

## EQ Tauri Örten Çift Sisteminin Dönem Analizi

Gonca Salman, Nalan Özbek ve Zekeriya Müyesseroğlu  
Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara  
salman@science.ankara.edu.tr, nozbek@science.ankara.edu.tr, muyes@astro1.science.ankara.edu.tr

**Özet:** W UMA türü örten değişen olan EQ Tau'nun dönem değişiminin nedeni araştırılmıştır. Bu değişime neden olarak, sisteme bağlı  $0.45 M_{\odot}$  kütleli üçüncü bir cismin varolduğu önerilmiştir. 54.39 yıl dolanma dönemi olan bu cismin ışınım gücü  $0.028 L_{\odot}$  tahmin edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** yıldızlar: W UMA türü: EQ Tau– yörünge değişimi

### 1. Giriş

EQ Tau sisteminin örten değişen olduğu ilk kez Tseveich (1954) tarafından ortaya konulmuştur. Bu sistem AAVSO listesinde listelenmiş fakat Baldwin ve Samolyk (1993) çalışmasına kadar yayınlanmış ışık eğrisi ve fotometrik çözümü yoktur. AAVSO'da 1976 ve 1992 tarihleri arasındaki minimum zamanı gözlemleri yapılmıştır. Daha sonraki minimum ışık elemanları; Benbow ve Mutel (1995), Buckner, Nelleremoc ve Mutel (1998), Nelson (2001) ve Pribulla ve ark. (2001) tarafından yayınlanmıştır. Sistemin dönemleri farklı araştırmacılar tarafından;  $0^d.34134848$  (Brancewicz ve Drovak, 1980),  $0^d.34134750$  (Benbow ve Mutel, 1995) ve  $0^d.3413471$  (Buckner ve Ark., 1998) olarak saptanmıştır.

**Çizelge 1.** EQ Tau'ya ait parametreler.

d(pc)	118
$\pi$ [mas]	$8.45 \pm 0.25$
V	$9^m.58$
$M_v$	$4^m.3$
B - V	$0^m.64$
$V_0$ (km/sn)	72
$T_1$	5800
$T_2$	5730
Tayf türü	G2 V
$q_{sp}$	0.447
$M_1(M_{\odot})$	1.32
$M_2(M_{\odot})$	0.59
$R_1(R_{\odot})$	1.16
$R_2(R_{\odot})$	0.82
$L_1(L_{\odot})$	1.35
$L_2(L_{\odot})$	0.64

Poster tam metni için : Gonca SALMAN  
e-mektup : salman@science.ankara.edu.tr

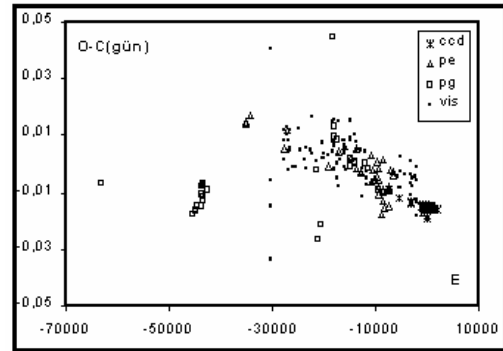
Qian ve Ma (2001) tarafından dönem değişimi  $dP/dE = -1.82 \times 10^{-7}$  gün/yıl olarak hesaplanmıştır. Sistemin dikine hız araştırmaları Rucinski ve ark. (2001) tarafından yapılmıştır. Çizelge 1'de verilen uzaklık, paralaks ve renk indisi Tycho2 Kataloğu'ndan, kütle merkezinin uzay hızı ve tayfsal kütle oranı Rucinski ve ark. (2001)'nden ve diğer parametreleri ise Yang ve Liu (2001)'den alınmıştır.

### 2. Dönem değişimi

Biz bu çalışmamızda EQ Tau'nun 1942 yılından 2003 yılına kadar alınmış 210 adet minimum zamanını topladık. Bunların 30 tanesi CCD, 61 tanesi fotoelektrik, 26'sı fotografik, 1'i tayfsal ve 92 tanesi de görsel minimum zamanlarıdır. Gözlenen minimum zamanları Yang ve Liu (2001) tarafından verilen

$$\text{MinI} = \text{HJD}2452230.1309 + 0.34134719E \quad (1)$$

ışık elemanları kullanılarak O-C değerleri elde edilmiştir. (Şekil 1)



Şekil 11. EQ Tau'nun (O-C) grafiği.

Şekil 1'den görüleceği gibi BBSAG (Bull 11 ve 12) de verilen görsel 4 minimum zamanı dağılımı fazla

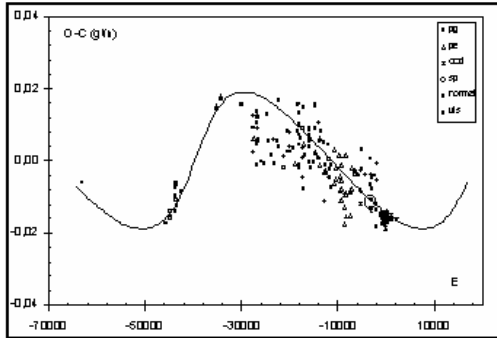
olduğundan bunlar tek bir normal değere dönüşürüldü (MinJD 2441974.7018, E =-30035.5). Fotografik 3 tane minimum zamanı gözlemi ise alındığı kaynaktan (BAVM 36 ve 39) “şüpheli” olarak belirtilmiştir. Bu nedenle bundan sonraki işlemlere bu üç fotografik gözlem alınmamış, yine yukarıda sözü edilen görsel minimum zamanları için de “normal” değeri dikkate alınmıştır. Fotoelektrik ve CCD ile elde edilmiş minimum zamanları artan bir yörünge dönemini göstermekte iken, 1998’in sonundan itibaren ( HJD 51166.322) O-C değerleri, bu parabolten ayrılma göstermektedir. Böyle bir değişimin; olası bir üçüncü bileşen veya manyetik etkinlikten kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Elde edilen O-C değişim genliğinin  $0^d.010^d$ ’den büyük olması manyetik etki yerine üçüncü bir cismin katkısını olanaklı göstermektedir.

### 2.1. Üçüncü cismin etkisi

EQ Tau örtlen çiftine, dinamik olarak bağlı bir 3.cisim varsa, bunların ortak kütle merkezi erafındaki hareketleri nedeniyle, çift bazen bize yakın bazen de uzak olacaktır. Bunun sonucu gözlenen minimum zamanı beklenenden önemli olarak küçük ve büyük olacaktır. Bu etki için dikkate alınan bağıntı Irwin (1952, 1959)’da verilmiştir;

$$O-C = \frac{A}{1-e^2 \cos^2 w} \left[ \frac{1-e^2}{1+e \cos v} \sin(v+w) + e \sin w \right] \quad (2)$$

Burada A; O-C değişiminin genliği, w; enberinin boylamı, e; üçüncü cisme ait yörüngenin dış merkezliği, v; gerçel anomalidir.



Şekil 12. O-C diyagramı.

Bulunan O-C değerleri ile (2) bağıntısından elde edilen temsil eğrisi arasında fark kare toplamlarını en küçük yapacak A, e, w, v ( $E_{\text{çevrim sayısı}}$ ) değerleri elde edilerek çizelge 2’de sunulmuştur.

Çizelge 2. Üçüncü bileşene ait parametreler.

A(gün)	0.019
P <sub>3</sub> (yıl)	54.39
e	0.43
w(°)	4
Σ(fark) <sup>2</sup>	0.00805

Üçüncü cisim için kütle fonksiyonu, Güneş kütlesi biriminde

$$f(M_3) = \frac{(a_3 \sin i_3)^3}{P_3^2} \quad (3)$$

bağıntısı yardımıyla  $0.0163 M_{\odot}$  bulunur.  $a_3 \sin i_3$  değeri A genliğine, e dışmerkezliğine ve w boylamına bağlıdır. EQ Tau’ya bağlı üçüncü cisim için  $a_3 \sin i_3 = 3.642 AB$  hesaplanmıştır.  $i_3$ ; üçüncü cismin yörünge eğikliğidir, bunun farklı değerleri için ayrı ayrı  $a_3$ , dolayısıyla  $M_3$  değerleri elde edilir. Çizelge 3’de  $i_3$ ’e karşılık bulunacak üçüncü cismin kütle değerleri sunulmuştur.

Çizelge 3. Yörünge eğim açısına bağlı olarak üçüncü cismin kütlesi.

$i(^{\circ})$	$M_3(M_{\odot})$
30	0.889
40	0.759
50	0.613
60	0.531
70	0.483
80	0.457
85	0.452
90	0.449

Eğer üçüncü cismin yörüngesi ile EQ Tau’nun yörüngesi aynı düzlemde ise (bu yıldızların, yıldızlararası maddeden aynı anda oluştuğu varsayılırsa ki geçerli bir yaklaşımdır),  $i_3 = i = 84^{\circ}.47$  alın-dığında üçüncü cismin kütlesi  $0.45 M_{\odot}$  ve yörünge yarı büyük eksen uzunluğu  $a_3 = 19.11 AB$  olarak hesaplanır.  $0.70 M_{\odot}$ ’dan küçük kütleli bir anakol yıldızı için Demircan ve Kahrman (1991) ışınım gücü,  $L_3(L_{\odot}) = 0.20 M_3^{2.5}$  gözlemsel bağıntısı biçiminde verilmektedir. Buna göre kütlesi  $M_3 = 0.45 M_{\odot}$  olan üçüncü cismin ışınım gücü  $0.0275 L_{\odot}$  olmaktadır. Güneş’in görsel mutlak parlaklığından ( $4^m.86$ ) yararlanarak, üçüncü cismin görsel mutlak parlaklığı  $8^m.76$  olarak hesaplanır. Sistemin uzaklığı da bilindiğine göre üçüncü cismin görsel parlaklığı  $14^m.12$  olarak bulunur.

### 3. Sonuç

Yapılan çalışmada görüldü ki EQ Tau’nun dönem değişimi üçüncü cisimden kaynaklanıyorsa bu 54.39 yıl dönemli,  $0.45 M_{\odot}$  kütleli bir yıldız olacaktır. Yakın çift yıldızlar civarındaki üçüncü cismin dönemi genellikle 10-100 yıl arasında gözlenmiştir.

Gelecek yıllardaki gözlenecek minimum zamanları (O–C) değişimine etkiyen mekanizma için daha güçlü kanıtlar ortaya koyacaktır.

#### 4. Kaynaklar

Agerer, F. ve Hubscher, J., 2003, IBVS 5484  
Applegate, James H. 1992, ApJ, 385, 621  
Benbow, W.R. ve Mutel, R.L. 1995, IBVS 4187  
Borkovits, T., Erdi, B., Forgacs-Dajka, E. ve Kovacs, T. 2003, A&A, 398, 1091  
Buckner, M., Nellerhoe, B. ve Mutel, R. 1988, IBVS 4559  
Csizmadia, Sz., Zhou, A.Y., Konyves, V., Varga, Z. ve Sandor, Zs. 2002, IBVS 5230  
Değirmenci, Ö.L., Gülmen, Ö., Sezer C., İbanoğlu, C. ve Çakırlı, Ö. 2003, A&A, 409, 959

Irwin, John B., 1959, AJ, 64, 149  
Müyesseroğlu, Z., Gürol, B. Törün E., Özdemir, T., Özavcı, İ., Tunç, T. ve Kaya, F., 2003, IBVS 5463  
Nelson, R.H., 2003, IBVS 5371  
Nelson, Roberth H., 2001, IBVS 5040  
Qian, S. ve Ma Y. 2001, PASP, 113, 754  
Plavec, M. 1966, ASPL, 9, 321  
Plavec, M. 1966, ASPL, 9, 329  
Pribulla, T. ve Chochol, D. 2003, BaltA, 12, 555  
Pribulla, T. ve Vanko, M. 2002, CoSka, 32, 79  
Vanko, M., Parimucha, S., Pribulla, T. ve Chochol, D. 2004, BaltA, 13, 151  
Vanko, M., Pribulla, Parimucha, S., T. ve Chochol, D. 2001, IBVS 5056  
Yang, Y. ve Liu, Q. 2002, AJ, 124, 3358