

NOVALARIN EVRİMİ

Hasan H. ESENOĞLU¹

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü
(eposta: esenoglu@istanbul.edu.tr)

Özet: Novalar, yıldızların beklenmedik bir anda kısa süreli patlama olaylarıdır. Bir çift yıldız sisteminde beyaz cücenin şiddetli termonükleer patlaması ile nova patlaması oluşur. Patlama birkaç saat içinde gerçekleşir, sonra haftalar, aylar, belki de yıllar sonra hemen hemen eski düzeyine ulaşır. Sonra bu patlama tekrarlanabilir. Patlamada, kütesinin on binde birinden az bir kısmını genişleyen kabuk olarak dışarıya atar. Doğrudan novaların evrimini öğrenmek ancak içinde bulunduğu ve benzer yapıdaki kataklismik değişen yıldızlar, tekrarlayan novalar gibi geniş ailenin öğrenilmesiyle mümkün olabilecektir. “CV” simgesi ile bilinen kataklismik değişenler birçok araştırma alanı için bir laboratuvar niteliği taşır: madde yığılmaları üzerinde yapılan çalışmalar, disk fiziği, nötron yıldızları, beyaz cüceler, X-ışını çiftleri için yapılan çalışmalar, yıldızlarda manyetik alanların varlığı ve nova patlamaları ile ilgili araştırmalar bu tür değişen yıldızların ne derece önemli olduklarını göstermektedir.

1. Giriş

Gözlemler novaların, bileşenlerden birisi beyaz cüce olan çift yıldız olduklarını göstermektedir; diğer yıldız bir kırmızı devdir ve atmosferi genişlemektedir. Genişleyen maddenin bir kısmı beyaz cücenin kütle çekimi alanına girer ve beyaz cüce üzerine dökülür. Hidrojenini daha önce tüketmiş olan beyaz cüce, yeni toplanan ve hidrojen zengin gazı yeterince biriktirince, yüzeyde çekirdek tepkimeleri başlar, ısınan gaz patlamalı olarak atılır, sonunda beyaz cüce eski durumuna döner. İşlem tekrarlanabilir. Nova patladıktan sonra geriye uzaya attığı gaz kalır. Zamanla yaklaşık küresel genişleyen nova kalıntılarının, birkaç yüzyıllık bir ömrü ve yaklaşık 1000 km/s hızları vardır. Nova kalıntıları, süpernova kalıntılarında veya gezegenimsi bulutsulardan daha az kütleyle sahiptir. Zarf da denilen novaların bu kalıntı kabukları yıllar içerisinde aralıklarla gözlemleri yapılmakta ve patlama evrimlerine ilişkin yeni ipuçları alınmaktadır (örnek bir nova kalıntısı Şekil 3’de verildi).

Novalar değişen yıldızlar içerisinde yer alır. Değişimin nedenine göre değişen yıldızlar iki büyük gruba ayrılır: içten (bünyesel) değişenler ve geometrik değişenler. Değişen yıldızlar, parlaklığında düzenli ya da düzensiz bir değişim gösterirler. Geometrik değişenlerde değişim, örtme ve örtülme olaylarından dolayı olmaktadır. İçten değişenlerdeki değişimin nedeni sıcaklık, yoğunluk ve basınçtaki bir değişimin olmasıdır. İçten değişenler kendi içinde iki alt sınıfa ayrılırlar: pulsasyon yapan değişen yıldızlar ve patlayan değişen yıldızlar. Pulsasyon yapanlar, parlaklıklarında oldukça düzenli bir değişim gösterirler. Karşıt olarak ise patlayan değişenler çok az düzenli değişim

gösterirler, parlaklık ani bir şekilde artar (novalar gibi, Şekil 1’de verildi) veya azalır (R Coronae Borealis tipleri gibi).

1960’lı yıllarda patlayan değişen yıldızlara yeni bir alt sınıf daha eklendi. Bu sınıf “kataklizmik değişen yıldızlar” olarak adlandırıldı. Bunların ışık eğrileri, dönem, renk (sıcaklık), patlama davranışları ve diğer bazı parametre öğeleri incelendiğinde çeşitli alt sınıfları keşfedildi. 1960’da ilk cüce nova’nın keşfi ile başlayan bu tür yıldızların tarihi, birçok araştırma alanı için bir laboratuvar niteliği taşır. Birçok araştırmacı bu sistemlerin evrimi ile ilgili birçok bilgiye ulaşılmasında katkıda bulunmuşlardır. Örneğin; madde yığılmaları üzerinde yapılan çalışmalar, disk fiziği, nötron yıldızları, beyaz cüceler, X-ışını çiftleri için yapılan çalışmalar, yıldızlarda manyetik alanların varlığı ve nova patlamaları ile ilgili araştırmalar bu tür değişen yıldızların ne derece önemli olduklarını göstermektedir. 1960’da Gaposchkins, U Geminorum’un sürekli patlama davranışını incelediğinde bunun farklı bir değişen yıldız olduğunu keşfetti. O tarihten bu yana U Geminorum gibi yakın çift sistemlerde, dev yoldaş yıldızdan madde akımları ile kütle kazanan beyaz cüceli sistemler kataklizmik değişenler olarak bilinir. İlk cüce nova olan U Geminorum’un 1855’de keşfedilmesine rağmen, kütle transferi sonucu beyaz cücenin etrafına toplanan maddenin bir disk oluşturması konusunda bir yüzyıl kadar hiç çalışılmamıştır. Kraft, 1990’da, 1950–1965 yılları arasında gökbilim gözlemleri ve teorik fizikçilerin ortaya çıkardığı verilerden yararlanarak bu tür yıldızlar için modern bir taslak oluşturdu.

2. Novaların Evrimi

- Parlak Novalar

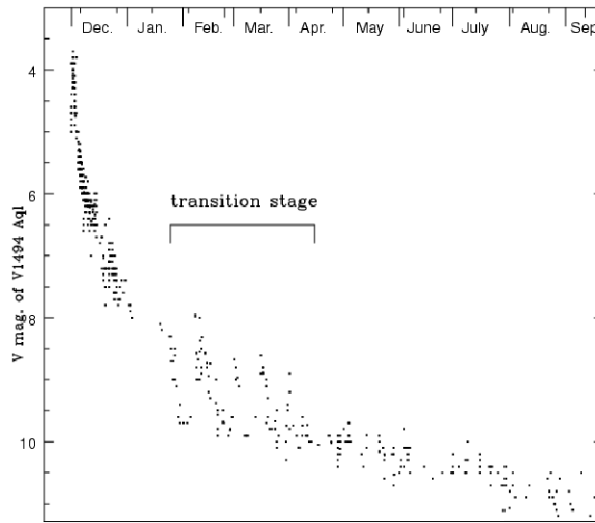
Çizelge 1. Parlak novaların listesi.

Yıl	Nova	Maksimum Parlaklık	Yıl	Nova	Maksimum Parlaklık
1894	T Aur	+3.8	1960	V446 Her	+2.8
1898	V1059 Sag	+4.5	1963	V533 Her	+3.0
1899	V606 Aql	+5.5	1964	QZ Aur	+6.0
1901	GK Per	+0.2	1967	T Pyx	+6.7
1903	DM Gem	+4.8	1967	HR Del	+3.7
1905	V604 Aql	+7.3	1967	RS Oph	+5.0
1910	GI Lac	+4.6	1968	LV Vul	+5.2
1912	DN Gem	+3.5	1970	FH Ser	+4.4
1918	V603 Aql	-1.4	1970	V1229 Aqu	+6.7
1919	HR Lyr	+6.5	1970	V1330 Cyg	+7.5
1919	V849 Oph	+7.4	1971	IV Cep	+7.0
1920	V476 Cyg	+2.0	1975	1500 Cyg	+1.7
1920	T Pyx	+6.4	1975	V373 Scu	+6.0
1925	RR Pic	+1.2	1976	NQ Vul	+6.0
1927	El Aql	+5.5	1977	HS Sag	+7.2

1927	XX Tau	+5.9	1978	V1668 Cyg	+6.0
1933	RS Oph	+4.3	1982	V1370 Aql	+6.0
1934	DQ Her	+1.4	1984	PW Vul	+6.4
1936	CP Lac	+2.1	1984	QU Vul	+5.2
1936	V368 Aql	+5.0	1985	RS Oph	+5.4
1939	BT Mon	+4.5	1986	V842 Cen	+4.6
1942	V450 Cyg	+7.0	1986	OS And	+6.3
1942	CP Pup	+0.3	1987	V827 Her	+7.5
1943	V500 Aql	+6.1	1987	QV Vul	+7.0
1944	T Pyx	+7.1	1991	V838 Her	+5.0
1945	V528 Aql	+7.0	1992	V1974 Cyg	+4.2
1946	T CBo	+3.0	1993	V705 Cas	+5.8
1948	CT Ser	+6.0	1999	V832 Vel	+2.6
1948	V465 Cyg	+7.3	1999	V1494 Aql	+4.0
1950	DK Lac	+5.0	2006	RS Oph	+4.5
1956	RW UMi	+6.0	2007	V1280 Sco	+3.9
1958	RS Oph	+5.0			

- **Novaların Işık Eğrileri**

Çizelge 1’de 1999 yılında patlayan V1994 Aquilae novasının ışık eğrisi Şekil 1’de verildi. Novaların patlama karakteristiği genellikle şekildeki benzerdir.



Şekil 1. V1494 Aql’nın ışık eğrisi. Yanal eksen parlaklık (V–kadir) ve üst eksen 1999–2000 takvimi. Geçiş evresi de işaretlendi (Iijima & Esenoglu 2003).

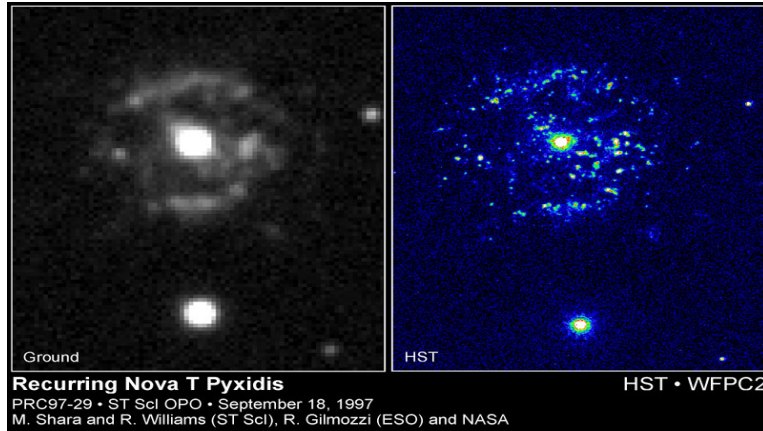
Çizelge 1’de en yeni patlayanlardan V1280 Scorpii novasının gökyüzünde sıradan bir yıldız kadar parlak görünümü de Şekil 2’de verildi. Novalar gerçekte çok sönük cisimler, belki ömürlerinde bir defa geçirdikleri patlama onları çıplak gözle görülebilecek parlaklığa yükseltebiliyor.



Şekil 2. V1280 Sco’nun parlak görünümü.

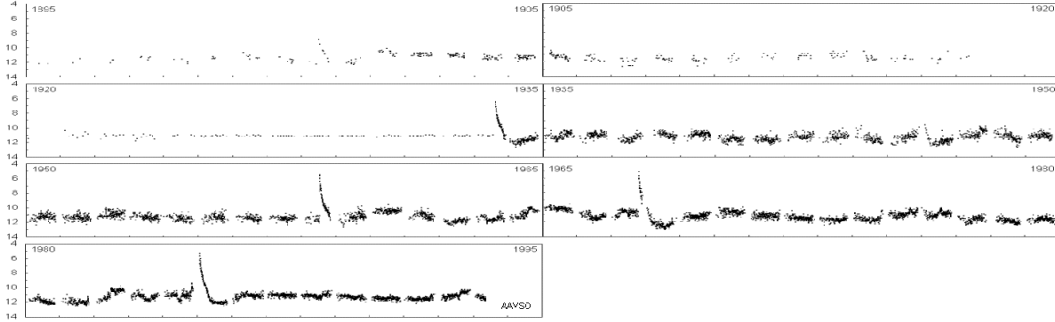
- **Tekrarlayan Novalar**

Novaların diğer bir sınıfı da tekrarlanan novalardır. Bu tür novalar sadece bir patlama göstermesiyle bilinen klasik novaların tam tersidir. Düzensiz aralıklarla çok kere patlamalar gösterirler. Tekrarlayan novaların bazıları, klasik novaların bir alt sınıfına ve bazıları da büyük olasılıkla nova benzeri değişenlerin sınıfına dahil edilirler. Çizelge 1’de 1944 yılında patlayan T Pyxidis tekrarlayan novadır, muhtemelen 1944’den önce de patlamış olabilir, 1997’deki yeni bir patlaması Şekil 3’de verildi. Soldaki Yer’den sağdaki Hubble uzaydan teleskobundan karşılaştırmalı olarak alındı.



Şekil 3. T Pyx’in küresel nova kalıntısı.

Galaksimiz dışında M31 ve Küçük Macellan Bulutsusunda 8 tekrarlayan nova keşfedildi. İlk keşfedilen tekrarlayan nova T Coronae Borealis (1866, 1944) olmuştur. En iyi gözlenen tekrarlayan nova RS Ophiuchi'dir, bunun patlama zamanları 1898, 1933, 1958, 1967 olmak üzere patlama sıklığı 23 yıldır. RS Oph'un 1895–1995 arası 100 yıllık ışık eğrisi Şekil 4'de verildi.



Şekil 4. RS Oph'un ışık eğrisi.

Tekrarlayan novalar genellikle hızlı novalardır, ikinci bileşenleri daha büyük kütlelidir. Ayrıca kütle kazanan beyaz cüceler muhtemelen Chandrasekhar limitine yakındır, bu limit yüksek basınç altında madde yığılımı sırasındaki patlamalara izin veren bir durum içerir. Bunlarda yığılma diskin topladığı kütle yaklaşık olarak klasik novalardaki kütlelerden 10 katı daha azdır. Chandrasekhar limiti gerçekte novaları hızlı ve yavaş olmak üzere iki sınıfa ayırabileceği teorik ve gözlemsel olarak gösterildi (Esenoglu 1997).

- **Kataklismik Değişen Yıldızlar**

Novaların da içinde bulunduğu kataklismik değişen yıldızlar (sayıları 1600 kadar), yarı ayırık çift sistemlerdir. Dev yıldızın Roche lobundan yüksek açısal momentumlu madde dejenere yıldıza doğru akar ve dejenere yıldızın çevresinde bir disk oluşturur. Yoldaş yıldız her zaman değil ama çoğunlukla anakol yakınında veya üzerinde olan geç tip bir yıldız olabilir. Ayrıca yoldaşın dev bir yıldız veya beyaz cüce olduğu durumları da vardır. Çiftin tamamı bizim Güneş sistemi büyüklüğünde bir sistem içine sığabilir. Bu tür sistemlerde, dev yıldızdan transfer edilen kütle beyaz cüceyi çevreleyen diskin dış kenarlarındaki madde ile çarpışarak bu noktalarda parlak lekeler meydana getirir ve bu lekeler ışık eğrisinde yörüngenin belli evrelerinde parlaklık artışı olarak gözlenir. Genelde lekeler göreceli olarak durgun dış diske göre daha sıcaktır (1500–4000 °K). Parlak lekeler yüksek kütle akımı durumlarında pek fazla belirgin değildirler. Genel olarak kataklismik değişenlerin her birinin farklı bir karakteristik patlama şekli ve her türün kendine özgü bir davranışı vardır ve bunlar tek tek incelenmelidir.

- **Kataklismik Değişenlerin Modelleri**

Çift sistemin iki bileşeni arasındaki mesafe yeterince küçük olursa (büyük yoldaşın çapından küçük olursa) kütle çekim kuvvetinin ürettiği çok büyük gel-git kuvveti oluşur. Ayrıca iki yıldızın yüksek yörüngesel hızlarından dolayı önemli merkezkaç kuvvetlerine

sahiptirler. İki yıldızın birbirine yaklaşımı ise sınırlıdır, yani iki yıldız arasındaki mesafe limitlidir. Bu limitin aşılması durumunda, normal koşullar altında büyük bileşenin L1 Lagrange noktası civarında beyaz cüceye kütle akımı başlar. Transfer edilen kütle yüksek açısal momentumlu olup, yoğun yıldız çevreleyen disk civarında toplanır. Diskin kütle toplamasından dolayı “yığılma diski” ismi buradan gelir. Transfer edilen kütle, yığılma diskinin en dış tabakalarına akar ve parlak sıcak lekenin oluşmasına neden olur.

Dev yoldaş yıldızdan transfer edilen kütle oranına bağlı olarak, sıcak lekenin parlaklığı belirli zaman aralıklarında yavaşça azalabilir ya da sabit kalır. Yoldaş yıldızdan transfer edilen kütle oranı genelde sabittir, fakat bu transfer edilen maddenin disk boyunca dağılımı homojen değildir. Kütle transferi çok yüksek ya da çok düşük olur ise, disk sadece o zaman kararlı bir denge durumunda olabilir, orta değerlerde ise disk her iki denge durumu arasında hızlı değişimler yapmaya zorlanır. Katakлизмik değişenlerde kuvvetli ve zayıf X-ışını salma durumlarına göre iki kütle akım geometrisi üretilmiştir. Birinci halde X-ışını, disk ile dejenere yıldız arasında salınır. Hızlı yörüngesel dönme hareketleri nedeniyle transfer edilen kütle disk tabakalarında aşırı dağılmaya zorlanır ve sonuç olarak bu tabakalar arasında X-ışını üretimi olur. İkinci halde, maddenin dejenere yıldız üzerine hızlı akması maddeye bir kinetik enerji kazandırır. Bu kinetik enerjinin disk tabakalarının yüzeyinde serbest kalmasıyla güçlü şoklar oluşur ve X-ışını salınır. Her iki tip modelde kuvvetli ve zayıf X-ışını verme durumu tamamen madde akımının çeşitliliğine ve miktarına göre değişecektir.

• Katakлизмik Değişenlerin Disk Yapısı Özellikleri

Katakлизмik Değişenlerde beyaz cüceyi çevreleyen disk oluşumuna dair elimizdeki deneysel kanıtlar en önemli verilerden biridir. Kararlı durum disk teorisi, dev yıldızdan kütle transferi ile beyaz cüceyi çevreleyen disk oluşum varsayımına dayanır. Bu oluşan diskler α diye adlandırılır. Çünkü momentum transfer verimliliği α parametresi tarafından tayin edilir. Bu da şöyle bulunur:

$$\alpha = \frac{V}{C_s \cdot H}$$

Burada yer alan V etkin viskozite, C_s disklerdeki ses hızı ve H diskin yarı genişliği olarak bilinir. Diskin sıcaklığı α 'ya bağlı değildir ama zaman ölçekli kütle transfer olgusu α 'ya bağlıdır. Etkin disk sıcaklığı ise şöyle bulunabilir:

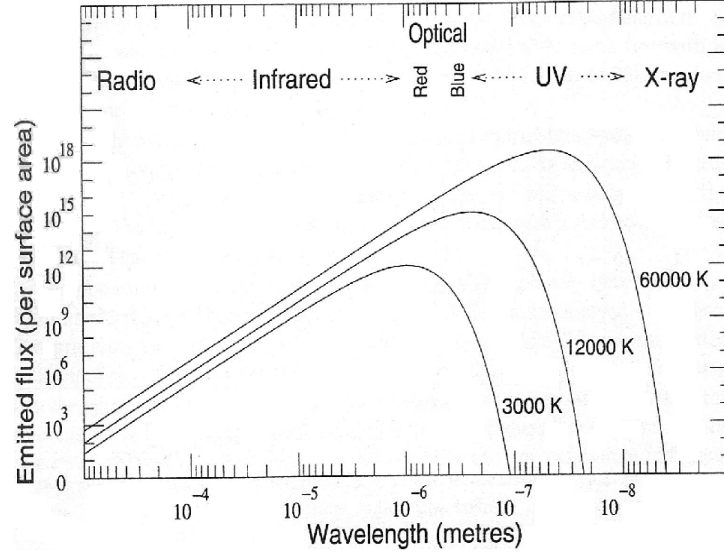
$$T(R) = T^* \cdot (R/R_{WD})^{-3/4} \cdot [1 - (R_{WD}/R)^{1/2}]^{1/4}$$

Burada yer alan T^* diskin maksimum sıcaklığı, R_{WD} beyaz cücenin yarıçapı, $T(R)$ diskin R yarıçap değerindeki sıcaklığı olarak tanımlıdır.

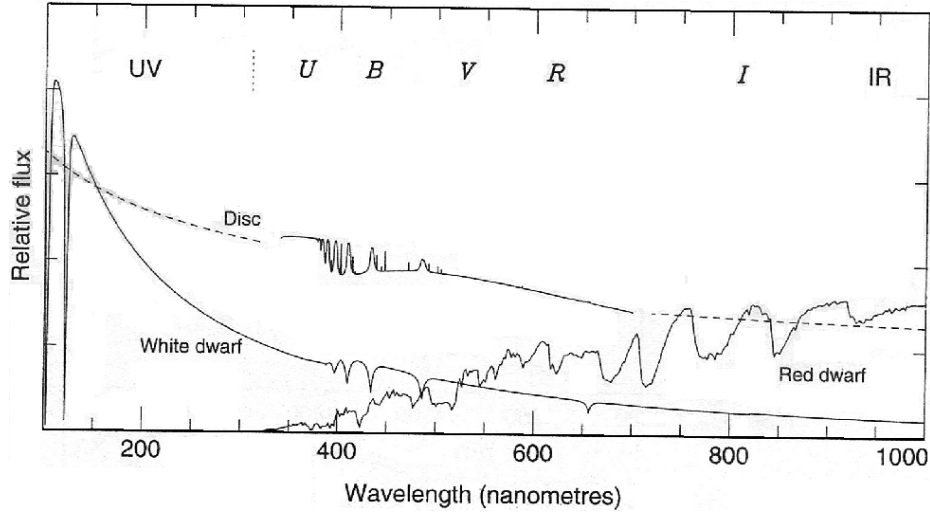
Katakлизмik değişenler çift yıldız sistemleri olduklarından, bunlar yörüngenin belli evreleri ve konumları için birbirlerini örtebilir, yani bir tutulma oluşturabilirler. Katakлизмik değişenlerin birçok tutulmalarından diskin iki boyutlu görüntüsünü elde etmek mümkün olmuştur. Ayrıca yığılma diskinin yüzey parlaklık özelliklerinin çıkarılmasını sağlamıştır. Disk kararsızlık modeline göre, patlama en dış diskte başlar ve ilk olarak en dış diskte bir parlama oluşur. Patlamanın başlangıcında disk daha küçük yarıçaplara düşer. Kütle transfer yoğunluğu (madde akım oranı) arttıkça disk yeni bir denge yarıçapına doğru genişlemeye başlamaktadır.

- **Tayf**

Aşağıda novaların tayfsal evrimini verecek örnek resimler açıklamaları ile birlikte sıralandı.

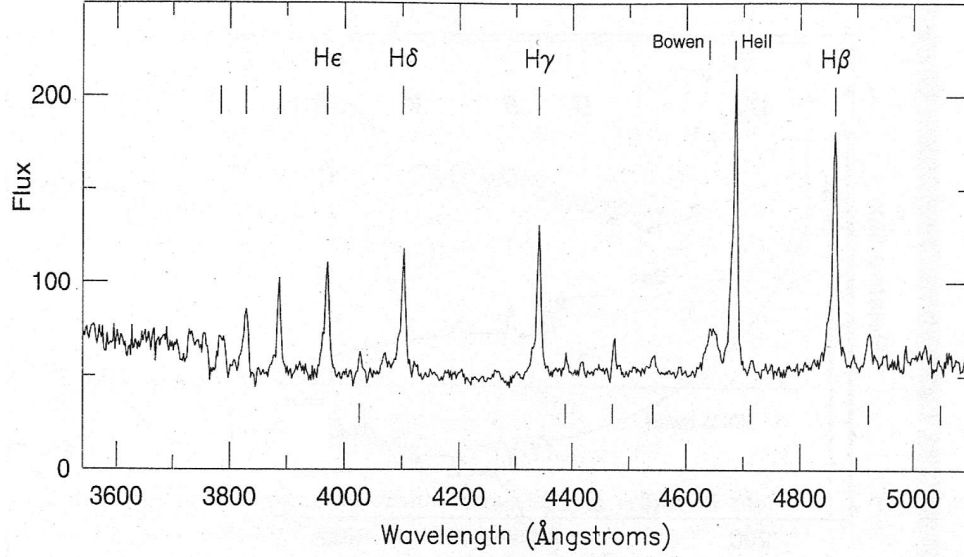


Şekil 5. Kara cisim ışınım tayfı. Alt eksen metre olarak dalgaboyu ve yanal eksen birim alan başına yayımlanan akı. Üst eksen de elektromanyetik tayfın fizik karşılıkları verildi. Her bir eğrinin Kelvin derecesinde sıcaklık değerleri üzerlerinde belirtildi.

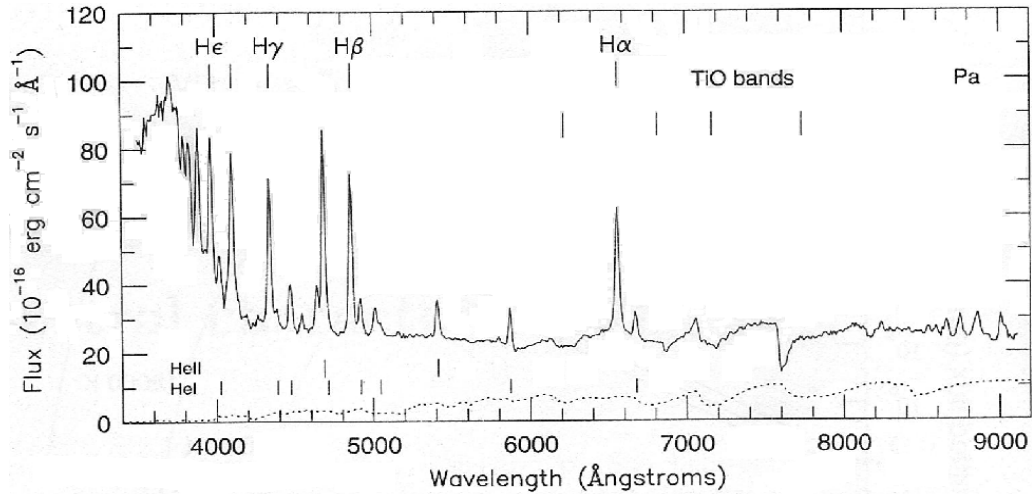


Şekil 6. Katakлизмik değişenlerin bileşen tayf özellikleri. Alt eksen nanometre olarak dalgaboyu ve yanal eksen göreceli akı. Üst eksen de elektromanyetik tayfın fizik karşılıkları verildi. Her bir eğrinin hangi bileşene ait olduğu üzerlerinde belirtildi.

Aşağıda her bir bileşene ait ayrıntılı örnek tayflar verildi: disk için Şekil 7, ikinci bileşen ve madde akımı için Şekil 8, nova patlaması sırasındaki tayf için Şekil 9 ve geçiş bölgesi için Şekil 10.

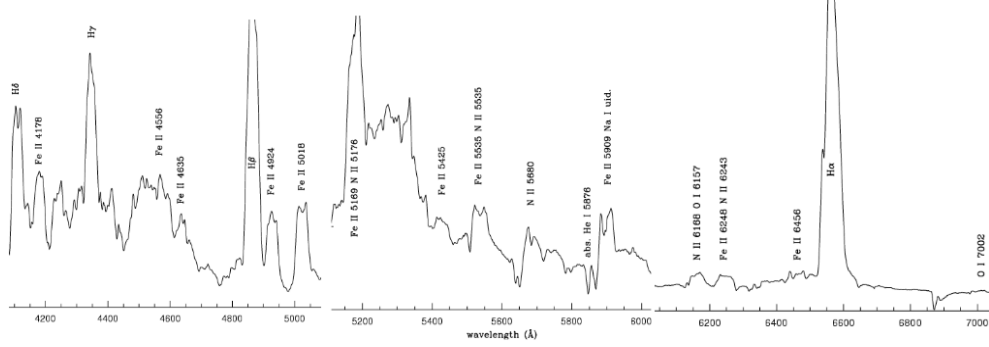


Şekil 7. Katakлизмik değişenlerden TV Col'un disk salma tayfı. Alt eksen Angstrom olarak dalgaboyu ve yanal eksen akı. Üst tarafta tanısi yapılan tayf çizgileri ve bazılarının isimleri belirtildi. Hidrojenin Balmer salma çizgileri diskte baskın görünümde. Şekil 5 ve 6'daki yerleri karşılaştırılırsa, disk tayfının sürekliliği sıcak ve yüksek akıya karşılık gelmekte.

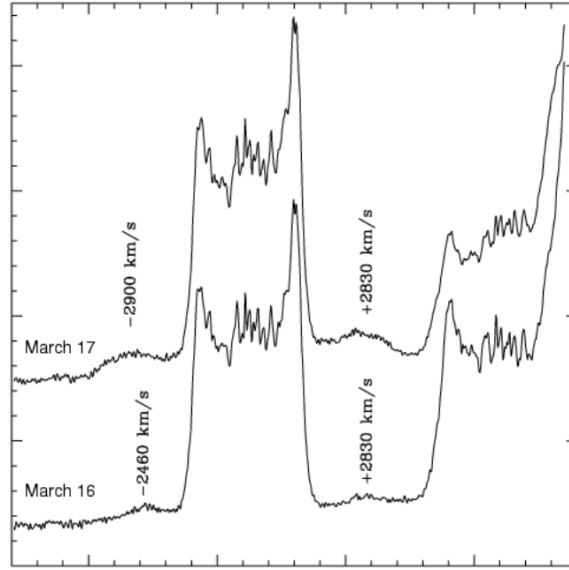


Şekil 8. Katakлизмik değişenlerden RX 1313-32'nin Tayfı: İkinci bileşenden TiO soğurma bantları ve madde akımından salma çizgileri görülüyor. Alt eksen Angstrom olarak dalgaboyu ve yanal eksen akı. Üst tarafta tanısi yapılan tayf çizgileri ve bazılarının isimleri belirtildi. Hidrojenin Balmer salma çizgileri disk gibi madde akımında da baskın

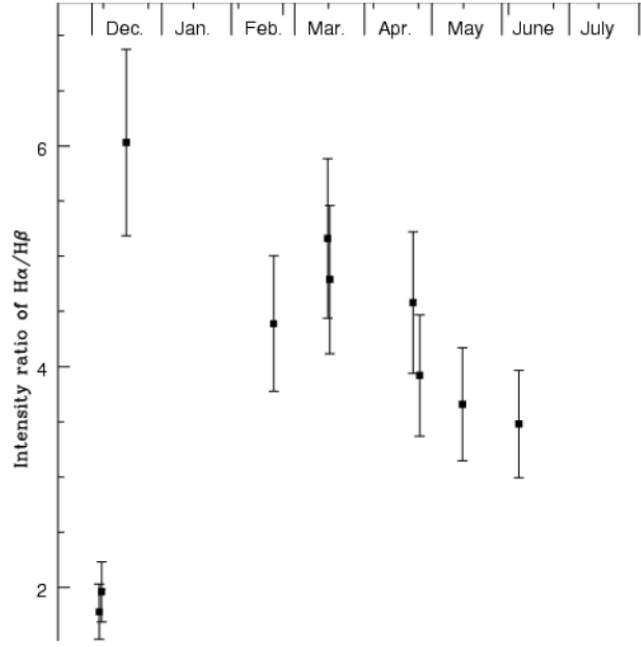
görünümde. İkinci bileşen ve madde akımını içeren bu tayf da Şekil 5 ve 6’daki yerleri karşılaştırılabilir.



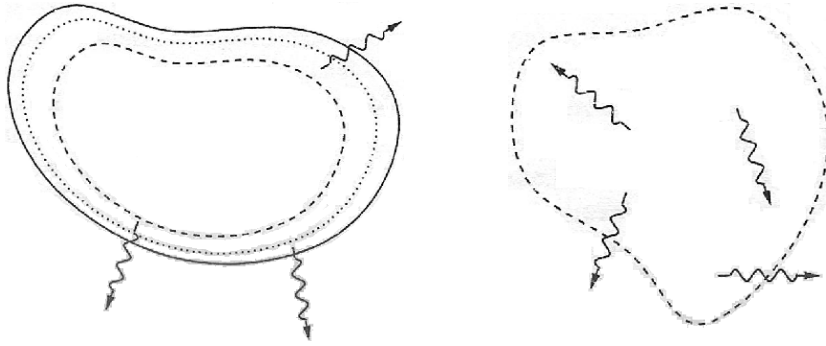
Şekil 9. Nova V1494 Aql’nın patlama sırasındaki tayfı. Yüksek çözünürlüklü üç tayf birleştirildi. Sakin bir yıldızın tayfından çok farklı görünümde: tanısı yapılan çizgi profilleri oldukça şiddetli ve geniş yapıda ve farklı elementler ile iç-içe girmiş ve sıcak süreklilik içine gömülmüşler. Alt eksen Angstrom olarak dalgaboyu. Üst tarafta tanısı yapılan tüm çizgiler belirtildi. Hidrojenin Balmer salma çizgileri disk gibi madde akımında da baskın görünümde (Iijima & Esenoglu 2003).



Şekil 10. Nova V1494 Aql’nın patlamadan sonra geçiş bölgesindeki (Şekil 1’de belirtilen) tayfında H-beta’nın yüksek hızlı salma kanatları görülüyor. Novanın bu evresinde iki yönde bir jet olayı meydana geldi (Iijima & Esenoglu 2003).



Şekil 11. Grafik Nova V1494 Aql'nın patlama ve sonrası süreçte H-alfa / H-beta şiddet oranının nasıl değiştiğini göstermekte. Dikkat çekici özellik, patlamada H-alfa / H-beta oranı oldukça düşük fakat hızla artan yönde çok büyük oranda değişiyor ve sonra da azalan yönde yavaş olarak azalıyor (Iijima & Esenoglu 2003).

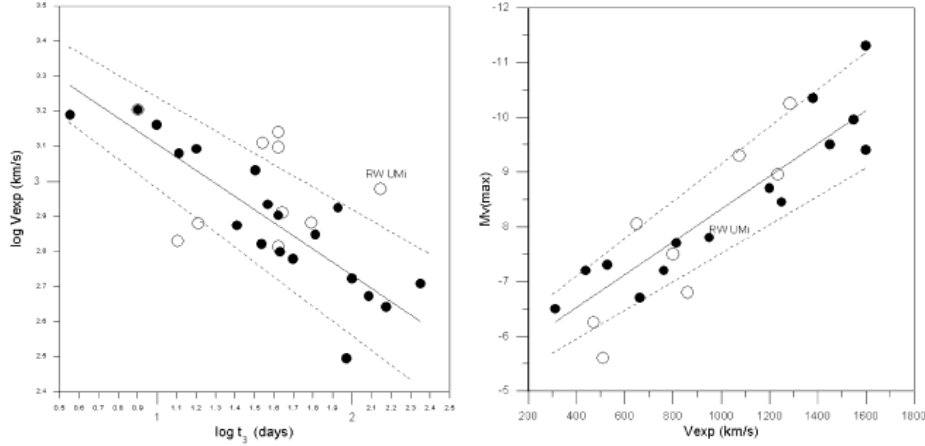


Şekil 12. Optikçe kalın (solda) ve ince (sağda) gaz bulutunda ışınım yayılımının şematik gösterimi. Katakлизмik yıldızlardaki optikçe kalın veya ince disklerin tayfları için karşılaştırılabilir.

• Nova Zarf Ölçümü

Nova zarfları genellikle hidrojen içeriklidir. Sayıları az da olsa oksijen bolluklu olanlar da vardır. Zarflı novaları H-alfa (6563 Angstrom) süzgeçi ile alınmış görüntüleri parlak, H-alfa dışında nispeten sönük görülmelidir. Bu parlaklık farklarından novaların zarfları tesbit edilmeye çalışılır. Yöntemi de CCD görüntüleri üzerinden seeing hesaplamaları temeline dayanır. Sayıları sürekli artan novaların patlamalarından sonra oluşmaya başlayan zarfları belirli aralıklarla gözlemlenerek gelişimleri izlenir. Doğrudan ölçümlenebilen bu

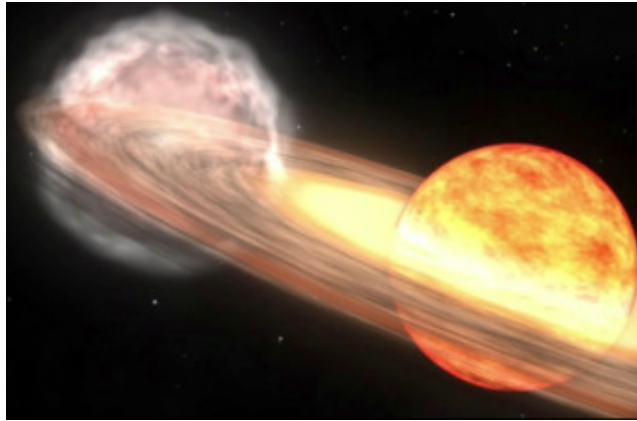
genişleme parametreleri, nova zarflarının az bilinen genişleme evresinin fiziğini anlaşılır hale getirecektir. Genişleme parametrelerinden hız (V_{exp})–mutlak parlaklık (M_{V-max})–iniş hızı (t_3) arasında bulunan ilişkiler aşağıda şekilde verildi. Buna göre novaların patlama evrimleri patlama genliğine–genişleme hızına–patlamadan sonraki sönükleşme hızına duyarlı.



Şekil 13. Grafikler nova zarfları için iniş hızı–genişleme hızı ilişkisi (solda) ile genişleme hızı–patlamada mutlak parlaklık ilişkisini (sağda) gösteriyor (Esenoglu 2000).

• Novalarda Gama–ışın Üretimi

Fermi Gama–ışın uzay teleskobu, ilk kez bir novadan (V407 Cyg) gelen gama ışınlarını tespit etti. Bu keşif, nova patlamalarında yüksek enerjili ışınım üretecek mekanizmanın olduğunu gösterir. Nova patlaması sırasında şok dalgası içinde hızlandırılmış parçacıkların, kırmızı devin yıldız rüzgârı içine çarpmasıyla Gama–ışınları ortaya çıkar. Temsili resim Şekil 14’de verildi.

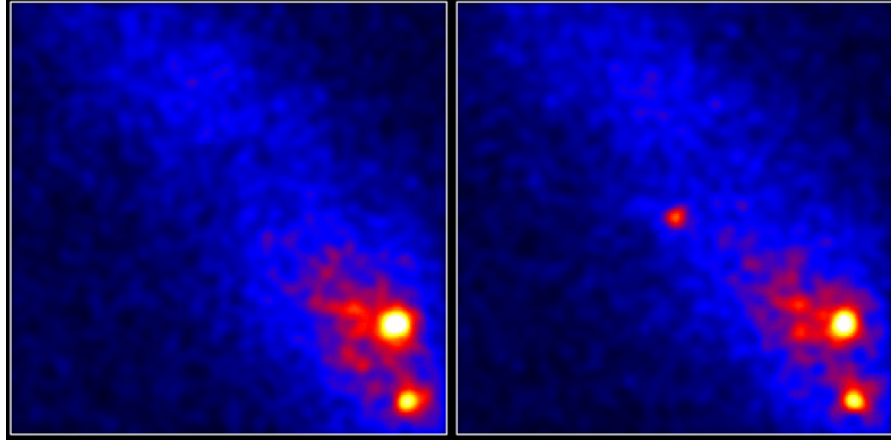


Şekil 14. Gama–ışın üretim mekanizmasını anlatan resim.

Fermi Geniş Alan Teleskopu (LAT) ile farklı tarihlerde alınan nova görüntüleri Şekil 15’de verildi. Görüntüler, 100 MeV’den fazla enerjili gama-ışınlarının oranını göstermekte, parlak renkler daha yüksek oranları belirtir. Gama ışınları saatte 1.6 milyon kilometre şok dalgası olarak patlamadan geliyor olmalı. Uydu gözlemleri, novada X-ışınları tespit edememiştir. Sistem, sıkışık bir beyaz cüce ve 500 Güneş kütleinde bir kırmızı dev yıldız içeren simbiyotik olarak isimlendirilebilecek bir ikili. Kırmızı dev, en dış atmosferi uzaya sızacak seviyeye kadar şişer. Burada işleyen olay Güneş tarafından üretilen güneş rüzgârına benzer ama akım çok daha şiddetlidir. Her on yılda, kırmızı dev Yer kütleine eşit olacak yeterlikte hidrojen gazını tutar. Beyaz cüce bu gazın bir kısmını yakalar ve yüzeyinde biriktirir. Onlarca yıl veya yüzyıllar boyunca üzerindeki bu gaz yığınları sonunda helyuma dönüşecek kadar yeterince sıcak ve yoğun hale gelir. Bu enerji üreten süreç biriken gazı patlatarak nükleer bir reaksiyonu tetikler. Beyaz cücenin kendisi bozulmadan kalır. Patlama, iyonize gazın, manyetik alanların ve yüksek hızlı parçacıkların oluşturduğu ön şok denilen sıcak ve yoğun genişleyen bir kabuk oluşturdu. Novanın tayfindan, bu şok dalgası saatte yaklaşık yüzde 1 ışık hızı ile genişledi. Manyetik alanlar kabuğunun içinde parçacıkları sıkıştırmış ve çok büyük enerjilere hızlandırmıştır. Parçacıklar kaçmadan önce ışık hızına yakın hızlara ulaşmışlardır. Bu hızlandırılmış parçacıkların kırmızı devin rüzgârı içine çarptığında muhtemelen gama ışınlarını oluşturmuş olmalı.

19 Şubat – 9 Mart 2010

19 – 29 Mart 2010



Şekil 15. Nova Cygni 2010’un Fermi gama-ışın dedektörleri ile alınan iki görüntüsü. Üstte alınış tarihleri verildi. Sağda gama-ışını üreten nova belirgin gözüküyor.

3. Tartışma ve Sonuç

Kataklismik değişenler (CV’ler) üzerinde yapılan araştırmalar, onların davranış, yapı ve transfer edilen kütleinin evrimi ile ilgili türlü araştırmaların bir bütünüdür. Bunlardan bazıları maddeler halinde şöyle özetlenebilir:

1) Madde yığılmasının ışık eğrileri üzerindeki doğasının incelenmesi, küçük kütleli nötron yıldızları ve X-ışını çiftlerinde olduğu gibi kısa süreli patlamalar hakkında birçok ipucu

verirler.

2) Kütle transferi ile yığılma diskinin fiziğini çalışmak için CV’ler en pratik cisimlerdir. Çünkü diskler, yer gözlemlerinden daha az ulaşılabilir nötron yıldızı çiftlerinin tersine daha kolay incelenebilir. Ayrıca diskin tayfından, kütle akım hızının bir fonksiyonu olarak disklerin evrimi üzerinde modellere ulaşılabilir. Diskler, kendisinden gezegenlerin türediği erken Güneş nebulasının oluşumunda da önemli bir rol oynamaktadır.

3) CV’lerin çeşitli patlama türleri vardır. Bu çeşitli patlamalar, dev kırmızı yıldızlardan transfer edilen kütle kararsızlıkları ve diskte var olan kararsızlıklardan kaynaklanır. Bu patlamalar ise bize yeni araştırma olanakları verir.

4) CV’lerde oluşan patlamalar ya da yüksek hızlı rüzgârlar biçimindeki dikine dış akışlar, çizgisel ivmeli rüzgâr teorilerinin araştırılmasında bir laboratuvar görevi yapar.

5) CV’ler, beyaz cüce yapısını belirlemede de iyi bir kaynak durumundadır.

6) CV’ler, düşük ışımaya güçlü X-ışın kaynaklarının tespitleri için bir canlılık kazandırmaktadırlar.

7) CV’lerin patlamaları ve manyetik alanlarından dolayı bize birçok ipuçları sağlamıştır. Manyetik alan varlığının gelişme süreci üzerindeki etkisini gözden geçirmek için iyi bir araç durumundadır.

8) Nova patlamalarından önce beyaz cücelerin evrimsel geçmişleri hakkında da birçok bilgiyi bize kazandırır. Bunun yanında CV’ler nova patlamaları için bir çalışma zemini olarak bilinmektedirler.

Gözlemsel ya da teorik yollarla elde edilmiş olan bu bilgiler daha da sıralanabilir. İnceleme alanların çok gelişmesinden dolayı, araştırmalar doğal olarak kataklizmik değişenlerin daha özel davranışları üzerinde yoğunlaştı.

4. Kaynaklar

Esenoglu, H.H, 1997, PASP 109, 1285

Esenoglu, H.H. ve ark, 2000, A&A 364, 191–198

Iijima, T., Esenoglu, H.H., 2003, A&A 404, 997–1009

Kraft, R.P., 1990, Physics of Classical Novae. Proceedings of Colloquium No.122 of the International Astronomical Union, held in Madrid, Spain, on June 27–30, 1989 (eds. A. Cassatella, R. Viotti), Springer–Verlag, Berlin, ISBN 3–540–53500–4, p. 3

Robinson, E.L., 1976, In: Annual review of astronomy and astrophysics. Volume 14. Palo Alto, Calif., Annual Reviews, Inc., p. 119–142

Warner, B., 1976, Structure and Evolution of Close Binary Systems, Proceedings of the Symposium, Cambridge, England, July 28–August 1, 1975 (eds. P. Eggleton, S. Mitton, and J. Whelan), D. Reidel Publishing Co. (IAU Symposium No. 73), p.85

<http://tr.wikipedia.org>

http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/news/shocking-nova.html

