukov (1997), düşük kütleli ( $M \leq 2 \times 10^{10} M_{\odot}$ ) galaksilerdeki LSNR değerinin yüksek kütleli galaksilerdekinden daha fazla olması gerektiğini göstermişlerdir. Bununla bağlantılı olarak; disk galaksilerindeki ve düzensiz galaksilerdeki LSNR değerlerinin son  $1 - 2 \times 10^9$  yıldaki SFR ile ilgili olduğunu, eliptik galaksilerde ise daha çok galaksinin kütlesine bağlı olduğunu söylemişlerdir. Buradan hareketle, LSNR değerlerinin SFR için bir gösterge olarak kullanılabileceğini söylemişlerdir. Aliş ve Saygaç (2012), bir Seyfert galaksisi olan NGC 3627'deki LSNR

değerini diğer disk galaksilerine göre yüksek bulmuşlar ve bunun Seyfert galaksilerindeki yüksek SFR (Gu ve ark., 1998) ile ilişkili olabileceğini söylemişlerdir. Sonuç olarak;  $(B-K) \leq 3.0$  olan galaksiler için SFR değerlerinin normal galaksilerden daha fazla olduğu gösterilebilirse, LSNR değerlerindeki artış doğrudan SFR için bir gösterge olarak kullanılabilir. Yungelson, Livio ve Tutukov (1997) çalışmalarında, eliptik galaksilerin LSNR grafiğinde sağ tarafta toplanmalarını ve LSNR değerlerinin neredeyse aynı olmasını, yaşa ve dolayısıyla düşük SFR'ye bağlamışlardır. Buna göre; LSNR'nin Hubble tipinden ziyade SFR ile ilişkisi daha anlamlı olmaktadır. SFR esas olarak galaksinin başlangıç kütlelerine (IMF: Initial Mass Function) bağlı olduğundan, aynı Hubble tipten (morfolojik) galaksilerin SFR değerleri farklı olabilmektedir.

Sonsöz olarak; galaksilerin LSNR değerlerinin belirlenmesindeki varsayımların önemli miktarda hatalara yol açabileceğini vurgulamak yerinde olacaktır. LSNR belirlenirken karşılaşılan en büyük problem, nova taraması yapılan galaksinin tüm alanının taranıp taranamadığıdır. Bunun tersi durumda, gözlenen galaksi kısmından elde edilen nova üretim hızı, galaksinin tamamına ekstrapole edilmekte ve galaksinin her bölgesinde aynı nova üretim hızının olacağı varsayımı yapılmaktadır. Bu çok da doğru değildir, çünkü yukarıda da belirtildiği gibi SFR'nin daha aktif olduğu *HII* bölgeleri tüm galaksi boyunca homojen bir dağılım sergilememektedir (Shafter, 2000). Bunun yanında, disk galaksilerindeki toz ve gaz, kaynakların belirlenmesinde önemli etkilere yol açmaktadır. Bu etkiler çoğu nova taramasında  $H_{\alpha}$  filtresi kullanılarak giderilmeye çalışılmıştır ancak bu konuda uygulanabilecek en iyi yöntem kırmızıöte gözlemlerin kullanılmasıdır. Son dönemlerde geliştirilen IR teleskoplar ve geniş alanlı CCD kameralar ile galaksilerde nova taramaları mümkün hale gelmektedir. Bu bağlamda ülkemizde hayata geçirilmeye çalışılan Doğu Anadolu Gözlemevi<sup>4</sup> bu konuda gereken desteği verebilir. Nova patlamalarında güçlü emisyon çizgisi gösteren OI (8446 Å) çizgisi yakın kırmızıöte gözlemleri için elverişli bir aday olmaktadır (Shafter, 2000). LSNR değerlerinin belirlenmesindeki son hata payı, taraması yapılan galaksinin kırmızıöte parlaklığındaki belirsizlikten ileri gelmektedir. 2MASS (Two-Micron All Sky Survey) gökyüzü taraması ile IR parlaklıklardaki eksiklikler büyük ölçüde giderilmiş olmakla birlikte,

---

<sup>4</sup> <http://dag-tr.org>

2MASS parlaklıklarında sistematik hatalar olduğu yönünde iddialar da literatürde yer almıştır (Williams ve Shafter, 2004; Schombert, 2011).

LSNR değerlerinin (B-K)'ya ve dolayısıyla SFR'ye bağlılığını test edebilmek için,  $(B-K) \leq 3.0$  olan uygun galaksiler seçilip, kapsamlı bir nova taraması yapılabilir. Önümüzdeki dönemde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi<sup>5</sup> (TUG) ve Ulupınar Gözlemevi<sup>6</sup> (ÇOMÜ) teleskoplarına bu konuda proje hazırlamak ve gözlem teklifinde bulunmak hedeflerimiz arasındadır. Bu konudaki en büyük sıkıntı uluslararası gözlemlerinde uygulanan “servis” gözlemlerine, ülkemizde henüz destek verilmemesidir.

---

<sup>5</sup> <http://www.tug.tubitak.gov.tr>

<sup>6</sup> <http://physics.comu.edu.tr/caam>

**KAYNAKLAR**

ALİŞ, S. ve SAYGAÇ, A. T., 2012, *NewA*, 17, 101.

ARP, H. C., 1956, *AJ*, 61, 15.

BAADE, W ve ZWICKY, F., 1934b, *Phys. Rev.*, 45, 138.

CAPACCIOLI, M. ve ark., 1989, *AJ*, 97, 1622.

CAPACCIOLI, M. ve ark., 1990, *ApJ*, 360, 63.

CHOCHOL, D. ve ark., 1997, *A&A*, 318, 908.

CIARDULLO, R. ve ark., 1983, *ApJ*, 272, 92.

CIARDULLO, R. ve ark., 1987, *ApJ*, 318, 520.

CIARDULLO, R. ve ark., 1990a, *AJ*, 99, 1079.

CIARDULLO, R. ve ark., 1990b, *ApJ*, 356, 472.

COELHO, E. A., SHAFTER, A. W., MISSELT, K. A., 2008, *ApJ*, 686, 1261.

COHEN, J. G., 1985, *ApJ*, 292, 90.

COHEN, J. G. ve ROSENTHAL, A. J., 1983, *ApJ*, 268, 689.

DARNLEY, M. J. ve ark., 2004, *MNRAS*, 353, 571.

DARNLEY, M. J. ve ark., 2006, *MNRAS*, 369, 257.

DELLA VALLE, M. ve DUERBECK, H. W., 1993, *A&A*, 271, 175.

DELLA VALLE, M. ve ark., 1992, *A&A*, 266, 232.

DELLA VALLE, M. ve ark., 1994, *A&A*, 287, 403.

DELLA VALLE, M., 1995, in *Cataclysmic Variables*, ed. A. Bianchini, M. Della Valle ve M. Orio, Kluwer, Dordrecht, s. 503.

DELLA VALLE, M. ve LIVIO, M., 1995, *ApJ*, 452, 704.

- DELLA VALLE, M. ve ark., 1997, A&A, 325, 1151.
- DELLA VALLE, M. ve LIVIO, M., 1998, ApJ, 506, 818.
- DELLA VALLE, M., 2002, in Classical Nova Explosions, ed. M Hernanz ve J. Jose, American Institute of Physics, New York, s. 443.
- DELLA VALLE, M. ve GILMOZZI, R., 2002, Science, 296, 1275.
- DELLA VALLE, M. ve PANAGIA, N., 2003, ApJ, 587, L71.
- DE KOOL, M., 1992, A&A, 261, 188.
- DE VAUCOULEURS, G., 1978, ApJ, 223, 351.
- DOWNES, R. A. ve DUERBECK, H. W., 2000, AJ, 120, 2007.
- DUERBECK, H. W., 1981, PASP, 93, 165.
- DUERBECK, H. W., 1987, Ap&SS, 131, 461.
- DUERBECK, H. W., 1990, in Physics of Classical Novae, ed. A. Cassatella ve R. Viotti, Springer-Verlag, s. 34.
- DUERBECK, H. W., 2008, “Novae: an historical perspective”, Classical Novae 2<sup>nd</sup> Ed., ed. M. F. Bode ve A. Evans, Cambridge University Press, s. 1-13.
- EDEROCLITE, A. ve ark., 2006, A&A, 459, 875.
- ESENOĞLU, H. H. ve ark., 2000, A&A, 364, 191.
- ESENOĞLU, H. H., 2002, in Classical Nova Explosions, ed. M Hernanz ve J. Jose, American Institute of Physics, New York.
- FERRARESE, L. ve ark., 1996, ApJ, 468, L95.
- FERRARESE, L., COTE, P., JORDAN, A., 2003, ApJ, 599, 1302.
- FREEDMAN, W. L. ve ark., 2001, ApJ, 553, 47.
- FREEMAN, K. ve BLAND-HAWTHORN, J., 2002, ARA&A, 40, 487.
- GILL, C. D. ve O’BRIEN, T. J., 1998, MNRAS, 300, 221.
- GILL, C. D. ve O’BRIEN, T. J., 2000, MNRAS, 314, 175.
- GU, Q.-S. ve ark., 1998, Ap&SS, 260, 389.
- GUTH, T., SHAFTER, A. W., MISSELT, K. A., 2010, ApJ, 720, 1155.

- HOLTZMAN, J. A. ve ark., 1995, PASP, 107, 1065.
- HUBBLE, E. P., 1926, ApJ, 64, 321.
- HUBBLE, E. P., 1929, ApJ, 69, 103.
- IBATA, R. A., GILMORE, G., IRWIN, M. J., 1994, Nature, 370, 194.
- IBATA, R. A., GILMORE, G., IRWIN, M. J., 1995, MNRAS, 277, 781.
- JARRETT, T. H. ve ark., 2003, AJ, 125, 525.
- KRAUTTER, J. ve ark., 2002, AJ, 124, 2888.
- KRAFT, R. P., 1963, in *Advances in Astronomy and Astrophysics*, Vol. 2, Ed. Z. Kopal, Academic Press, s. 43.
- KRAFT, R. P., 1964, ApJ, 139, 457.
- LIVIO, M., 1992, ApJ, 393, 516.
- MADRID, J. P. ve ark., 2007, ApJ, 654, 41.
- MATTEUCCI, F. ve ark., 2003, A&A, 405, 23.
- McLAUGHLIN, D. B., 1939a, PA, 47, 410.
- McLAUGHLIN, D. B., 1939b, PA, 47, 481.
- McLAUGHLIN, D. B., 1939c, PA, 47, 538
- McLAUGHLIN, D. B., 1945, PASP, 57, 69.
- McLAUGHLIN, D. B., 1960, in *Stellar Atmospheres*, ed. Jesse Leonard Greenstein, University of Chicago Press, Illinois.
- NAPOLITANO, N. R. ve ark., 2009, MNRAS, 393, 329.
- NEILL, J. D. ve SHARA, M. M., 2004, AJ, 127, 816.
- O'BRIEN, T. J. ve BODE, M. F., 2008, in *Classical Novae*, 2nd Edition, eds. M. F. Bode ve A. Evans, Cambridge University Press, Cambridge.
- OORT, J. H., 1946, MNRAS, 106, 159.
- PARESCHE, F. ve ark., 1995, A&A, 299, 823.
- PAYNE-GAPOSCHKIN, C., 1964, *The Galactic Novae*, Dover Publication, New York.



- PFAU, W., 1976, *A&A*, 50, 113.
- POLITANO, M., 1996, *ApJ*, 456, 338.
- PRIALNIK, D. ve ark., 1982, *ApJ*, 257, 312.
- PRIALNIK, D. ve KOVETZ, A., 1995, *ApJ*, 445, 789.
- PRITCHET, C. J. ve van den BERGH, S., 1987, *ApJ*, 318, 507.
- RITCHEY, G. W., 1917, *PASP*, 29, 257.
- ROSENBUSH, A. E., 1999a, *Ap*, 42, 43.
- ROSENBUSH, A. E., 1999b, *Ap*, 42, 140.
- ROSINO, L., 1964, *Ann. d'Astrophys.*, 27, 498.
- ROSINO, L., 1973, *A&AS*, 9, 347.
- RINGWALD, F. A. ve ark., 1998, *BAAS*, 30, 893.
- SCHMIDT-KALER, Th., 1957, *Z. Astrophys.*, 41, 182.
- SCHOMBERT, J., 2011, arXiv:1107.1728v1
- SHAFTER, A. W., CIARDULLO, R., PRITCHET, C. J., 2000, *ApJ*, 530, 193.
- SHAFTER, A. W., 2002, in *Classical Nova Explosions*, ed. M Hernanz ve J. Jose, American Institute of Physics, New York, s. 462.
- SHAFTER, A. W. ve IRBY, B. K., 2001, *ApJ*, 563, 749.
- SHAFTER, A. W., 2008, in *Classical Novae*, 2nd Edition, eds. M. F. Bode ve A. Evans, Cambridge University Press, Cambridge.
- SHARA, M. M., 1981, *ApJ*, 243, 926.
- SHARA, M. M., PRIALNIK, D., SHAVIV, G., 1980, *ApJ*, 239, 586.
- SHARA, M. M., SANDAGE, A., ZUREK, D. R., 1999, *PASP*, 111, 1367.
- SHARA, M. M. ve ZUREK, D. R., 2002, in *Classical Nova Explosions*, ed. M Hernanz ve J. Jose, American Institute of Physics, New York, s. 457.
- SHAROV, A. S., 1993, *AstL*, 19, 230.
- SLAVIN, A. J. ve ark., 1995, *MNRAS*, 276, 353.

- STETSON, P., 1987, PASP, 99, 191.
- STETSON, P., 1992, ASP Conference Series, ed. D. M. Worrall, C. Biemesderfer ve J. Barnes, vol. 25, s. 297.
- STETSON, P., 1994, in Calibrating Hubble Space Telescope, ed. J. C. Blades ve S. J. Osmer, Baltimore: STScI, s. 89.
- STROPE, R. J. ve ark., 2010, AJ, 140, 34.
- TOMANEY, A. B. ve SHAFTER, A. W., 1992, ApJS, 81, 683.
- TULLY, R. B., 1988, Nearby Galaxies Catalog, Cambridge University Press, Cambridge.
- TURNER, A. M., 1997, Cooking with ALLFRAME, Version 3.0.
- TUTUKOV, A. ve YUNGELSON, L., 1995, in Cataclysmic Variables, ed. A. Bianchini, M. Della Valle ve M. Orio, Kluwer, Dordrecht, s. 495.
- VAN DEN BERGH, S., 1975, in Galaxies and the Universe, eds. A. Sandage, M. Sandage ve J. Kristian, University of Chicago Press, Illinois.
- VAN DEN BERGH, S., 1981, JRASC, 75, 169.
- WADE, R. A., 1990, in Physics of Classical Novae, eds. A. Casstella ve R. Viotti, Springer, Berlin.
- WALKER, M. F., 1954, PASP, 66, 230.
- WARNER, B., 1995, Cataclysmic Variable Stars, Cambridge University Press, Cambridge.
- WHITMORE, B., 1995, in Calibrating Hubble Space Telescope, Post Servicing Mission, ed. A. Koratkar ve C. Leitherer, Baltimore: STScI, s. 269.
- WILLIAMS, R. E., 1992, AJ, 104, 725.
- WILLIAMS, S. J. ve SHAFTER, A. W., 2004, ApJ, 612, 867.
- YUNGELSON, L., LIVIO, M. ve TUTUKOV, A., 1997, ApJ, 481, 127.

**EK-1**

<b>GALAKSİ</b>	<b>NOVA ID</b>	<b>FİLTRE</b>	<b>m<sub>max</sub> (mag)</b>	<b>M<sub>max</sub> (mag)</b>	<b>R (arcsec)</b>	<b>R (kpc)</b>
M33	1995-1	HALPHA	16.00	-8.62	69	0.15
M33	1995-2	HALPHA	16.60	-8.02	577	1.23
M33	1995-3	HALPHA	16.20	-8.42	247	0.53
M33	1996-1	HALPHA	19.10	-5.52	486	1.04
M33	1997-1	HALPHA	19.30	-5.32	471	1.00
M33	2001-1	HALPHA	15.80	-8.82	129	0.28
M31	1990-1	HALPHA	17.40	-7.08	1902	1.44
M31	1990-2	HALPHA	18.20	-6.28	1015	0.77
M31	1990-3	HALPHA	17.40	-7.08	1173	0.89
M31	1990-4	HALPHA	18.80	-5.68	1331	1.01
M31	1990-5	HALPHA	18.80	-5.68	436	0.33
M31	1990-6	HALPHA	18.20	-6.28	260	0.20
M31	1990-7	HALPHA	14.70	-9.78	270	0.20
M31	1990-8	HALPHA	18.20	-6.28	171	0.13
M31	1990-9	HALPHA	15.50	-8.98	96	0.07
M31	1990-10	HALPHA	19.90	-4.58	77	0.06
M31	1990-11	HALPHA	17.20	-7.28	406	0.31
M31	1990-12	HALPHA	16.00	-8.48	575	0.43
M31	1990-13	HALPHA	17.70	-6.78	1003	0.76
M31	1990-14	HALPHA	16.60	-7.88	1017	0.77
M31	1990-15	HALPHA	15.90	-8.58	929	0.70
M31	1990-16	HALPHA	15.80	-8.68	916	0.69
M31	1991-01	HALPHA	16.90	-7.58	1317	1.00
M31	1991-02	HALPHA	17.20	-7.28	815	0.62
M31	1991-03	HALPHA	16.10	-8.38	383	0.29
M31	1991-04	HALPHA	19.40	-5.08	892	0.67
M31	1991-05	HALPHA	19.60	-4.88	282	0.21
M31	1991-06	HALPHA	16.50	-7.98	76	0.06
M31	1991-07	HALPHA	16.00	-8.48	39	0.03
M31	1991-08	HALPHA	17.10	-7.38	60	0.05
M31	1991-09	HALPHA	17.20	-7.28	155	0.12
M31	1991-10	HALPHA	17.00	-7.48	590	0.45
M31	1991-11	HALPHA	17.70	-6.78	289	0.22
M31	1991-12	HALPHA	16.40	-8.08	554	0.42
M31	1991-13	HALPHA	18.70	-5.78	1804	1.36
M31	1991-14	HALPHA	17.30	-7.18	2011	1.52
M31	1992-01	HALPHA	16.40	-8.08	776	0.59
M31	1992-02	HALPHA	17.10	-7.38	298	0.23
M31	1992-03	HALPHA	16.20	-8.28	1300	0.98
M31	1992-04	HALPHA	16.40	-8.08	204	0.15
M31	1992-05	HALPHA	16.80	-7.68	217	0.16

M31	1992-06	HALPHA	18.00	-6.48	1923	1.46
M31	1992-07	HALPHA	17.60	-6.88	2252	1.70
M31	1993-01	HALPHA	18.20	-6.28	1309	0.99
M31	1993-02	HALPHA	17.80	-6.68	1255	0.95
M31	1993-03	HALPHA	18.50	-5.98	897	0.68
M31	1993-04	HALPHA	17.90	-6.58	659	0.50
M31	1993-05	HALPHA	18.90	-5.58	1283	0.97
M31	1993-06	HALPHA	18.60	-5.88	1029	0.78
M31	1993-07	HALPHA	17.60	-6.88	705	0.53
M31	1993-08	HALPHA	15.10	-9.38	505	0.38
M31	1993-09	HALPHA	16.20	-8.28	307	0.23
M31	1993-10	HALPHA	15.50	-8.98	379	0.29
M31	1993-11	HALPHA	19.50	-4.98	100	0.08
M31	1993-12	HALPHA	15.40	-9.08	151	0.12
M31	1993-13	HALPHA	16.70	-7.78	119	0.09
M31	1993-14	HALPHA	15.80	-8.68	102	0.08
M31	1993-15	HALPHA	18.30	-6.18	131	0.10
M31	1993-16	HALPHA	18.60	-5.88	1089	0.83
M31	1995-01	HALPHA	16.70	-7.78	228	0.17
M31	1995-02	HALPHA	17.10	-7.38	158	0.12
M31	1995-03	HALPHA	16.10	-8.38	44	0.03
M31	1995-04	HALPHA	16.40	-8.08	298	0.23
M31	1995-05	HALPHA	17.10	-7.38	171	0.13
M31	1995-06	HALPHA	16.10	-8.38	276	0.21
M31	1995-07	HALPHA	16.70	-7.78	2746	2.08
M31	1995-08	HALPHA	18.10	-6.38	2698	2.04
M31	1995-09	HALPHA	18.90	-5.58	2441	1.85
M31	1996-01	HALPHA	14.90	-9.58	341	0.26
M31	1996-02	HALPHA	17.70	-6.78	290	0.22
M31	1996-03	HALPHA	17.80	-6.68	126	0.10
M31	1996-04	HALPHA	17.00	-7.48	264	0.20
M31	1996-05	HALPHA	16.10	-8.38	304	0.23
M31	1996-06	HALPHA	18.00	-6.48	3638	2.75
M31	1997-01	HALPHA	16.20	-8.28	281	0.21
M31	1997-02	HALPHA	16.60	-7.88	343	0.26
M31	1997-03	HALPHA	17.60	-6.88	177	0.13
M31	1997-04	HALPHA	16.40	-8.08	161	0.12
M31	1997-05	HALPHA	19.30	-5.18	3683	2.79
M31	1997-06	HALPHA	18.00	-6.48	51	0.04
M31	1997-07	HALPHA	16.80	-7.68	62	0.05
M31	1997-08	HALPHA	16.00	-8.48	113	0.09
M31	1997-09	HALPHA	16.90	-7.58	504	0.38
M31	1997-10	HALPHA	17.40	-7.08	90	0.07
M31	1997-11	HALPHA	15.60	-8.88	181	0.14
M31	1997-12	HALPHA	15.40	-9.08	216	0.16
M31	1997-13	HALPHA	18.50	-5.98	229	0.17
M31	1997-14	HALPHA	15.80	-8.68	247	0.19
M81	1	HALPHA	18.00	-9.80	84	0.67
M81	2	HALPHA	18.00	-9.80	141	1.12
M81	3	HALPHA	18.00	-9.80	317	2.51
M81	4	HALPHA	18.40	-9.40	24	0.19

M81	5	HALPHA	18.20	-9.60	85	0.68
M81	6	HALPHA	17.30	-10.50	123	0.98
M81	7	HALPHA	17.00	-10.80	66	0.52
M81	8	HALPHA	17.80	-10.00	140	1.11
M81	9	HALPHA	18.70	-9.10	61	0.48
M81	10	HALPHA	18.60	-9.20	304	2.41
M81	11	HALPHA	17.50	-10.30	144	1.14
M81	12	HALPHA	17.90	-9.90	183	1.45
M51	M51-1994-01	HALPHA	21.00	-8.52	293	6.54
M51	M51-1994-02	HALPHA	20.10	-9.42	160	3.57
M51	M51-1995-01	HALPHA	21.40	-8.12	79	1.76
M51	M51-1995-02	HALPHA	21.90	-7.62	131	2.92
M51	M51-1995-03	HALPHA	20.80	-8.72	465	10.38
M51	M51-1996-01	HALPHA	20.40	-9.12	166	3.71
M51	M51-1997-01	HALPHA	21.20	-8.32	215	4.80
M51	M51-1997-02	HALPHA	22.50	-7.02	239	5.34
M51	M51-1997-03	HALPHA	21.90	-7.62	182	4.06
M87	M87-1995-01	HALPHA	22.50	-8.47	118	6.72
M87	M87-1995-02	HALPHA	21.70	-9.27	54	3.08
M87	M87-1995-03	HALPHA	22.40	-8.57	70	3.99
M87	M87-1995-04	HALPHA	22.30	-8.67	41	2.34
M87	M87-1995-05	HALPHA	22.10	-8.87	124	7.07
M87	M87-1995-06	HALPHA	22.50	-8.47	119	6.78
M87	M87-1997-01	HALPHA	21.30	-9.67	348	19.83
M87	M87-1997-02	HALPHA	22.70	-8.27	100	5.70
M87	M87-1997-03	HALPHA	22.20	-8.77	72	4.11
M101	M101-1994-01	HALPHA	20.90	-8.23	93	2.76
M101	M101-1994-02	HALPHA	22.50	-6.63	420	12.48
M101	M101-1994-03	HALPHA	21.50	-7.63	136	4.04
M101	M101-1995-01	HALPHA	22.00	-7.13	397	11.79
M101	M101-1995-02	HALPHA	22.30	-6.83	459	13.64
M101	M101-1996-01	HALPHA	21.20	-7.93	289	8.59
M101	M101-1996-02	HALPHA	21.90	-7.23	194	5.76
M101	M101-1996-03	HALPHA	22.00	-7.13	211	6.27
M101	M101-1996-04	HALPHA	20.30	-8.83	582	17.29
M101	M101-1997-01	HALPHA	21.30	-7.83	125	3.71
M101	M101-1997-02	HALPHA	22.00	-7.13	273	8.12
M101	M101-1997-03	HALPHA	21.80	-7.33	196	5.83
NGC5128	Nova1	HALPHA	21.04	-6.86	211	2.85
NGC5128	Nova2	HALPHA	19.25	-8.65	281	3.78
NGC5128	Nova3	HALPHA	20.92	-6.98	273	3.68
NGC5128	Nova4	HALPHA	20.47	-7.43	176	2.36
NGC5128	Nova5	HALPHA	17.88	-10.02	213	2.87
NGC5128	Nova6	HALPHA	19.69	-8.21	182	2.44
NGC5128	Nova7	HALPHA	20.43	-7.47	203	2.73
NGC5128	Nova8	HALPHA	20.40	-7.50	148	1.99
NGC5128	Nova9	HALPHA	20.24	-7.66	187	2.51
NGC5128	Nova10	HALPHA	19.49	-8.41	199	2.67
NGC5128	Nova11	HALPHA	19.38	-8.52	116	1.57
NGC5128	Nova12	HALPHA	18.55	-9.35	265	3.57
NGC5128	Nova13	HALPHA	20.12	-7.78	141	1.90

NGC5128	Nova14	HALPHA	19.77	-8.13	215	2.89
NGC5128	Nova15	HALPHA	18.82	-9.08	66	0.89
NGC5128	Nova16	HALPHA	19.86	-8.04	222	2.99
LMC	LMC1926	V	11.85	-6.65	10809	2.14
LMC	LMC1935	V	10.85	-7.65	28129	5.57
LMC	LMC1936	V	10.35	-8.15	12179	2.41
LMC	LMC1937	V	10.45	-8.05	11145	2.21
LMC	LMC1948	V	12.85	-5.65	5187	1.03
LMC	LMC1951	V	11.75	-6.75	3339	0.66
LMC	LMC1968	V	10.25	-8.25	7939	1.57
LMC	LMC1970A	V	12.00	-6.50	4084	0.81
LMC	LMC1970B	V	11.00	-7.50	5119	1.01
LMC	LMC1971A	V	11.77	-6.73	10209	2.02
LMC	LMC1971B	V	13.00	-5.50	12506	2.48
LMC	LMC1977B	V	10.70	-7.80	5890	1.17
LMC	LMC1978A	V	9.75	-8.75	15273	3.03
LMC	LMC1987	V	9.60	-8.90	905	0.18
LMC	LMC1988A	V	11.00	-7.50	4234	0.84
LMC	LMC1988B	V	10.00	-8.50	6445	1.28
M94	M94N2005-05a	HALPHA	19.70	-8.77	131	2.45
M94	M94N2006-04aa	HALPHA	20.70	-7.77	116	2.18
M94	M94N2006-04b	HALPHA	20.00	-8.47	118	2.21
M94	M94N2006-06a	HALPHA	19.80	-8.67	253	4.74
M87	HST-uvnova1	NUV	23.84	-7.13	2	0.09
M87	HST-uvnova2	NUV	23.94	-7.03	2	0.13
M87	HST-uvnova3	NUV	24.13	-6.84	2	0.13
M87	HST-uvnova4	NUV	24.10	-6.87	3	0.19
M87	HST-uvnova5	NUV	23.97	-7.00	4	0.22
M87	HST-uvnova6	NUV	24.10	-6.87	5	0.29
M87	HST-uvnova7	NUV	23.08	-7.89	6	0.34
M87	HST-uvnova8	NUV	23.70	-7.27	7	0.39
M87	HST-uvnova9	NUV	24.34	-6.63	7	0.41
M87	HST-uvnova10	NUV	24.19	-6.78	9	0.50
M87	HST-uvnova11	NUV	23.78	-7.19	9	0.51
M87	HST-uvnova12	NUV	23.46	-7.51	11	0.63
M87	HST-uvnova13	NUV	23.78	-7.19	11	0.65
M101	CSM2005/1	HALPHA	20.70	-8.43	362	10.77
M101	CSM2005/2	HALPHA	21.50	-7.63	182	5.40
M101	CSM2006/1	HALPHA	21.80	-7.33	96	2.85
M101	CSM2006/2	HALPHA	22.10	-7.03	70	2.09
M101	CSM2006/3	HALPHA	21.00	-8.13	167	4.96
M101	CSM2006/4	HALPHA	22.70	-6.43	539	16.01
M101	CSM2006/5	HALPHA	21.50	-7.63	425	12.63
M101	CSM2006/6	HALPHA	19.80	-9.33	235	6.99
M101	CSM2007/1	HALPHA	22.00	-7.13	344	10.22
M101	CSM2007/2	HALPHA	19.80	-9.33	133	3.96
M101	CSM2007/3	HALPHA	20.20	-8.93	10	0.30
M101	CSM2007/4	HALPHA	19.90	-9.23	80	2.37
M101	CSM2007/5	HALPHA	22.60	-6.53	222	6.60
M49	1	F555W	23.60	-7.47	29	1.79
M49	2	F555W	22.64	-8.43	33	2.05

M49	3	F555W	23.36	-7.71	25	1.57
M49	4	F555W	23.33	-7.74	18	1.11
M49	5	F555W	23.10	-7.97	37	2.31
M49	6	F555W	23.33	-7.74	37	2.29
M49	7	F555W	22.72	-8.35	15	0.91
M49	8	F555W	22.82	-8.25	20	1.26
M49	9	F555W	23.74	-7.33	23	1.45

**EK-2.**

<b>GALAKSI</b>	$\mu_0$ (mag)	<b>NR</b> (nova / yr)	<b>(B-K)</b> (mag)	$L_{Gal,K}$ ( $10^{10}L_{\odot,K}$ )	$\nu_K$ ( $yr^{-1} [10^{10}L_{\odot,K}]^{-1}$ )
LMC	$18.50 \pm 0.13$	$2.5 \pm 0.5$	$2.74 \pm 0.10$	$0.40 \pm 0.06$	$6.28 \pm 1.58$
SMC	$18.99 \pm 0.05$	$0.7 \pm 0.2$	$2.71 \pm 0.10$	$0.13 \pm 0.01$	$5.56 \pm 1.70$
M33	$24.62 \pm 0.10$	$2.5^{+1.0}_{-0.7}$	$2.87 \pm 0.10$	$1.07 \pm 0.14$	$2.34 \pm 0.99$
M101	$29.13 \pm 0.11$	$11.7^{+1.9}_{-1.5}$	$3.24 \pm 0.11$	$9.46 \pm 1.34$	$1.94 \pm 0.42$
M51	$29.52 \pm 0.11$	$18.0 \pm 7.0$	$3.43 \pm 0.10$	$11.17 \pm 1.53$	$1.61 \pm 0.67$
M31	$24.48 \pm 0.05$	$37.0 \pm 12.0$	$3.85 \pm 0.10$	$17.87 \pm 3.29$	$2.07 \pm 0.71$
M81	$27.80 \pm 0.08$	$33.0^{+13.0}_{-8.0}$	$3.99 \pm 0.10$	$12.36 \pm 1.46$	$2.67 \pm 1.10$
M100	$31.04 \pm 0.09$	$25 \pm 12.5$	$3.84 \pm 0.20$	$6.59 \pm 0.04$	$1.90 \pm 0.97$
NGC1316	$31.28 \pm 0.17$	$135.0 \pm 45.0$	$4.15 \pm 0.20$	$58.08 \pm 7.68$	$2.32 \pm 0.83$
NGC5128	$27.90 \pm 0.14$	$8.0 \pm 2.8$	$3.38 \pm 0.11$	$2.94 \pm 0.37$	$2.72 \pm 1.01$
M87	$30.97 \pm 0.16$	$95.0 \pm 36.0$	$4.17 \pm 0.10$	$44.87 \pm 5.86$	$2.12 \pm 0.85$
M49	$31.07 \pm 0.08$	$100.0^{+35.0}_{-30.0}$	$4.30 \pm 0.10$	$55.46 \pm 7.02$	$1.80 \pm 0.67$
M94	$28.47 \pm 0.31$	$5.0^{+1.8}_{-1.4}$	$3.72 \pm 0.10$	$5.18 \pm 0.016$	$1.40 \pm 0.50$



## ÖZGEÇMİŞ

**Adı:** Sinan

**Soyadı:** ALIŞ

**Doğum Yeri ve Tarihi:** İstanbul, 16.04.1980

**E-mail:** [salis@istanbul.edu.tr](mailto:salis@istanbul.edu.tr)



**Cep Telefonu:** 0533 – 740 74 17

**İş Telefonu:** 0212 - 440 00 00 / 10535

### **Yüksek Öğrenim:**

**Lisans:**

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi

Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü (1996-2001)

**Yüksek Lisans:**

İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı (2001-2004)

**Doktora:**

İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı (2005-2011)

**Askerlik:** 30.11.2004 – 30.5.2005, 5. Zırhlı Tugay, Gaziantep, Kısa Dönem Erbaş.

### **ÇALIŞMA BİLGİLERİ**

- 1) Eyüboğlu Eğitim Kurumları – İkiz Gözlemevi, 2000 – 2005
- 2) İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 2005 –
- 3) Nice Gözlemevi (Fransa), Eylül 2007 – Şubat 2008.
- 4) Napoli Gözlemevi (İtalya), Mayıs 2010 – Temmuz 2010
- 5) Nice Gözlemevi (Fransa), Ekim 2010 – Ocak 2011

### **ÜYELİKLER**

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Amatör Astronomlar Kulübü, 1996-

The Astronomical Society of the Pasific, 1998-1999

Gökyüzü Dergisi Yayın Kurulu Üyesi, 2000-2001

American Association of Variable Star Observers (AAVSO), 1998-

Türk Astronomi Derneği, 2006 –

Doğa Aktiviteleri Grubu (DAG) Derneği, 2009 -

## **VERDİĞİ DERSLER**

Astronomide Gözlem Araç ve Yöntemleri (AU426) (Lisans, Uyg., 2-1-1)  
Değişen Yıldızlar (AU325) (Lisans, Uyg., 2-1-0)  
Astrofizik (AU312) (Lisans, Uyg., 2-1-1)

## **İLGİ ALANLARI**

Kataklismik Değişen Yıldızlar, Novalar, Galaksi Kümeleri, Gözlemsel Kozmoloji.

## **BİLGİSAYAR BİLGİLERİ**

- Çok iyi derecede DOS, Windows, Linux kullanımı.
- Linux sunucu kurulumu ve işletimi.
- Çok iyi derecede İnternet uygulamaları (FTP, SSH, HTML vb.)
- Çok iyi derecede ESO-MIDAS ve NOAO/IRAF veri analiz paketleri kullanımı.
- İyi derecede LaTeX vb. yayımlama araçları kullanımı
- Temel seviyede FORTRAN ve BASIC programlama dilleri.
- Çok iyi derecede Shell Script yazımı.
- İyi derecede SuperMongo grafik yazılımı.

## **ARAŞTIRMA PROJELERİ**

**Proje Adı:** İstanbul Üniversitesi Robotik Astrofizik Gözlemevi

**Proje Yürütücüsü:** A. Talât Saygıç

**Projeye Katılanlar:** Özkan, M. T., Bilir, S., Ak, S., Ak, T., Esenoğlu, H.H., Yaz, E., Coşkunoglu, K.B., Aliş, S., Yelkenci, K., Al, N., Demircan, O., Erdem, A., Soydugan, F., Soydugan, E., Bakış, V., C. Çiçek

**Projenin Verildiği Kurum:** İ. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi

**Tarih:** Mayıs 2009 – Haziran 2010

**Proje Adı:** Diğer Galaksilerdeki Nova Gözlemleri ve Kataklismik Değişen Yıldızların Ülkemiz Teleskopları ile Uluslar arası Araştırmacılarla Gözlem Potansiyeli: Projeler, Gözlemevleri, Teleskoplar

**Proje Yürütücüsü:** A. Talât Saygıç

**Projeye Katılanlar:** Sinan Aliş, Antonio Bianchini, Massimo Della Valle

**Projenin Verildiği Kurum:** İ. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi

**Tarih:** 11.04.2011 – 12.09.2011

**Proje Adı :** Galaksi Dışı Novaların Hubble Uzay Teleskopunun Arşivlenmiş Verileri ile Araştırılması

**Proje Yürütücüsü :** Sinan Aliş

**Projenin Verildiği Kurum :** İ. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi

**Kodu :** T-844

**Tarih :** 2007-2011

**Proje Adı :** Kanada-Fransa-Hawaii Teleskopu Legacy Survey (CFHTLS) Çerçevesinde Derin Uzay Galaksi Kümelerinin Optik ve X-Işın Özellikleri

**Proje Yürütücüsü :** Prof.Dr. E. Nihal Ercan (Boğaziçi Üniversitesi)

**Projeye Katılanlar :** Füsun Limboz, Christophe Benoist, H. Gökmen Tektunalı, Murat Hüdaverdi, Yüksel Karataş, Sinan Aliş, Burcu Beygu, Korhan Yelkenci, Ece Kilerci.

**Projenin Verildiği Kurum :** TÜBİTAK

**Kodu :** EVRENA - 108T226

**Tarih :** 2008-2011

**Proje Adı :** İstanbul'dan Geçen Göçmen Kuşların İzlenmesi

**Proje Yürütücüsü :** Yrd.Doç.Dr. Hasan H. Esenoğlu

**Projeye Katılanlar :** Sinan Aliş, F. Korhan Yelkenci

**Projenin Verildiği Kurum :** Avrupa Kültür Başkenti Fonu

**Tarih:** 2010 - 2011

**Proje Adı :** Diğer Gece Göğü

**Proje Yürütücüsü :** Trevor Paglen, University of California, Department of Geology

**Projenin Verildiği Kurum :** 11. Uluslararası İstanbul Bienali

**Tarih:** 2009

**Proje Adı :** Yeni Keşfedilen ve Parametreleri Belirlenmemiş Örtün Çift Yıldızların Fotometrik Gözlemleri ve Analizleri

**Proje Yürütücüsü :** M. Eray Atay

**Proje Danışmanı :** Yard. Doç. Dr. A. Talat Saygacı  
**Projeye Katılanlar :** Sinan Aliş, M. Mustafa Keskin, Şule Köksal  
**Projenin Verildiği Kurum :** İ. Ü. Araştırma Fonu  
**Kodu :** ÖR-104/0703200  
**Tarih :** 2000-2001

**Proje Adı :** 11 Ağustos 1999 Tam Güneş Tutulması Gözlemlerinde Kullanılacak 4 Aletin Çalışma Prensipleri  
**Proje Yürütücüsü :** Işıl Erdeve  
**Proje Danışmanı :** Prof. Dr. M. Türker Özkan  
**Projeye Katılanlar :** Asuman Gültekin, Sinan Aliş, M. Mustafa Keskin,  
**Projenin Verildiği Kurum :** İ. Ü. Araştırma Fonu  
**Kodu :** ÖR-83/280699  
**Tarih :** 1999-2000

**Proje Adı :** Güneş Tutulmasında Kullanılan Deney Setleri  
**Proje Yürütücüsü :** Sinan Aliş  
**Proje Danışmanı :** Prof. Dr. M. Türker Özkan  
**Projeye Katılanlar :** M. Mustafa Keskin  
**Projenin Verildiği Kurum :** İ. Ü. Araştırma Fonu  
**Kodu :** ÖR-42/240698  
**Tarih :** 1998-1999

**Proje Adı :** TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde Kataklistik Çift Yıldızların Fotometrik Gözlemlerine Hazırlık Çalışması  
**Proje Yürütücüsü :** M. Mustafa Keskin  
**Proje Danışmanı :** Prof. Dr. M. Türker Özkan  
**Projeye Katılanlar :** Sinan Aliş  
**Projenin Verildiği Kurum :** İ. Ü. Araştırma Fonu  
**Kodu :** ÖR-43/240698  
**Tarih :** 1998-1999

## **BURS, DESTEK VE ÖDÜLLER**

- 1) Başarılı Araştırmacı Ödülü, 2001, İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu
- 2) European Southern Observatory (ESO), 2006, 2nd NEON Archive Observing School.
- 3) TÜBİTAK-BİDEB, Yurtdışı Araştırma Burs Programı (2214). Eylül 2007 - Şubat 2008.
- 4) TÜBİTAK-EVRENA, Bursiyer, 108T226, 2008-2011.
- 5) TÜBİTAK-UBYT, 2008.
- 6) XVII. Ulusal Astronomi Kongresi, En İyi Poster Bildiri Ödülü, 31 Ağustos - 4 Eylül 2010, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- 7) Henri Poincare Junior Fellowship, Observatoire de la Cote d'Azur, Nice, France, 2011.

## **KATILDIĞI TOPLANTILAR**

### **A) ULUSLARARASI TOPLANTILAR**

- 1) Variable Stars as Essential Astrophysical Tools, NATO-ASI, 31.08.1998 - 11.09.1999, Çeşme, İzmir.
- 2) Last Total Solar Eclipse of The Millenium In Turkey - International Symposium, Astronomical Society of The Pasific (ASP) Conf.Series., 13 - 15 Ağustos 1999, İstanbul.
- 3) Royal Road to the Stars: New Directions for Close Binary Studies, 24 - 28 Haziran 2002, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- 4) XV. National Conference of Astronomers of Serbia, 2 - 5 Ekim 2008, Belgrade, Serbia. (Poster Bildiri ile)
- 5) Non-thermal Phenomena in Colliding Galaxy Clusters, 15 – 18 Kasım 2011, Nice, Fransa.

**B) ULUSLARARASI OKULLAR / ÇALIŞTAYLAR (WORKSHOP)**

- 1) Photometry and Spectroscopy with CCDs. A Summer School on Charge Coupled Devices, 24.06.2001 - 06.07.2001, Akdeniz Üniversitesi ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 2) High-Energy Astrophysics Summer School, 16-27 Temmuz 2001, Feza Gürsey Enstitüsü, İstanbul.
- 3) Workshop on Optical Interferometers, Liquid-Mirror Telescopes and Gravitational Lensing, 14-17 Mayıs 2002, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- 4) High-Energy Astrophysics Seminars, 29-30 Temmuz 2003, Dr. Marat Gilfanov, Feza Gürsey Enstitüsü – Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- 5) High-Energy Astrophysics Seminars, Ağustos 2004, Dr. Feryal Özel ve Dr. Dimitrios Psaltis, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- 6) High-Energy Astrophysics Workshop, 5-8 Temmuz 2005, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- 7) 2nd NEON Archive Observing School, 30 August – 9 September 2006, European Southern Observatory (ESO) - Garching, München, Germany.
- 8) High-Energy Astrophysics Workshop, 11-13 Eylül 2006, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- 9) NOVICOSMO Summer School: Formation and Evolution of Cosmic Structures, 10-21 September 2007, Novigrad, Croatia.
- 10) The 30th IAU - International School for Young Astronomers (ISYA), 1-21 July 2008, İstanbul. (*Yerel Düzenleme Komitesi Üyesi*)
- 11) International Workshop on Observational Cosmology, 15-19 Ekim 2009, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Saklıkent, Antalya.

### C) ULUSAL TOPLANTILAR

- 1) Matematik ve Fen Bilimlerinin Uygulama Alanı : Astronomi Sempozyumu, 1-2 Kasım 1997, Eyüboğlu Eğitim Kurumları, İstanbul.
- 2) XII. Ulusal Astronomi Toplantısı, 4 – 8 Eylül 2000, Ege Üniversitesi, İzmir. (Sözlü+Poster Bildiri ile)
- 3) XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı, 2 – 6 Eylül 2002, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya. (Bildiri ile)
- 4) XIV. Ulusal Astronomi Toplantısı, 31 Ağustos – 4 Eylül 2004, Erciyes Üniversitesi, Kayseri. (Bildiri ile)
- 5) Gündem: Eğitimde Astronomi ve Uzay, 19 Kasım 2005, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.(Bildiri ile)
- 6) II. İstanbul Okulları Astronomi Buluşması, 13 Mayıs 2006, Yüzyıl Işıl Eğitim Kurumları, İstanbul. (Bildiri ile)
- 7) XV. Ulusal Astronomi Toplantısı, 28 Ağustos – 1 Eylül 2006, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul. (Sözlü+Poster Bildiri ile)
- 8) Yüksek Enerji Astrofiziği Lisansüstü Yazokulu, 4-13 Ağustos 2008, Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü, İstanbul.
- 9) XVI. Ulusal Astronomi Toplantısı, 8 Eylül - 12 Eylül 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale. (Poster Bildiri ile)
- 10) VI. Mantık, Matematik ve Felsefe Ulusal Sempozyumu, 16-18 Eylül 2008, Foça, İzmir.(Sözlü Bildiri ile)
- 11) XVII. Ulusal Astronomi Toplantısı, 31 Ağustos – 4 Eylül 2010, Çukurova Üniversitesi, Adana (Poster Bildiri ile).
- 12) Türkiye'de IR Astronomisi ve Doğu Anadolu Gözlemevi Çalıştayını, 1 – 3 Nisan 2011, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

## POPÜLER ETKİNLİKLER

- 1) Amatör Astronomlar Derneği Eğitim Kursu, 1 - 2 Mart 1997, Ankara.
- 2) Mayıs 1997 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 26 - 30 Mayıs 1997, İstanbul.
- 3) III. Ulusal Amatör Astronomlar Toplantısı, 26 - 27 Temmuz 1997, Antalya.
- 4) I. Amatör Astronomlar Yaz Okulu, 22 - 27 Eylül 1997, Ege Üniversitesi Gözlemevi, İzmir.
- 5) Mayıs 1998 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 11 - 15 Mayıs 1998, İstanbul.
- 6) I. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 16 - 18 Ekim 1998, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 7) Mayıs 1999 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 24 - 28 Mayıs 1999, İstanbul.
- 8) II. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 1 - 3 Ekim 1999, Ürgüp, Nevşehir.
- 9) Mayıs 2000 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 8 - 12 Mayıs 2000, İstanbul.
- 10) III. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 1 - 3 Eylül 2000, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 11) IV. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 14 - 16 Eylül 2001, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 12) V. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 30 Ağustos - 1 Eylül 2002, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 13) VI. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 22 - 24 Ağustos 2003, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 14) Günden: Eğitimde Astronomi ve Uzay, Sabancı Üniversitesi, 19 Kasım 2005, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- 15) II. İstanbul Okulları Astronomi Buluşması, Yüzyıl Işıl Eğitim Kurumları, 13 Mayıs 2006, YIEV Nahum Gözlemevi, İstanbul.
- 16) Mayıs 2006 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 10 - 12 Mayıs 2006, İstanbul.



- 17) Mayıs 2008 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 29 - 30 Mayıs 2008, İstanbul.
- 18) X. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 17 - 19 Ağustos 2007, Uludağ, Bursa.
- 19) XI. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 25 - 27 Temmuz 2008 ve 1-3 Ağustos 2008, Saklıkent, Antalya
- 20) Mayıs 2009 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 27 - 29 Mayıs 2009, İstanbul.
- 21) XII. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, *Uzman Gözlemci*, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG), 24 - 27 Temmuz 2009.
- 22) Mayıs 2010 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 5 - 7 Mayıs 2010, İstanbul.
- 23) XIII. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, Eğitimci, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG), 16 – 19 Temmuz 2010.
- 24) Mayıs 2011 Etkinlikleri, İ.Ü.F.F. Amatör Astronomlar Kulübü, 11 - 13 Mayıs 2011, İstanbul.
- 25) XIV. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, Eğitimci, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG), 8 – 10 Temmuz 2011.

### **ASTRONOMİK GÖZLEMLER**

- 1) İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'nde Fotosferik ve Kromosferik Güneş Gözlemleri
- 2) Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde Örtün Çift Yıldızların ve Kromosferik Aktif Çift Yıldızların Fotometrik Gözlemleri
- 3) TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde Kataklizmik Değişen Yıldızların ve Örtün Çift Yıldızların Fotometrik Gözlemleri, Galaksi Kümelerinin Görüntü ve Tayf Analizleri.
- 4) Eyüboğlu İkiz Gözlemevi'nde Örtün Çift Yıldızların ve Delta Scuti Yıldızlarının CCD Fotometrisi.
- 5) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Gözlemevi'nde Fotometrik Gözlemler.

6 ) 29 Mart 2006 Tam Güneş Tutulması Gözlemleri: İ.Ü. Araştırma Fonu Yürütücü Sekreterliği 470/27122005 sayı ve kodlu proje çerçevesinde Tam Güneş tutulmasında bilimsel gözlemler yapmak üzere Ilica-Antalya'da görevli.

7) 11 Ağustos 1999 Tam Güneş Tutulması Gözlemleri: İ.Ü. Araştırma Fonu Yürütücü Sekreterliği tarafından desteklenen proje ile bilimsel gözlemleri yapmak üzere Turhal Gözlem İstasyonu (Tokat)'nda görevli.

### **POPÜLER YAYINLAR**

- 1) 2009 Yılı Gökyüzü Rehberi, İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayını
- 2) 2008 Yılı Gökyüzü Rehberi, İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayını
- 3) 2007 Yılı Gökyüzü Rehberi, İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayını
- 4) Amatörler İçin Bir Öneri: Cüce Novaların Gözlenmesi, *Astronomi Magazin*, E.Ü. Gözlemevi Yayını, 70, 14, 1998.
- 5) SETI Hakkında En Sık Sorulan 5 Soru ve Cevabı, *Gökyüzü Dergisi*, Sayı 28, Şubat 2000.
- 6) Deprem ve “Gökyüzü”, *Gökyüzü Dergisi*, Sayı 30, Nisan 2000.

### **YAYINLAR (Basıma kabul edilen bildiri/poster, makale)**

- 1) **1990 Sonrası Tam Güneş Tutulmalarında Yapılan Korona Gözlemleri ve Sonuçları**, S. Aliş, M. M. Keskin, M. T. Özkan, 1999, *XI. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 7 – 10 Ağustos 1999, Elazığ.
- 2) **Kataklismik Değişen Yıldızların TUG'da Gözlemlerine Hazırlık Çalışması ve Deneme Gözlemleri**, M. M. Keskin, S. Aliş, *XI. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 7 – 10 Ağustos 1999, Elazığ.
- 3) **11 Ağustos 1999 Tam Güneş Tutulması İstanbul Üniversitesi Gözlem Programı**, A. T. Saygaç ve ark., *XI. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 7 – 10 Ağustos 1999, Elazığ.
- 4) **Kataklismik Değişenlerde Si IV Çizgi Profillerinin Analizi**, M. T. Özkan, T. Ak, M. M. Keskin, S. Aliş, *XII. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 4 – 8 Eylül 2000, İzmir.
- 5) **Kataklismik Değişen SS CYG'nin TUG Gözlemleri**, S. Aliş, M. M. Keskin, M. T. Özkan, *XII. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 4 – 8 Eylül 2000, İzmir.

- 6) **HIPPARCOS Kataloğunda Bulunan Örtlen Çift Yıldızların Özellikleri**, M. E. Atay, Ş. Köksal, S. Aliş, M. M. Keskin, *XII. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 4 – 8 Eylül 2000, İzmir.
- 7) **First Photoelectric Observations of GQ Draconis**, 2000, M. E. Atay, S. Aliş, M. M. Keskin, Ş. Köksal, A. T. Saygıç, *IBVS, No. 4988*.
- 8) **Erratum to IBVS No.4855 and Times of Minima of the Eclipsing Binary V357 Pegasi**, 2002, S. Aliş, M. M. Keskin, M. E. Atay, *IBVS, No. 5282*.
- 9) **Türkiye’de Uzay Bilimi ve Teknolojisi Bilincinin Yerleştirilmesinde Uygulanan Bir Model**, A. T. Saygıç, M. Genç, S. Aliş, *2000’li Yıllarda Lise Eğitime Çağdaş Yaklaşımlar Sempozyumu*, 8 - 9 Haziran 2002, İstanbul.
- 10) **GQ Dra Örtlen Çiftinin İlk Işık Eğrisinin Fotometrik Çözümü**, M. E. Atay, M. M. Keskin, S. Aliş, *XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 2 – 6 Eylül 2002, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 11) **V357 Peg Örtlen Çift Yıldızının Fotometrik Gözlemi ve Çözümlemesi**, S. Aliş, M. M. Keskin, M. E. Atay, *XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 2 – 6 Eylül 2002, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya.
- 12) **Z Cam Türü Cüce Novalarda Görülen Duraksamalar ve Özellikleri**, S. Aliş, *XIV. Ulusal Astronomi Toplantısı*, 31 Ağustos – 4 Eylül 2004, Kayseri.
- 13) **Photometric observations of cataclysmic variables with the 1.5-m telescope at the TÜBİTAK National Observatory (TUG): V2275 Cyg, RW UMi, PX And and FO Per**, Ş. Balman, A. Yılmaz, T. Ak, T. Saygıç, H. Esenoğlu, A. Retter, Y. Lipkin, Ü. Kızıloğlu, A. Bianchini, S. Aliş, *White dwarfs: cosmological and galactic probes*. Edited by Edward M. Sion, Stéphane Vennes and Harry L. Shipman, Astrophysics and Space Science Library, Vol. 332, p. 233 – 242.
- 14) **GRB 060605: RTT150 optical observations**, I. Khamitov, A. T. Saygıç, Z. Aslan, Ü. Kızıloğlu, E. Göğüş, S. Aliş, Ö. Önal, R. Burenin, M. Pavlinsky, R. Sunyaev, I. Bikmaev, N. Sakhibullin, *GCN*, 5224, 1.
- 15) **GRB 060605: RTT150 optical observations**, I. Khamitov, A. T. Saygıç, Z. Aslan, Ü. Kızıloğlu, E. Göğüş, S. Aliş, Ö. Önal, R. Burenin, M. Pavlinsky, R. Sunyaev, I. Bikmaev, N. Sakhibullin, *GCN*, 5235, 1.

- 16) **Yerel Grup Dışı Galaksilerde Hubble Uzay Teleskobu Verileri İle Nova Taraması**, S. Aliş, A. T. Saygıç, M. Della Valle, *XV. Ulusal Astronomi Kongresi*, 28 Ağustos – 1 Eylül 2006, İstanbul.
- 17) **Fotometrik Kırmızıya Kayma Yöntemi ve Uygulamaları**, Ş. Sezen, F. Limboz, S. Aliş, *XV. Ulusal Astronomi Kongresi*, 28 Ağustos – 1 Eylül 2006, İstanbul.
- 18) **Bir Güneş Lekesinin Görünen Yüzey Alanı ve Konumuna Bağlı Olarak Gerçek Yüzey Alanının Bulunması ve Evrimsel Yüzey Değişiminin Hesaplanması**, S. Terleç, S. Soysal, V. Soysal, M. Genç, S. Aliş, A. T. Saygıç, *XV. Ulusal Astronomi Kongresi*, 28 Ağustos – 1 Eylül 2006, İstanbul.
- 19) **Tip Ia Süpernovaları ve Kozmoloji**, S. Aliş, Ş. Sezen, *XV. Ulusal Astronomi Kongresi*, 28 Ağustos – 1 Eylül 2006, İstanbul.
- 20) **Kozmolojik Evrim**, F. Limboz, S. Aliş, *VI. Mantık, Matematik ve Felsefe Ulusal Sempozyumu*, 16-19 Eylül 2008, Foça, İzmir.
- 21) **Hubble Uzay Teleskopu Verilerine Görüntü Düzeltmesi “Drizzling” Uygulanması**, S. Aliş, A.T. Saygıç, *XVI. Ulusal Astronomi Kongresi*, 8-12 Eylül 2008, Çanakkale.
- 22) **White Dwarfs in the CFHTLS Deep Fields**, 2008, F. Limboz, Y. Karataş, M. Kılıç, C. Benoist, S. Aliş, *MNRAS*, 383, 957-961.
- 23) **The Sunspot Observations Made in 2007**, 2008, S. Aliş, University of Istanbul, Faculty of Science, *The Journal of Mathematics, Physics and Astronomy*. New Series, Vol 2., 200716-1-200716-8.
- 24) **GRB 081102: RTT150 optical observations**, 2008, I. Khamitov, M. Parmaksızoğlu, S. Aliş, M. Hüdaverdi, Z. Eker, Ü. Kızıloğlu, E. Göğüş, R. Burenin, M. Pavlinsky, R. Sunyaev, I. Bikmaev, N. Sakhibullin, *GCN*, 8520, 1.
- 25) **Evolutionary Effects on Brightest Cluster Galaxy Detections in CFHTLS Deep Fields**, 2009, S. Aliş, *POBeo*, 86, 309.
- 26) **İstanbul Üniversitesi Otomatik Astrofizik Gözlemevi**, 2009, A.Talât SAYGAÇ, M. Türker ÖZKAN, Selçuk BİLİR, Serap AK, Tansel AK, Hasan H. ESENOĞLU, Esmâ YAZ, Başar COŞKUNOĞLU, Taşkın ÇAY, İpek ÇAY, Sinan ALIŞ, Korhan YELKENCİ, Osman DEMİRCAN, Ahmet ERDEM, Faruk SOYDUGAN, Esin SOYDUGAN, Volkan BAKIŞ, Caner ÇİÇEK, 2009

*Astronomi Yılında Türkiyedeki Astronomi Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi Sempozyumu*, 20 Kasım 2009, İstanbul.

- 27) **NGC 3627 Galaksisinde Hubble Uzay Teleskopu Verileri ile Nova Araması**, 2010, S. Aliş, M. Della Valle, A. T. Saygıç, *XVII. Ulusal Astronomi Kongresi*, 31 Ağustos – 4 Eylül 2010, Adana. (BASKIDA)
- 28) **Telescope and Researcher Potential of Turkey for Collaboration in CV Studies**, 2011, A. T. Saygıç & S. Aliş, *Baltic Astronomy*. (BASKIDA)
- 29) **Telescope and Researcher Potential of Turkey for Collaboration in CV Studies**, 2011, A. T. Saygıç & S. Aliş, *Binary Paths to Type Ia Supernovae Explosions*, IAU Symposium No. 281, R. Di Stefano & M. Orlo, eds., Cambridge University Pres. (BASKIDA)
- 30) **Archival HST Search for Extragalactic Novae**, 2011, S. Aliş & A. T. Saygıç, *Binary Paths to Type Ia Supernovae Explosions*, IAU Symposium No. 281, R. Di Stefano & M. Orlo, eds., Cambridge University Pres. (BASKIDA)
- 31) **Archival HST Study of Novae. I. The Seyfert Galaxy NGC 3627**, 2012, S. Aliş & A. T. Saygıç, *New Astronomy*, 17, 101.