

Klasik Nova XX Tau'nun Zarf Gözlemleri

Hasan H. Esenoğlu^{1,2}, Şölen Balman³, A. Talat Saygacı¹, Tansel Ak¹, Murat Parmaksızoğlu⁴

¹İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, 34119, İstanbul

²İstanbul Üniversitesi, Gözlemevi Araştırma ve Uygulama, Merkezi, 34119, İstanbul
esenoglu@istanbul.edu.tr, saygac@istanbul.edu.tr, tanselak@istanbul.edu.tr

³Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06531, Ankara
solen@astroa.physics.metu.edu.tr

⁴TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058, Antalya
murat@tug.tubitak.gov.tr

Özet: XX Tau'nun patlamasından yaklaşık 67 ve 76 yıl aradan sonra H α , 6185 ve OIII bandlarında zarf gözlemleri gerçekleştirildi. Novanın H α zarfı başka bandlarda karşılaştırıldı: H α dışındaki görüntülerde nova ve zarfı gözüküyor. Bu çalışmada, XX Tau'nun patlamasından sonraki uzun bir aradan sonra TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin (TUG) iyi görüş kalitesi şartlarında zarf gelişimi incelendi: en yeni zarf çapı ve genişleme oranı araştırıldı.

Anahtar kelimeler: yıldızlar: novalar, kataklizmik değişenler: XX Tau – yıldızlar: uzaklıklar – yıldızlar: Nova Taurus 1927

Abstract: We reobserved the shell of XX Tau (Nova Taurus 1927) nearly after 67 and 76 years of its outburst. Despite a diameter of 1.60 ± 0.08 arcsec of the intrinsic point source of XX Tau that no seems in bands which are in outside H α , a narrow-band H α image showed that the diameter of the nova shell in 2003 is 6.31 ± 0.31 arcsec. We no found precisely shell of the nova in H α in 1995. After this absent shell of the nova in 1995 we reobserved with different bands of H α and OIII in 2003. In this short work we try to calculate a new nebular diameter and expansion rate under good seeing conditions of TÜBİTAK National Observatory (TUG).

Key words: stars: novae, cataclysmic variables stars: XX Tau – stars: distances – stars: Nova Taurus 1927

1. Giriş

Hızlı nova XX Tau (Nova Taurus 1927; $\alpha=05:19:24.43$, $\delta=+16:43:0.7$; galaktik koordinatları $b=-11.65$, $\ell=187.10$; Downes ve ark. 1997) literatürde doğrudan üzerinde çok az çalışılmış olarak karşımıza çıkmaktadır.

Harvard fotoğraflarından fotoğrafik ışık eğrisinde nova maksimum parlaklığa 1 Ekim 1927 tarihinde ve $m=6.0$ kadirde ulaşıyor (Downes ve ark. 1997 fotoğrafik parlaklığı 5.9 olarak veriyor), Cannon (1928)'dan alıntı ile sönükleşme hızı $t_2=24$ gün (bu değerle XX Tau Fe II novalar grubuna ait olmalı; Della Valle ve Livio 1998, Downes ve Duerbeck 2000), $t_3=43$ gün ve patlamasından sonraki 15. gününde 1.4 kadir sönükleşerek parlaklığı $m_{15}=7.4$ kadir olarak belirlenmiştir. Duerbeck (1987) ve Vogt (1990), patlama anındaki maksimum parlaklıktan itibaren 3^m sönükleşme hızını yukarıdaki değerden 1 gün farkla $t_3=42$ gün olarak

vermişlerdir. Cohen (1985), 1984 yılındaki H α doğrudan gözlemlerinden yararlanarak nova zarfının yarıçapını $2.3''^{+0.7}_{-0.3}$ olarak ölçmüştür.

Cohen'in bu çalışmasında V_{exp} ile gösterilen genişleme hızını belirsiz olarak $650? \text{ km/s}$ ve patlama sırasında görsel mutlak parlaklığını $M_v(\text{max})=-8.05$ ve genişleme oranını da $0.039''/\text{yıl}$ hesaplamıştır. XX Tau'nun daha az güvenilir olan başka yöntemle hesaplanan maksimumdaki mutlak parlaklığını örneğin Warner (1986) $M_v(\text{max})=-7.4$ olarak verir ki gerçekte novanın zarfı daha fazla ışığa güçlü olmalıdır. Cohen (1985)'in bulduğu güvenilir sonuç, novanın uzaklığını 3.5 kpc olarak verir. Uzaklık hesaplamasında kullanılan $A_v=1.26 \pm 0.57$ değeri Hakkila ve ark. (1997)'nin galaktik sönükleşme modelinden alınmıştır. Cohen (1985) de yıldızlararası soğurmayı $A_v=1.3^{+0.2}_{-0.7}$

şeklinde yukarıdaki değer ile aynı olarak vermiştir. Della Valle ve Livio (1998), Samanyolu'nun disk, kalın disk ve şişkin bölgesinde (bulge) yer alan novaların tayfsal farklılıklarını inceledikleri çalışmalarında, XX Tau'nun Samanyolu'ndaki yeri için Cohen (1985)'in bulduğu uzaklığı kullanmış olmalı ki; gökada düzleminden olan dik uzaklığını

Bildiri tam metni için : Hasan H. ESENOĞLU
e-mektup: esenoglu@istanbul.edu.tr

$z=720$ pc vermişlerdir. Iben ve Tutukov (1996) da, Szkody ve Howell (1992)'den alıntı yaparak $z=1000$ pc değerini vermiştir. Bu her iki değerle Della Valle ve ark. (1992)'nin çalışmasında önerdikleri “şişkin bölge–bulge novaları” grubuna XX Tau'yı dahil edebiliriz. Gill ve O'Brien (1998)'in 1995 tarihindeki $H\alpha$ /[NII] gözlemlerinden güney küreye ait 20 adet novanın artıkları üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmada yazarlar, XX Tau'nun görüşü $1.6''$ olmasına rağmen genişlemiş bir zarfını tespit edemediklerinden zarf boyutunu da ölçememişlerdir. Esenoğlu ve ark. (2000), novaların literatürde bulunmuş zarf parametreleri üzerine bilinen ilişkileri yeniden gözden geçirmişlerdir. Buna göre, XX Tau $\log(t_3) - \log(V_{\text{exp}})$ grafiğinde uyumlu fakat $V_{\text{exp}} - M_v(\text{max})$ grafiğinde ise sınırda yer almıştır (bakınız Şekil 1a ve b). Downes ve Duerbeck (2000) aralarında XX Tau'nun bulunmadığı 30 yeni novanın zarfını araştırmak için hem yerden hem uydudan $H\alpha$ ve [OIII] görüntülerini almışlardır. Onlar bu çalışmasında XX Tau'nun literatürden alıntılarında yer vermişler, yukarıda sıralanan parametre değerleri yanında yenileri şöyle sıralanmaktadır: novanın patlama sırasında fotoğrafik ve görsel mutlak parlaklığı sırasıyla $M_{\text{pg}}(\text{max})=-8.4\pm 0.75$, $M_v(\text{max})=-8.6\pm 0.75$, patlamanın 15. gününde fotoğrafik ve görsel mutlak parlaklığı sırasıyla $M_{\text{pg},15}=-6.0$, $M_{v,15}=-7.0$ [Cohen (1985) ise $M_{v,15}=-6.75$ olarak vermiştir] ve nihayet; 12.6 kadir genlikli parlaklık değişimine uğratan patlamasından sonraki eski sakin durumuna ulaştığı minimum görsel parlaklığı $m_v=18.58$ (fotoğrafik parlaklığı $m_{\text{pg}}=18.5$; Downes ve ark. 1997) ve mutlak parlaklığı da $M_v=4^m.60$ dir. Aynı yazarlar, Warner (1987)'in eğim açısı etkisini de içeren formülün kullanımıyla; XX Tau'nun düzeltilmiş minimumdaki görsel mutlak parlaklığını $M_v=4.95$ olarak vermişlerdir. Ayrıca, aynı çalışmada, maksimum parlaklık–iniş oranı ilişkisindeki XX Tau'nun yerine bakıp grafik ile uygunluk göstermemesinden “novanın ışına gücünün ve iniş oranlarının hatalı olabileceği” yorumu da yapılmıştır. Szkody (1994)'nin 1988.6 yılına ait gözlemlerinden, XX Tau'nun V bandındaki parlaklığını belirsiz olarak $m_v=19.8$ vermiştir ki bu değer novanın yukarıda minimum için verilen $m_v=18.58$ değerinden daha sönüktür. Cohen (1985), 1984 yılına ait daha eski gözlemlerinden r ve $H\alpha$ bandlarındaki parlaklıklarını da hesaplayarak sırasıyla 19.45 ve 18.94 kadir olarak rapor etmiştir.

Bu kısa çalışmada, XX Tau'nun farklı üç bandta eski ve yeni doğrudan gözlemlerini kullanarak zarfının gelişimine bakıldı.

2. Gözlemler

XX Tau'nun ilk doğrudan gözlem görüntülerini 30 Ocak 1995 tarihinde (ilk patlamasından 67.3 yıl sonra) 1.82 metrelik teleskopla Asiago Gözlemevi'nde aldık. Gözlemlerde f/9 Cassegrain odak düzleminde bulunan ve ölçek çarpanı 0.3375 "/piksel olan Tektronix TK512M CCD'yi kullandık. Poz süresi hem 6185 Å bandı için ve hem $H\alpha$ filtresi için 3600 saniyedir. 76.1 yıl aradan sonra ikinci gözlemlerimizi 1–2 Kasım 2003 tarihinde TUG 1.5 metrelik RTT150 teleskopuyla aldık. Bu gözlemlerde ise f/7.7 Cassegrain odak düzleminde yer alan ve ölçek çarpanı da ilkinden daha duyarlıklı 0.26 "/piksel olan Loral LICK3 CCD'yi kullandık. Poz süreleri her iki bandta ($H\alpha$ ve OIII) 180 saniyedir. Gözlemler Tablo 1'de veriliyor ve iki örnek görüntü de Şekil 2a ve b'de gösteriliyor. Düz alan ve bias görüntüleri de alındı, fakat bunlar, XX Tau'nun uzaysal genişlemiş yapısını daha iyi belirlemek için, nova görüntülerinden çıkartılmadı.

3. Analiz ve Bulgular

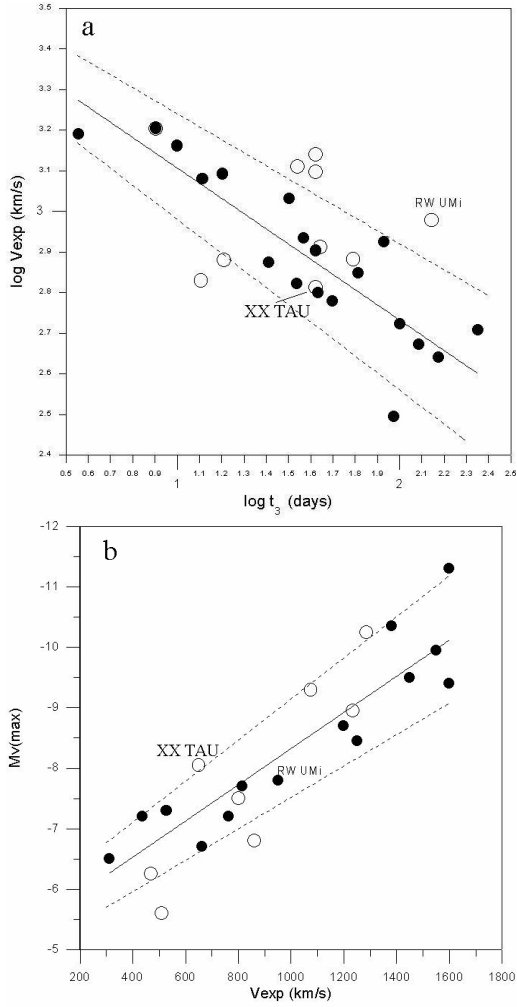
Genişlemiş $H\alpha$ zarfını belirlemek için nokta saçılma fonksiyonu (yaygın olarak kullanılan İngilizce isimlerinin kısaltılmışı ile “PSF”) ile hedef yıldız nova ile birlikte görüntüye giren çok sayıda alan yıldızları için FWHM değerleri IRAF programında elde edildi. Poz süreleri kısa olan görüntüler üst üste toplandı ve her toplanan yeni görüntü de benzer şekilde nova ve komşu yıldızların FWHM değerleri belirlendi. Tek görüntü ve toplananlarla birlikte toplam 43 görüntü üzerinde işlem yapıldı. Bunun komutları aşağıda kısa olarak verildi, ayrıca daha ayrıntılı bilgi için Esenoğlu ve ark. (2000)'e bakılabilir.

```
>imcombine goruntu1,goruntu2 yeniigoruntu
>display yeniigoruntu
>imexamine ve “,”
```

arasındaki ilişki (Esenoğlu ve ark. 2000). XX Tau belirsiz genişleme hızına rağmen eğri ile uyumlu gözüküyor. (b) Novaların genişleme hızları ile maksimum mutlak parlaklıkları arasındaki ilişki. Nova eğrinin sınırında görülüyor.

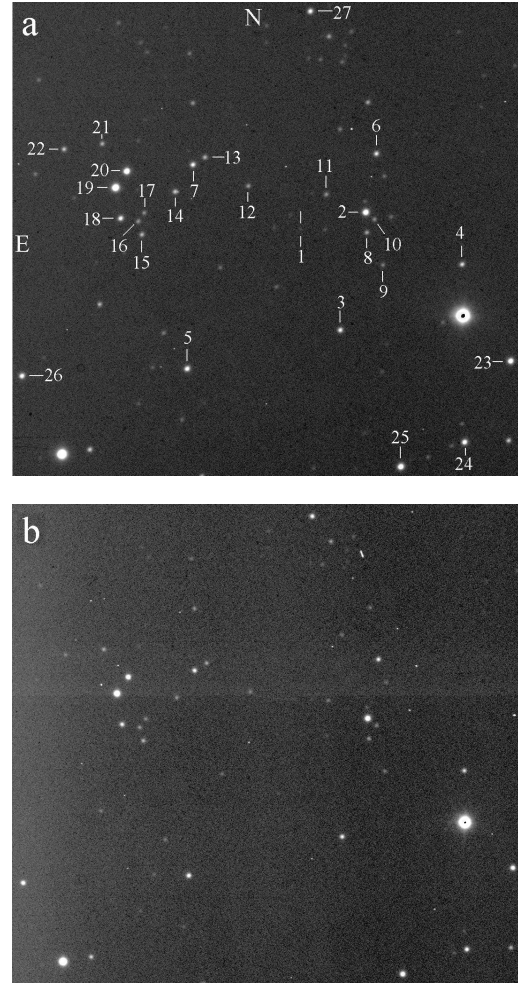
Daha sonra bulunan değerler Asiago ve TUG verilerin alınışında kullanılan CCD dedektörlerin ölçek çarpanları (sırasıyla 0.3375 ve 0.26 "/piksel) ile çarpılarak istenilen görüş değerlerine dönüştürüldü. Novanın farklı bandlardaki zarfının olup olmadığı ve ölçümleri de nihayet

$$D = \sqrt{D_o^2 - PSF^2}$$



Şekil 1. (a) Novaların genişleme ve iniş hızları

formülü ile hesaplandı. Bu yolla 41 görüntüden elde edilen sonuçlar Şekil 3'de verildi. Şekil 3a'da 26 görüntünün $H\alpha$ bandındaki görüş değerleri verilmiştir. İçi dolu alanlar nova+zarfına ait, içi boş yuvarlaklar ise komşu yıldızlara aittir. Her üç şekilde siyah olanlar TUG ve kırmızı olanlar da Asiago verisidir. Kırmızı olanlara karşılık gelen 1800, 180 ve 1800+180 rakamları saniye olarak poz sürelerini göstermektedir. Siyah olanların tümü 180s poz süre ile alınmışlardır. Asiago görüntülerinde kırmızı renkli içi boş yuvarlak ile gösterilenler komşu yıldızların sayısı 10, 11 ve 12 kadar olup dağılımı bar olarak da belirtildi. Her üç şekilde içi dolu olanlar üzerinde yer alan 1800+180'nin anlamı iki görüntünün toplamı; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 rakamlarının anlamları da benzer şekilde rakamların adetince görüntülerin toplamı anlamındadır.



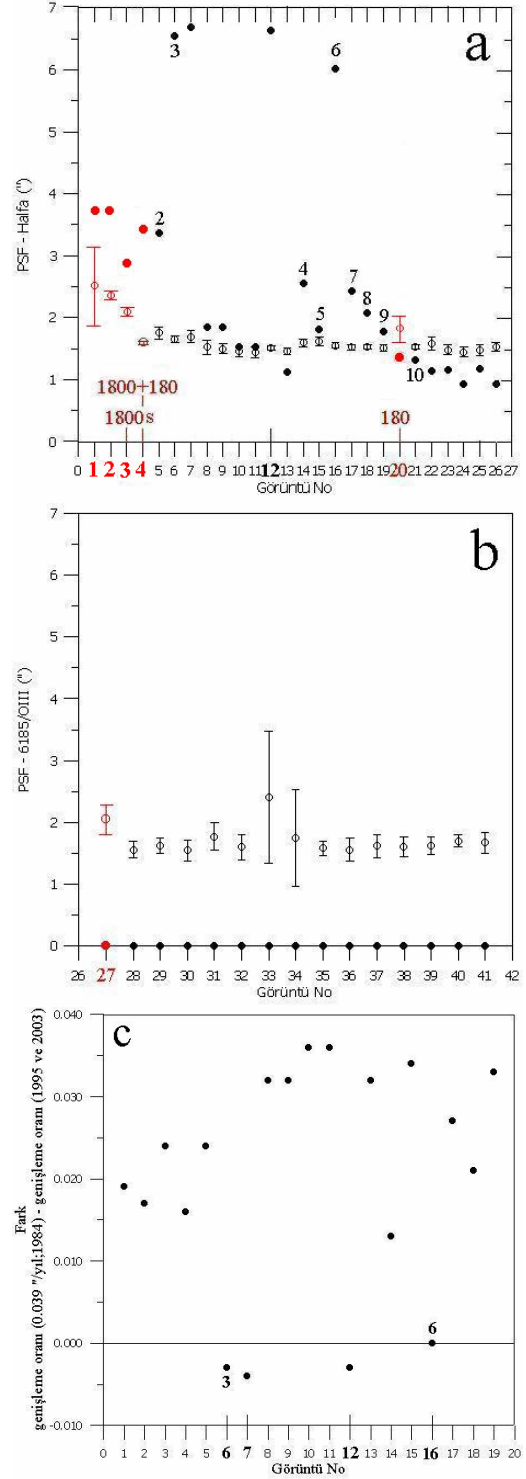
Şekil 2. XX Tau'nun doğrudan görüntü örnekleri; (a) 2003 yılında $H\alpha$ ve 180s poz ile (b) OIII ve 180s poz ile alanın görüntüleri. Görüntüde 1 numara ile XX Tau işaretlenmiştir, diğerleri ise aynı görüntüye giren novanın etrafındaki komşu yıldızlardır.

Rakam olmayan diğerleri ise sadece bir görüntü üzerinde işlemin yapıldığını gösterir. Şekil 3b'de benzer şekildedir ve 6185 ve OIII bandlarında alınmış 15 görüntü verisinin sonuçlarını göstermektedir. Burada siyah renkteki içi boş yuvarlak TUG verilerindeki komşu yıldızların sayısı 26'ya yükselmiştir ve dağılımı da yine bar olarak gösterilmiştir. Şekil 3c ise 1984 yılındaki genişleme oranı ile 1995 ve 2003 yıllarındaki genişleme oranları arasındaki farklar gösterilmiştir. Şekil 3a'da, komşu yıldızların görüş değerleri çok yaklaşık 1.5" gibi sabit bir değerde bulunurken novanın görüş değerleri ise özellikle bazı görüntülerde olağan üstü büyüdüğü görülmektedir; bu bize novanın hidrojen içerikli zarfı olduğunu ve

zaman içerisinde bu zarfın genişlediğini gösterir. Şekil 3b, komşu yıldızların görüş değerleri Şekil 3a'dakine benzer şekilde yine çok yaklaşık 1.5" gibi sabit bir değerde bulunurken novanın görüş değerleri ise istisnasız her bir görüntüde sıfır değerdedir, yani nova görüntülerde gözlemlenememiştir. Bunun da anlamı, hidrojen dışında nova çok sönüktür, bu aynı zamanda novanın hidrojen içerikli zarfının var olduğunu da destekler. Şekil 3c'de, 41 görüntü üzerinden bulunan görüş değerlerinden belirlenen nova zarfının genişleme hızları, 1984 yılında bulunan ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, sıfır eksenine en yakın değerler sırasıyla 16, 12, 6 ve 7 numaralı görüntülerden bulunanlar olup güvenilir anlamı taşır ve en yeni nova zarfı ölçümünü verir. Şekil 3c'de gösterilen 16, 12, 6 ve 7 numaralı görüntülerden bulunan en güvenilir ölçümler Tablo 2'de verildi.

Tablo 1. XX Tau'nun gözlemleri

JD (Başlangıç)	Poz (saniye)	Filtre (Å)	Band genişliği (Å)
244 9748.385	180	H α	45
.401	1800	H α	45
.433	633	6185	50
245 2945.468	180	H α	80
.473	180	H α	80
.476	180	H α	80
.479	180	H α	80
.482	180	H α	80
.485	180	H α	80
.488	180	H α	80
.491	180	H α	80
.494	180	H α	80
.497	180	H α	80
.506	180	OIII	50
.509	180	OIII	50
.512	180	OIII	50
.515	180	OIII	50
.518	180	OIII	50
.521	180	OIII	50
.524	180	OIII	50
.527	180	OIII	50
.530	180	OIII	50
.533	180	OIII	50



Şekil 3. XX Tau'nun doğrudan görüntülerinden elde edilen görüş değerleri dağılımı; (a) H α 'da, (b) 6185 Å ve OIII bandlarında ve (c) genişleme oranları arasındaki farkı göstermektedir.

Tablo 2. XX Tau'nun en iyi sonuçlar verdiği dört görüntüden bulunan görüş değerleri. 16 numaralı görüntü 6 ve 6. görüntü de 3 görüntünün toplamını ifade eder. 1 numara ile gösterilen $H\alpha$ 'da nova+zarfına ait görüş değeridir. 2–27 arası ise komşu yıldızların görüş değerleridir.

No	2003 yılı $H\alpha$ Görüntülerinde Görüş Değerleri (")			
	16. Görüntü (Σ6)	12. Görüntü (Σ3)	6. Görüntü (Σ3)	7. Görüntü (Σ3)
1 (D_0)	6.07	6.63	6.54	6.69
2	1.55	1.53	1.66	1.70
3	1.54	1.52	1.64	1.67
4	1.45	1.49	1.65	1.58
5	1.57	1.54	1.70	1.71
6	1.53	1.51	1.62	1.79
7	1.54	1.52	1.66	1.70
8	1.49	1.44	1.65	1.64
9	1.52	1.52	1.60	1.48
10	1.56	1.45	1.61	1.93
11	1.57	1.46	1.74	1.71
12	1.55	1.54	1.58	1.52
13	1.59	1.50	1.65	1.67
14	1.58	1.52	1.66	1.67
15	1.52	1.44	1.67	1.58
16	1.52	1.57	1.67	1.80
17	1.53	1.59	1.65	1.56
18	1.56	1.48	1.73	1.72
19	1.54	1.52	1.65	1.70
20	1.58	1.53	1.77	1.90
21	1.61	1.44	1.67	1.74
22	1.57	1.56	1.54	1.60
23	1.53	1.51	1.62	1.68
24	1.51	1.48	1.53	1.65
25	1.55	1.44	1.63	1.65
26	1.61	1.56	1.69	1.74
27	1.56	1.55	1.75	1.73
Ort.(PSF)	1.55±0.04	1.51±0.04	1.65±0.06	1.69±0.10
Çap (D)	5.87 ± 0.01	6.46 ^{-0.01} _{+0.00}	6.33 ^{-0.02} _{+0.01}	6.47 ^{-0.02} _{+0.03}

4. Sonuçlar

XX Tau'nun zarfı, 1995 yılında Asiago Gözlemevi'nden alınmış bulunan doğrudan gözlemlerle çözümlenemezken, 2003 yılı TUG verilerinde zarf ortaya çıkartılabilmektedir. Cohen (1985)'in 1984 verileri ile 2003 TUG verilerinden bulunan sonuçlar karşılaştırmalı olarak Tablo 3'de verildi. Tablo 3'deki nova zarfının çapı 4 görüntü verisinden bulunanların ortalamasıdır. Bu ortalama değer kullanılarak genişleme oranı, uzaklık ve mutlak parlaklık değerleri hesaplandı. Yeni zarf gözlemlerinden bulunan $M_V(\max)$ değeri, 1984 yılındakine göre küçük çıkmıştır; bu durum, Şekil 1b'de görülen XX Tau'nun sınırdaki değerini aşağıya çekerek diğer novalar içerisindeki yerini

düzeltilmiştir. 2003 TUG gözlem sonuçları, XX Tau'nun "en yeni zarf boyutu" için güvenilir ölçümler verdiği düzeydedir.

Tablo 3. XX Tau'nun en yeni zarf bulguları.

	1984	2003
	(Cohen 1985)	(Bu çalışma)
Nebular çap (")	4.6	6.31±0.31
Genişleme oranı ("/yıl)	0.039	0.042±0.002
Novanın uzaklığı (kpc)	3.5	2.9 ± 0.1
$M_V(\max)$	-8 ^m .05	-7 ^m .59 ± 0.10

Teşekkür

T.Özkan'a Jülyen gün hesabındaki programı için ve M.Sırma'ya veri analizinde yardımcı için teşekkür ederiz. HHE gözlemlerin bir kısmının yapıldığı Padova ve Asiago Gözlemevlerine konuk ettikleri için çok teşekkür eder. Bu çalışmanın destek aldığı kurumlar: TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, İstanbul Üniv. Fen Fakültesi ve İstanbul Üniv. Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği. Proje No: BYP-239/0604082003.

5. Kaynaklar

- Cannon, A.J., 1928, Harvard Bull., No.856, 12
Cohen, J.G., 1985, ApJ, 292, 90
Della Vella, M., Bianchini, A., Livio, M., ve Orio, M., 1992, A&A, 266, 232
Della Vella, M. ve Livio, M., 1998, ApJ, 506, 818
Downes, R., Webbink, R.F., Shara, M.M, 1997, PASP, 109, 134
Downes, R.A., Duerbeck, H.W., 2000, AJ, 120, 2007
Duerbeck, H.W., 1981, PASP, 175, 165
Duerbeck, H.W., 1987, "A Reference Catalogue and Atlas of Galactic Novae" Space Sci. Rev. 45, 1-2
Esenoglu, H.H., Saygac, A.T., Bianchini, A., Retter, A., Özkan, M.T., Altan, M., 2000, A&A, 364, 191
Gill, C.D., O'Brien, J.O., 1998, MNRAS, 300, 221
Hakkila, J., Myers, J.M., Stidham, B.J., Hartmann, D.H., 1997, AJ, 114, No.5, 2043
Iben, I., Tutukov, A.V., 1996, ApJS, 105, 145
Szkody, P. 1994, AJ, 108, 639
Szkody, P., Howell, S.B., 1992, ApJS, 78, 537
Vogt, N., 1990, ApJ, 356, 609
Warner, B., 1986, MNRAS, 222, 11
Warner, B., 1987, MNRAS, 227, 83