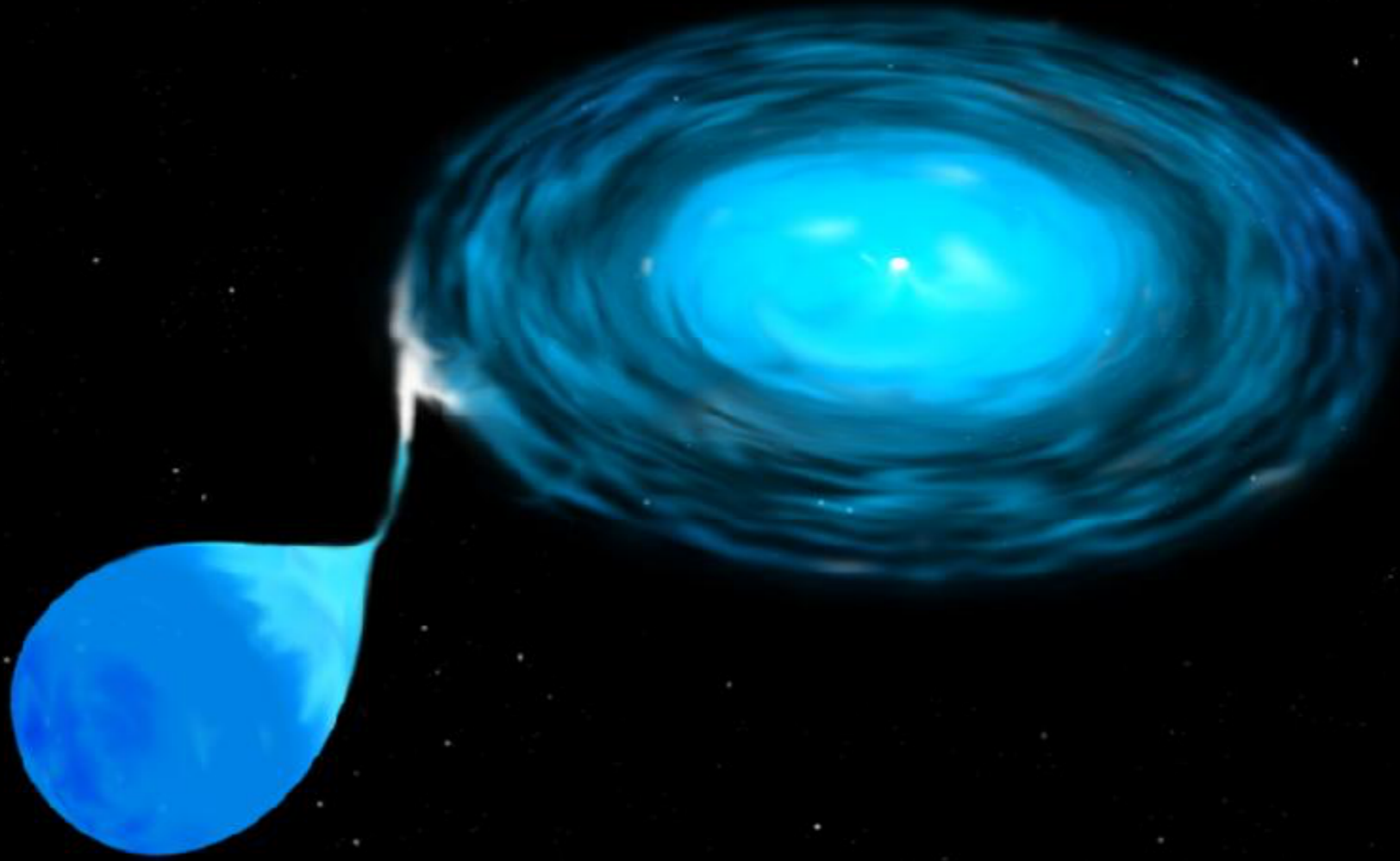




UAK
2016



CIHAN TUĞRUL TEZCAN

ANGORA

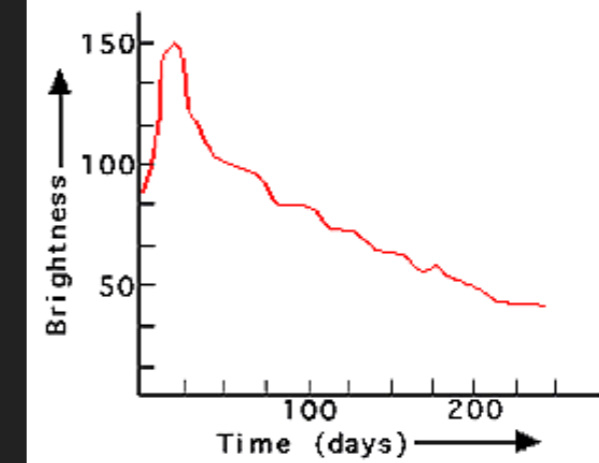
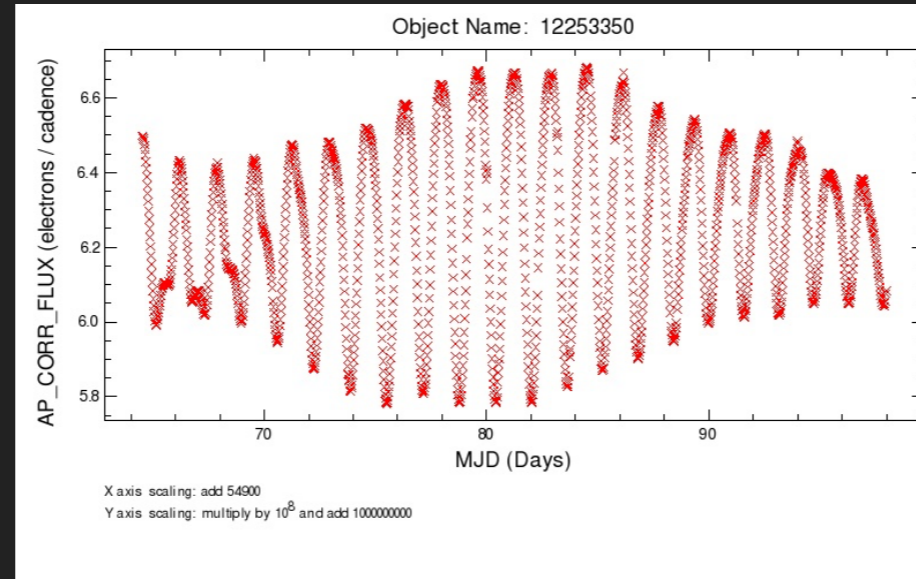
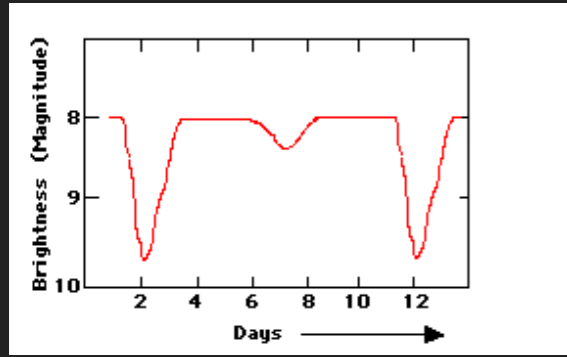
ANalyse the period chanGes Of binaRy stArs

ANGORA NEDİR?

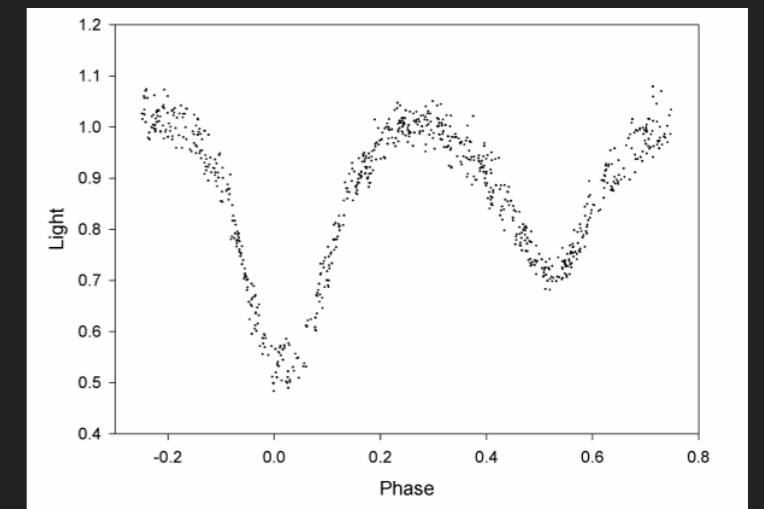
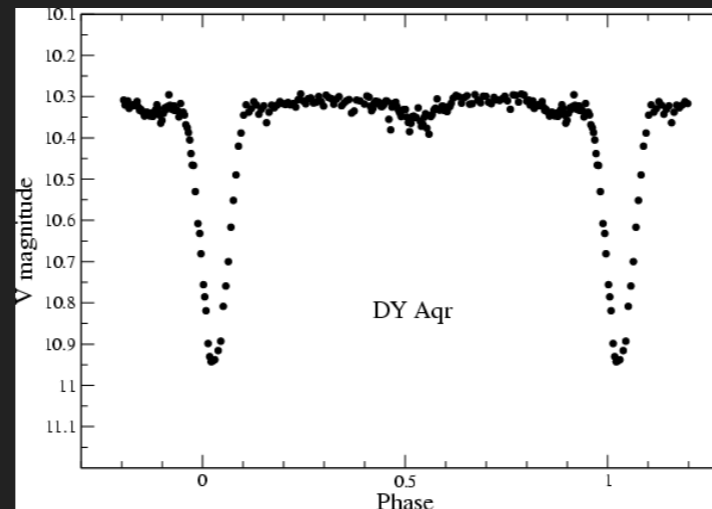
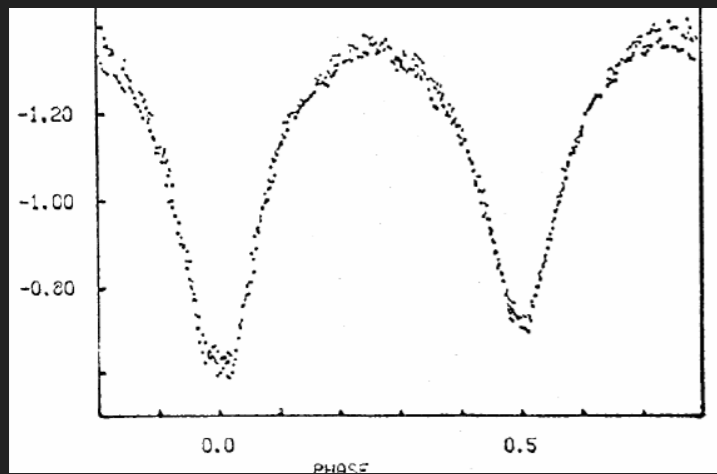
- ▶ Örtme-Örtülme görülen çift yıldızların dönem değişimleri;
 - ▶ Gerekli verinin sağlanması
 - ▶ Verinin düzenlenmesi
 - ▶ O-C eğrisinin oluşturulması
 - ▶ Değişim karakteri
 - ▶ Kütle aktarımı
 - ▶ Işık-zaman etkisi
 - ▶ Manyetik etkinlik
 - ▶ Eksen dönmesi
 - ▶ Verinin ağırlıklandırılması
 - ▶ En küçük kareler yöntemi, Levenberg-Marquart Algoritması (LMA) ile eğri modelleme
 - ▶ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ile eğri modelleme
 - ▶ Kıyaslamalar
 - ▶ Mevcut durum ve gelecek

GÖZLEMLER VE LİTERATÜR TARAMASI

- Parlaklık değişimi gözlenen sistemler;

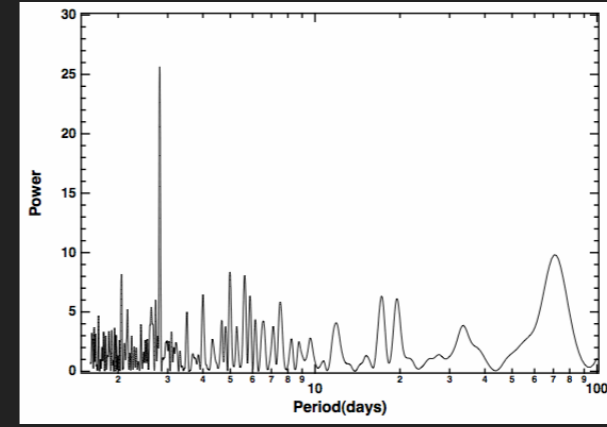
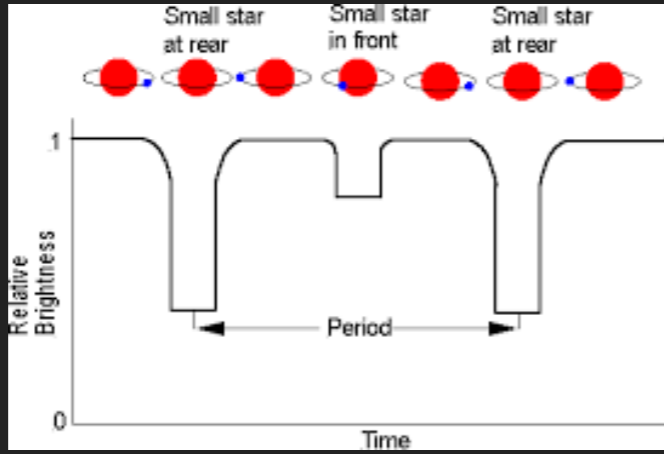


- Değişen yıldızların ışık eğrileri;

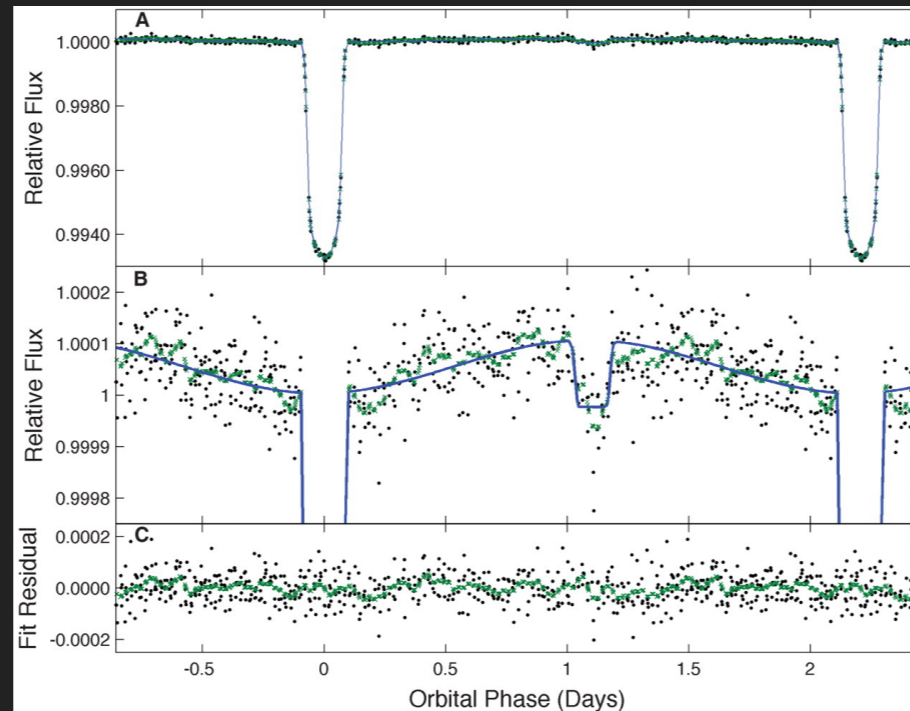


GÖZLEMLER VE LİTERATÜR TARAMASI

- ▶ Sistem döneminin hesaplanması;

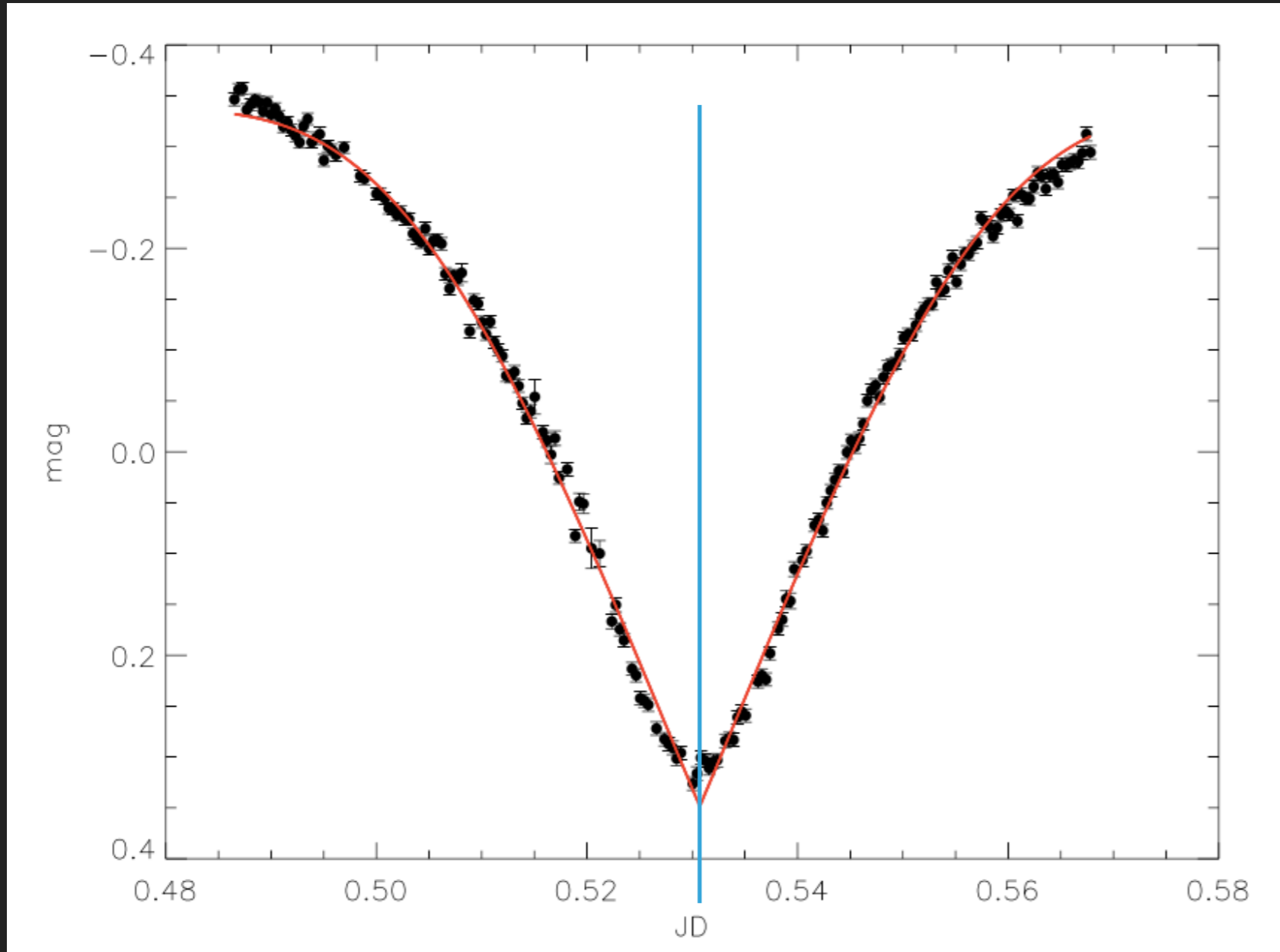
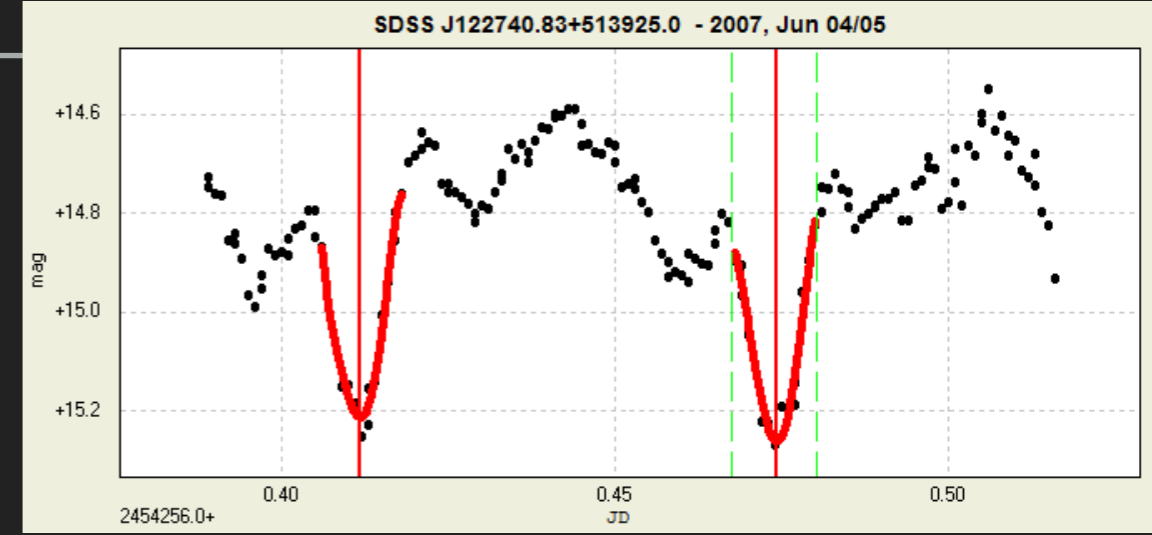


- ▶ Evrelendirilmesi - ışık eğrisi analizi



GÖZLEMLER VE LİTERATÜR TARAMASI

► Minimum zaman belirlenmesi;



| | HJDmin | P/S | METHOD | | |
|--|--------|------------|--------|-----|-------|
| | 10 | 32061.4530 | p | pg | |
| | 001 | 34092.4800 | p | pg | |
| | 26 | 34926.3290 | p | pg | |
| | 076 | 35957.4380 | p | pg | |
| | 24 | 36037.5350 | p | pg | |
| | 093 | 37080.4200 | p | pg | |
| | 066 | 37191.7200 | p | pg | |
| | 063 | 37202.3200 | p | pg | |
| | | 37402.5380 | p | pg | Karet |
| | | 37789.4240 | p | pg | Karan |
| | | 37898.3720 | p | vis | Zesse |
| | 092 | 38502.5520 | p | pg | |
| | 080 | 38935.3760 | p | pg | |
| | 082 | 40764.4100 | p | pg | |
| | 052 | 42200.3840 | s | vis | |
| | 250 | 42201.5520 | s | vis | |
| | 207 | 42202.4390 | p | vis | |
| | 026 | 42212.4580 | p | vis | |
| | 092 | 42214.5130 | s | vis | |
| | 070 | 42215.3980 | p | vis | |
| | 090 | 42220.4020 | s | vis | |
| | 247 | 42221.5740 | s | vis | |
| | 058 | 42258.3870 | p | vis | |
| | 074 | 42288.4180 | p | vis | |
| | 288 | 42296.3570 | s | vis | |
| | 048 | 42296.3710 | s | vis | |
| | 200 | 42337.2920 | p | vis | |

ANGORA İÇİN GEREKLİ FORMAT

- ▶ Minimum zaman, minimum türü (1, 2, p, s vb.), gözlem metodu(vis,pe,ccd vb.)

```
uxher (1).txt
2419876.465 1 vis
2422882.8 1 vis
2423553.457 1 vis
2423553.469 1 vis
2423635.551 1 vis
2423666.522 1 vis
2423934.461 1 vis
2424072.32 1 vis
2424117.237 1 vis
2424151.314 1 vis
2424357.32 1 vis
2424363.509 1 vis
2424374.356 1 vis
2424481.212 1 vis
2424600.487 1 vis
2424617.536 1 vis
2424724.397 1 vis
2425362.534 1 vis
2425373.365 1 vis
2425376.458 1 vis
2425483.347 1 vis
2425497.281 1 vis
2425500.378 1 vis
2425774.53 1 vis
2425808.583 1 vis
2425833.381 1 vis
2425878.305 1 vis
2425881.382 1 vis
2425904.626 1 vis
2426152.45 1 vis
2426485.454 1 vis
2426945.462 1 vis
2427261.431 1 vis
2427580.496 1 vis
```

ANGORA

Data and Analysis Results and Graphics

Choose File ks/angora/angora/uxher (1).txt

Calculate and Plot

Choose Effects to Solve:

- Third Body - LiTE
- Magnetic Activiy
- Apsidal Motion
- Mass Transfer

Piece: 0 0 0 0

Weights: CCD 1 Photo. 0.5 Visual 0.1

T-zero: Enter T0 numb... T0 Period Correction

Period: Enter Period n...

Manual Fit and LM MCMC

| | HJD | Minimum type | Method | Epoch | Rounded Epoch | O-C |
|----|-------------|--------------|--------|-------|---------------|-----|
| 1 | 2419876.465 | 1 | vis | | | |
| 2 | 2422882.8 | 1 | vis | | | |
| 3 | 2423553.457 | 1 | vis | | | |
| 4 | 2423553.469 | 1 | vis | | | |
| 5 | 2423635.551 | 1 | vis | | | |
| 6 | 2423666.522 | 1 | vis | | | |
| 7 | 2423934.461 | 1 | vis | | | |
| 8 | 2424072.32 | 1 | vis | | | |
| 9 | 2424117.237 | 1 | vis | | | |
| 10 | 2424151.314 | 1 | vis | | | |

ANALIZE HAZIRLIK

- ▶ O-C (Observed - Calculated) verilerinin oluşturulması için yapılan işlemler;
- ▶ İlk olarak seçilen T_0 zamanından itibaren geçen çevrim ($E = \text{Epoch}$) bulunur.

$$E = (T - T_0) / P$$

- ▶ Sistem bir değişime sahip olmasaydı bütün I. minimumlara ait E değerleri tam sayı, II. minimumlara ait E değerleri ise 0.5'in katları şeklinde olacaktır. Elde edilen sonuçlarda yuvarlama işlemi yapılarak "değişim olmasaydı" değerlerini elde ediyoruz.

- ▶ 1. Minimum ise;

$$5324.423 \rightarrow 5324$$

- ▶ 2. Minimum ise;

$$5324.423 \rightarrow 5324.5$$

ANALIZE HAZIRLIK – DEVAM

- ▶ Elde edilen çevrim (E) değerlerine göre teorik minimum zamanlarını hesaplıyoruz;

$$C = T_0 + E' * P$$

- ▶ Her "O"ya karşılık bir "C" üretildi. Bu iki dizinin farkı değişimin etkisini göstermektedir. O-C değerlerine karşılık E' grafiği çizilerek değişim görülebilir.
- ▶ Eğer O-C verilerinin grafikteki dağılımı her iki eksen için de sıfır civarında değilse T₀-P düzeltmesi yapılması gereklidir. ANGORA düzeltme modülü ile T₀-P değiştirilerek bu düzeltme yapılmakta ve analize bu değerler ile devam edilmektedir.

ANGORA

Data and Analysis Results and Graphics

Choose File

ks/angora/angora/uxher (1).txt

Calculate and Plot

T-zero: 2439672.3812

Period: 1.548854657

T0 Period Correction

Choose Effects to Solve:

- Third Body - LiTE
- Magnetic Activitiy
- Apsidal Motion
- Mass Transfer

Piece:

- 0
- 0
- 0
- 0

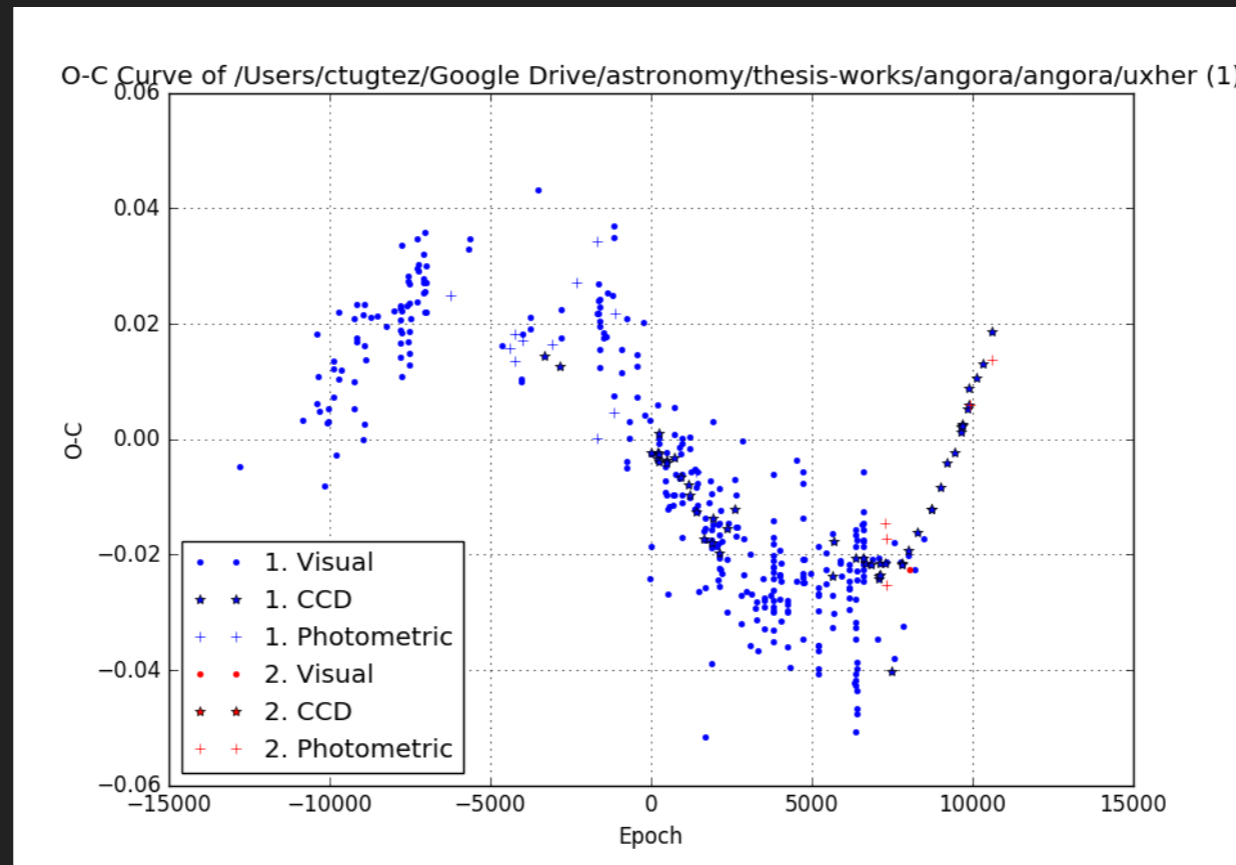
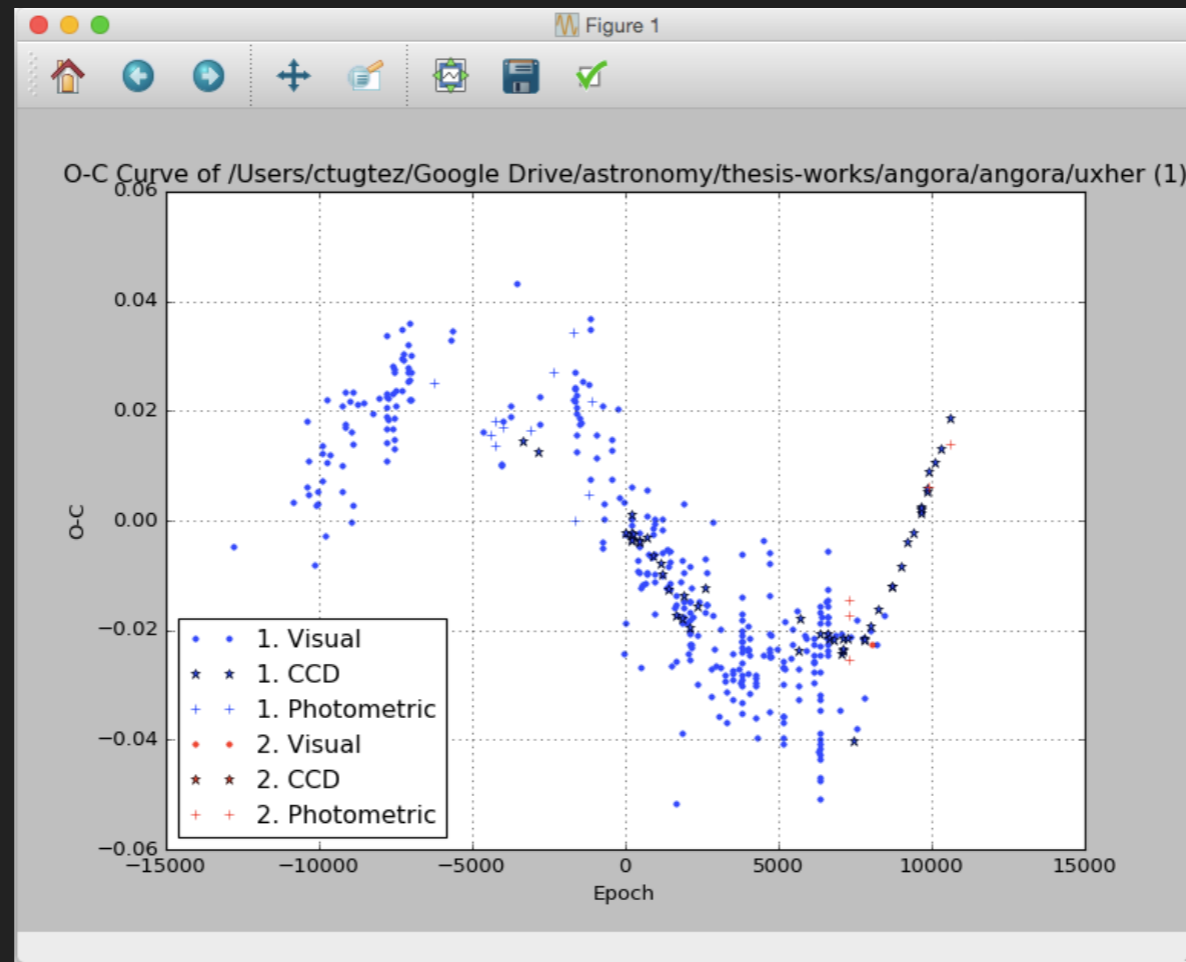
CCD Photo. Visual

Weights: 1 0.5 0.1

Manual Fit and LM

MCMC

| | HJD | Minimum type | Method | Epoch | Rounded Epoch | O-C |
|----|-------------|--------------|--------|----------------|---------------|----------------|
| 1 | 2419876.465 | 1 | vis | -12781.0031... | -12781.0 | -0.00482888... |
| 2 | 2422882.8 | 1 | vis | -10839.9978... | -10840.0 | 0.003281879... |
| 3 | 2423553.457 | 1 | vis | -10406.9959... | -10407.0 | 0.006215398... |
| 4 | 2423553.469 | 1 | vis | -10406.9882... | -10407.0 | 0.018215398... |
| 5 | 2423635.551 | 1 | vis | -10353.9929... | -10354.0 | 0.010918577... |
| 6 | 2423666.522 | 1 | vis | -10333.9968... | -10334.0 | 0.004825437... |
| 7 | 2423934.461 | 1 | vis | -10161.0051... | -10161.0 | -0.00803022... |
| 8 | 2424072.32 | 1 | vis | -10071.9981... | -10072.0 | 0.002905303... |
| 9 | 2424117.237 | 1 | vis | -10042.9979... | -10043.0 | 0.003120250... |
| 10 | 2424151.314 | 1 | vis | -10020.9965... | -10021.0 | 0.005317796... |

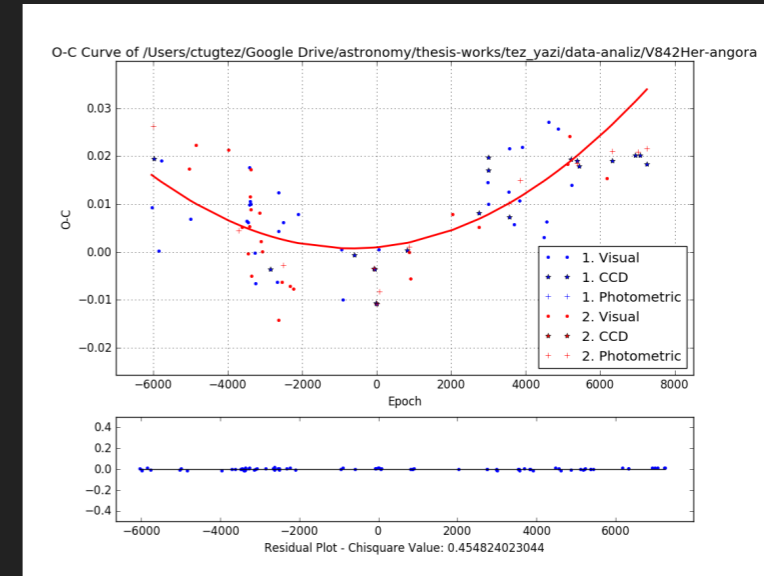
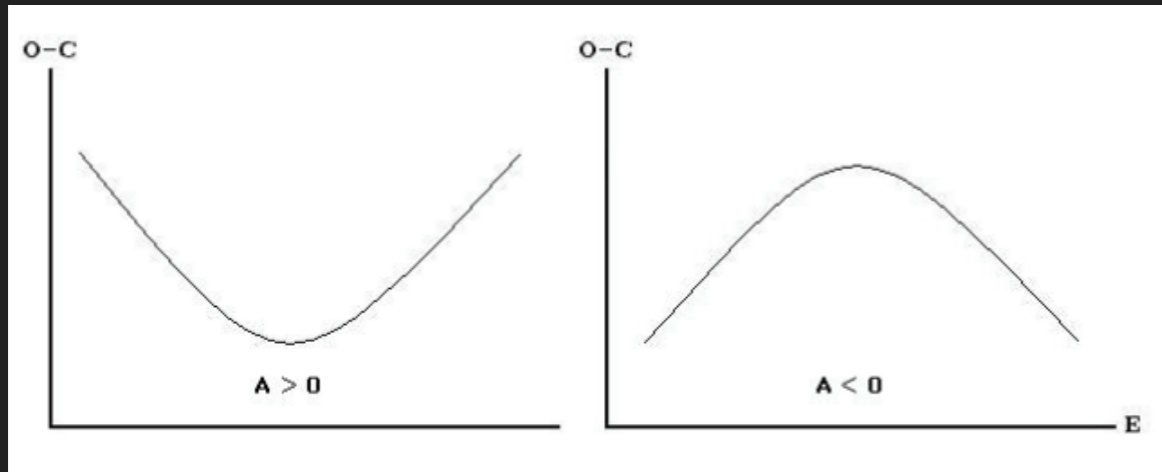


ANALİZE BAŞLANGIÇ

- ▶ Değişim olduğuna kanaat getirildikten diyagram ile teyit edildikten sonra dört temel değişim modeli ile O-C diyagramını modellemeye baŐlayacaĐız.
- ▶ Örtün çift yıldızlarda periyot deđiŐimine neden olan dört temel etki;
 - ▶ Bileşenler arası kütle aktarımı
 - ▶ Eksen dönmesi
 - ▶ IŞık-zaman etkisi (Üçüncü cisim varlığı)
 - ▶ Manyetik etkinlik

BİLEŞENLER ARASI KÜTLE AKTARIMI

- ▶ Sistem bileşenleri arasında korunumlu kütle aktarımı O-C diyagramında parabolik bir değişim olarak gözlenir.



- ▶ O-C diyagramı aşağıdaki denklem ile temsil edilerek gerekli parametrelere ulaşılır.

$$C_{fit} = A * E^2 + \Delta P * E + \Delta T_0$$

- ▶ Burada C_{fit} , temsil değerleri, A , kütle aktarımı sonucunda dönemde meydana gelen değişim miktarı, ΔT , T_0 değerine yapılan düzeltmeyi, ΔP , dönemde değişen meydana temsil etmektedir. $A > 0$ olması dönemin düzgün arttığını, küçük bileşenden büyük bileşene doğru madde aktarımı olduğunu göstermektedir. $A < 0$ olması dönemin azaldığını, madde aktarım yönünün büyük bileşenden küçük bileşene olduğu göstermektedir.

BİLEŞENLER ARASI KÜTLE AKTARIMI SONUÇLARI

- ▶ ΔT_0 , ΔP ve A değerleri ile,
- ▶ Bir Yer yılındaki dönem değişme oranı;

$$\frac{2A}{P^2} * 365.25$$

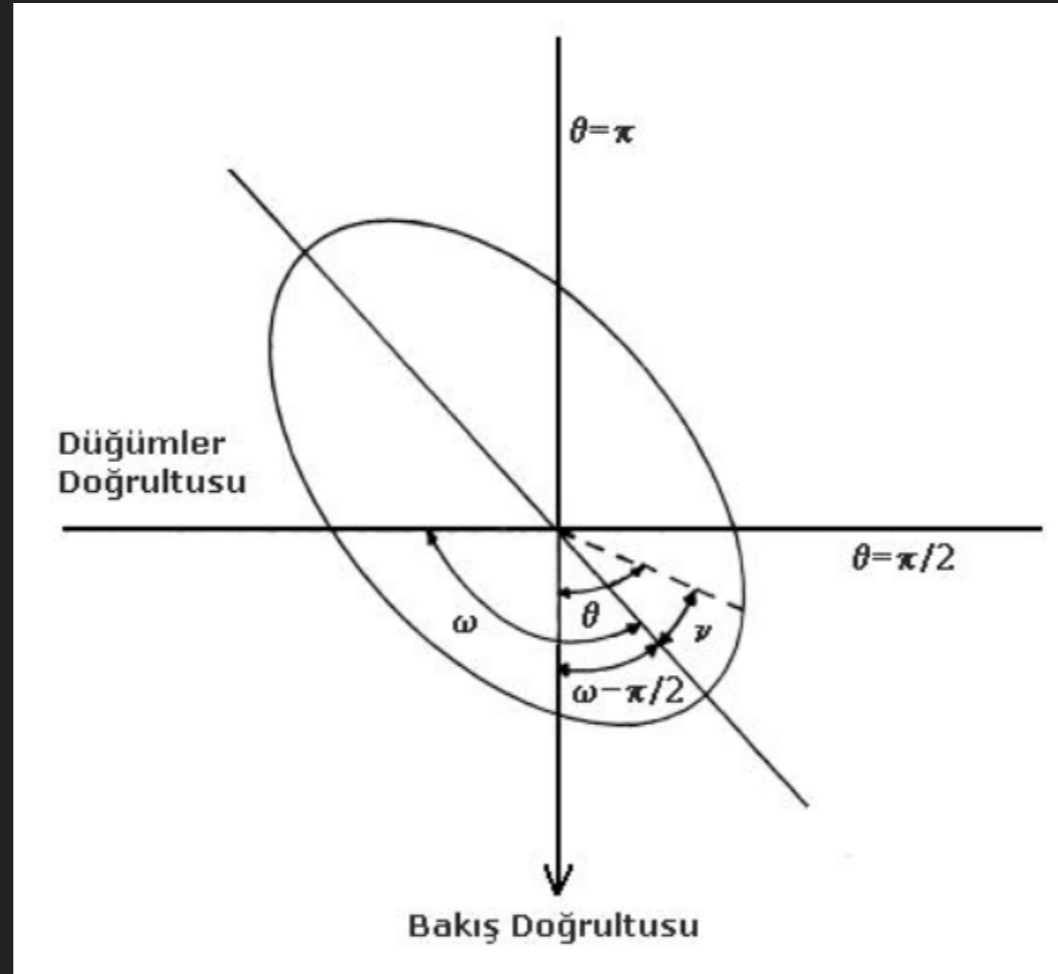
- ▶ Bileşenler arası kütle aktarımının, Güneş kütlesi cinsinden bir yıldaki miktarı;

$$\Delta M_1 = \frac{1}{3} \frac{2A * 365.25}{P^2} \frac{M_1 M_2}{M_1 - M_2} (M_{\odot}/yil)$$

- ▶ Elde edilerek sistemin kütle aktarımı sebebiyle meydana gelen dönem değişim analizi sonuçlanmış olur.

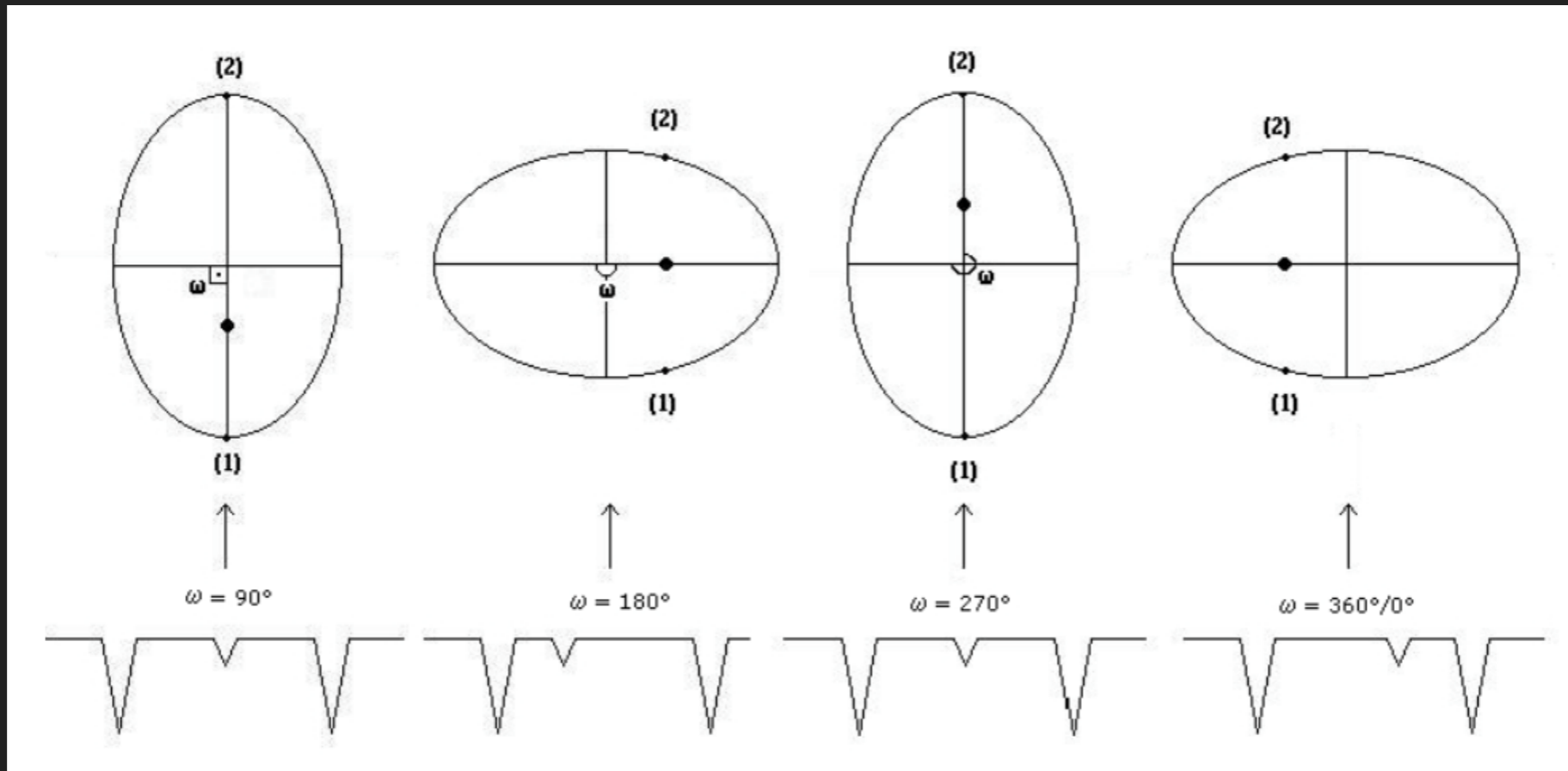
EKSEN DÖNMESİ – APSIDAL MOTION

- ▶ Sistemin yörünge yarı-büyük eksen uzunluğunun, gözlemcinin bakış doğrultusuna göre kayması durumu minimum zamanları arasında fark oluşturmaktadır.
- ▶ Bu değişim sistemde fiziksel bir değişim değil gözlemcinin zamanlama ölçümlerini etkileyen bir değişimdir. ω açısının değişimi eksen dönmesi olduğunu gösterir.



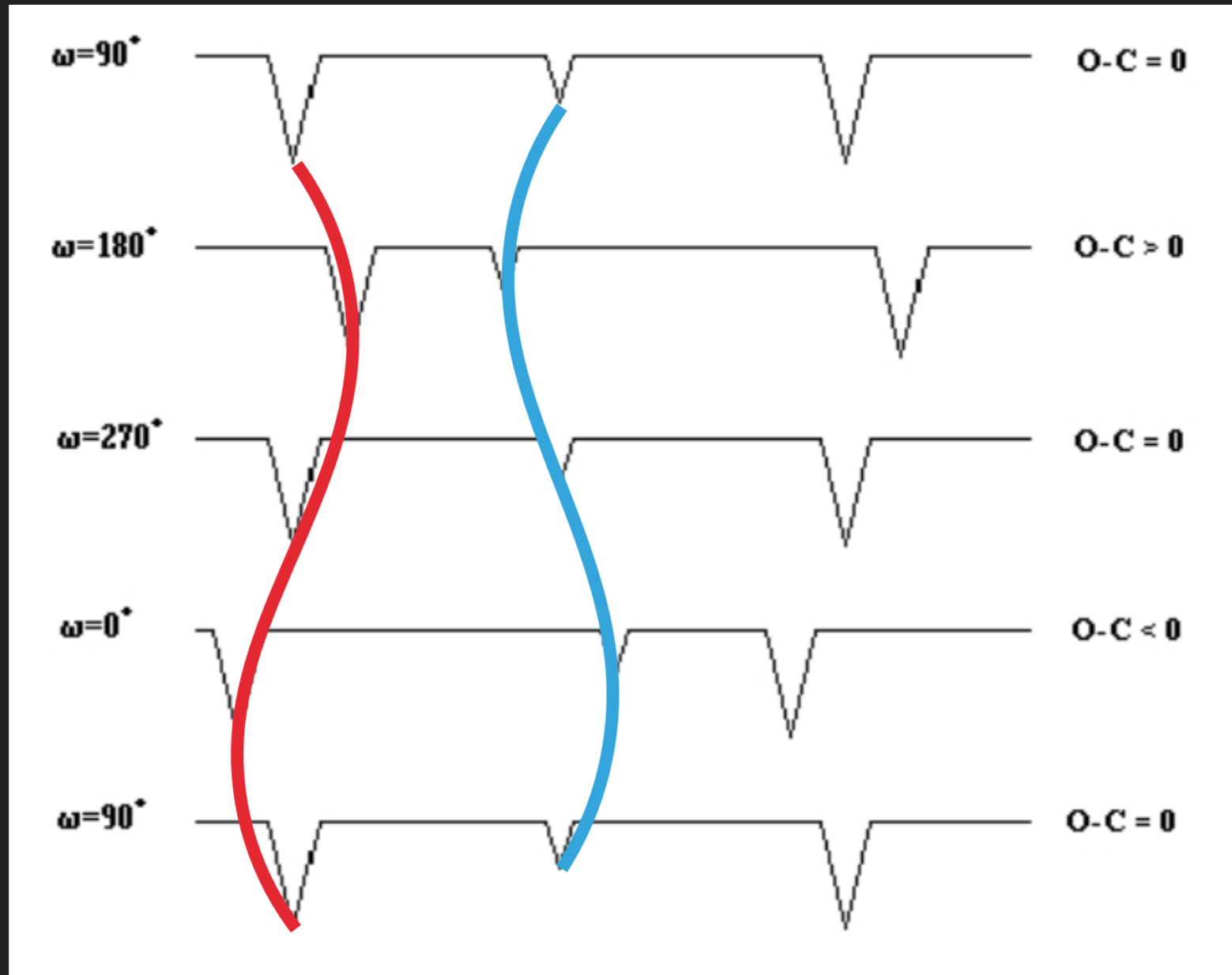
EKSEN DÖNMESİ

- Farklı ω açılarında yörüngenin durumu ve ışık eğrileri



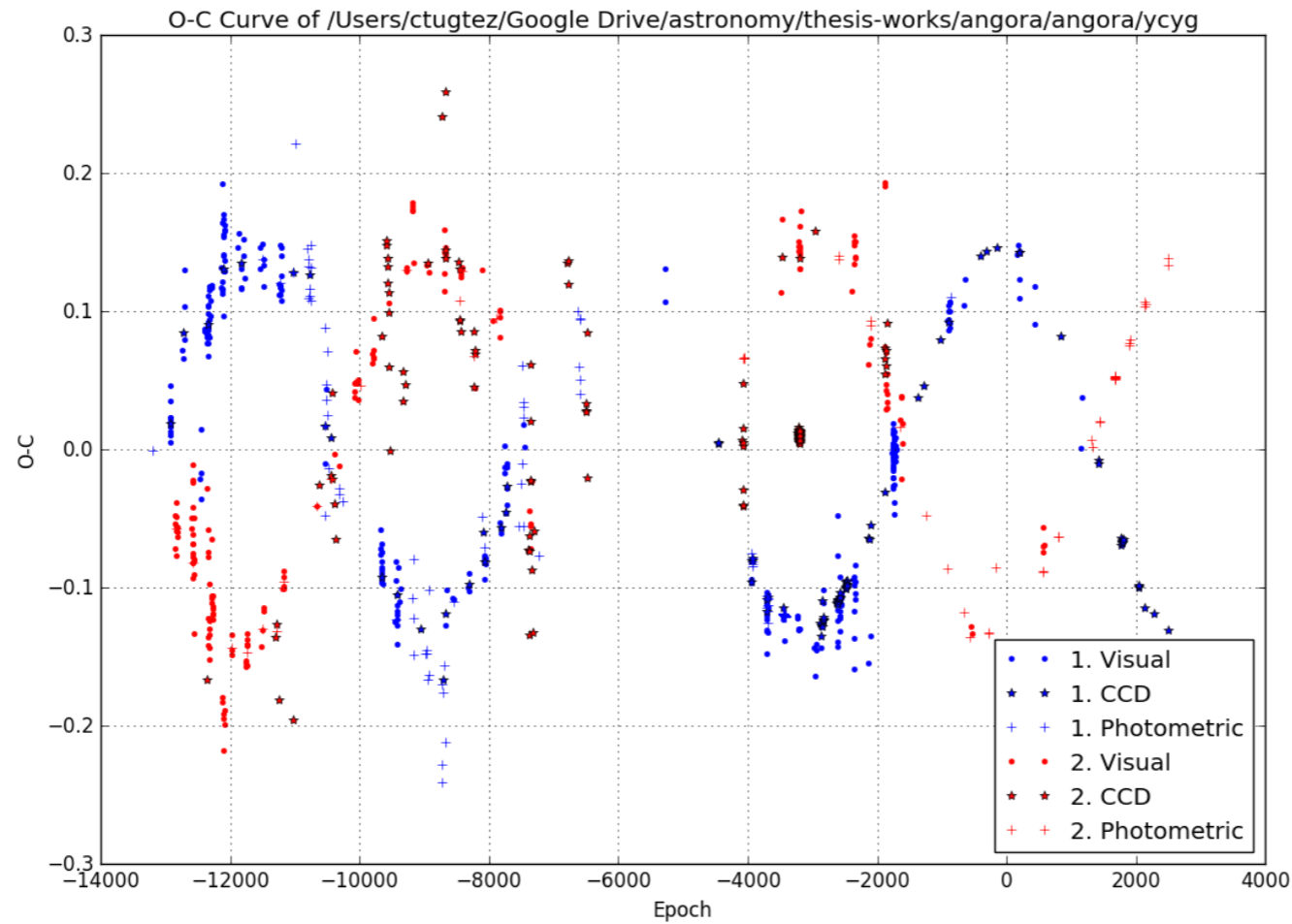
EKSEN DÖNMESİ

- ▶ Farklı ω açılarında yörüngenin durumu ve ışık eğrileri



EKSEN DÖNMESİ

- ▶ O-C eğrisinde zıt genlikli olmak üzere birinci ve ikinci minimumlar sinüzoidal bir değişim gösterirler;



EKSEN DÖNMESİ

- ▶ Eksen dönmesinin O-C diyagramı birinci ve ikinci minimum için ayrı ayrı bu bağıntılar ile temsil edilir;

$$C_{(prifit)} = B - A * \text{Cos}(\omega + \dot{\omega}E)$$

$$C_{(secfit)} = B + A * \text{Cos}(\omega + \dot{\omega}E)$$

- ▶ B, düşey ekseninde bir kaymayı, A, sinüs eğrisinin yarı-genliğini, ω_0 , enberi noktasının, T_0 anındaki ($E=0$) boylamını (derece veya radyan biriminde), $\dot{\omega}$, eksenin birim zamandaki dönme miktarını (derece-radyan/çevrim) ifade etmektedir.

EKSEN DÖNMESİ SONUÇLARI

- ▶ B, A, ω_0 ve $\dot{\omega}$ değerlerinin hesaplanması sonucunda;

- ▶ Kavuşum dönemi;

$$P_a = \frac{P_s}{1 - \frac{\dot{\omega}}{360}}$$

- ▶ Eksen dönmesinin yıl biriminde dönemi;

$$U_{(yil)} = \frac{360 * P_a}{\dot{\omega} * 365.25}$$

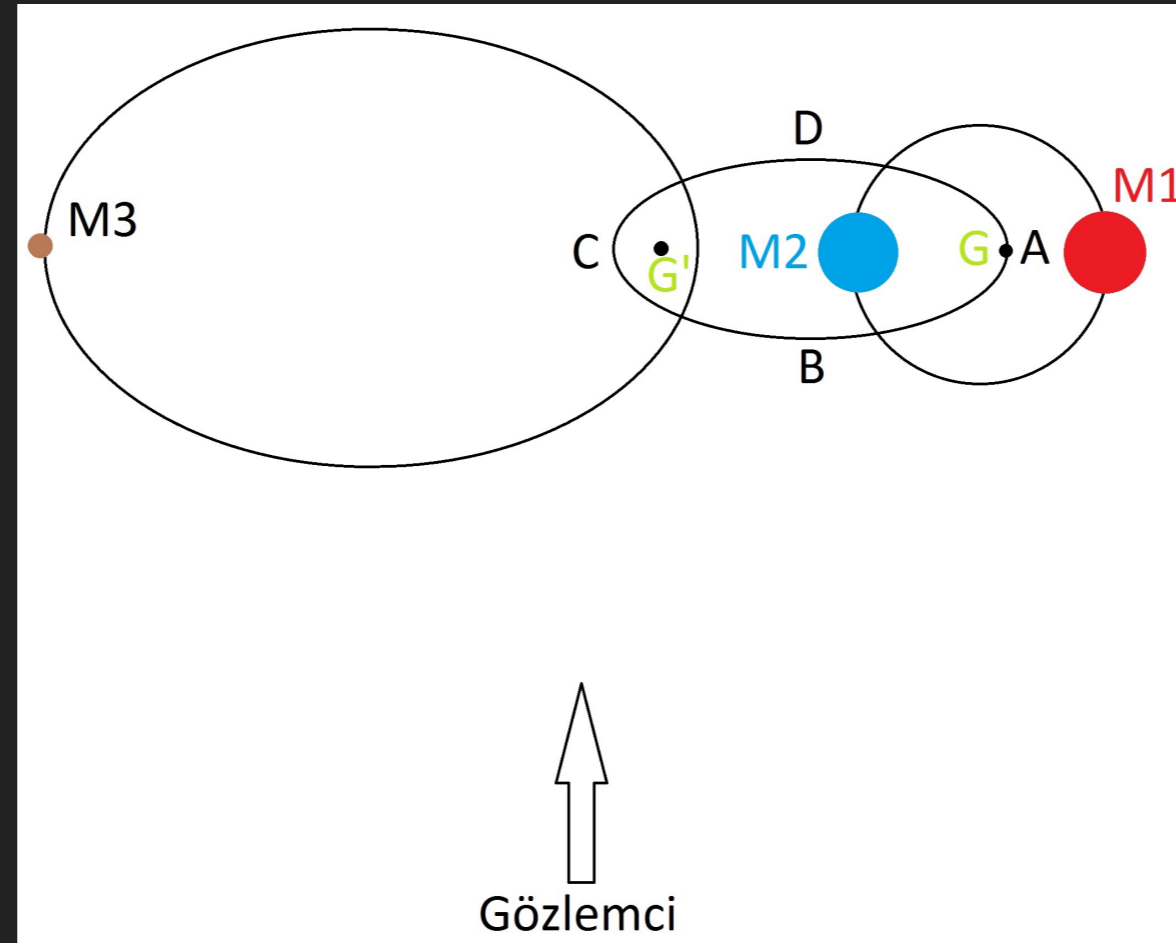
- ▶ Sistemin yörünge dış merkezliği, e;

$$e = \frac{A * 2\pi}{P_s(1 + Cosec(i))}$$

- ▶ i, yörünge eğimi ve P_s , yıldızlı yörünge dönemidir. Eksen dönmesi gösteren sistemlerin bu çözümler ile, yıldız evrim modellerinde kullanılan k_2 iç yapı sabitinin hesaplanmasına olanak tanımaktadır.

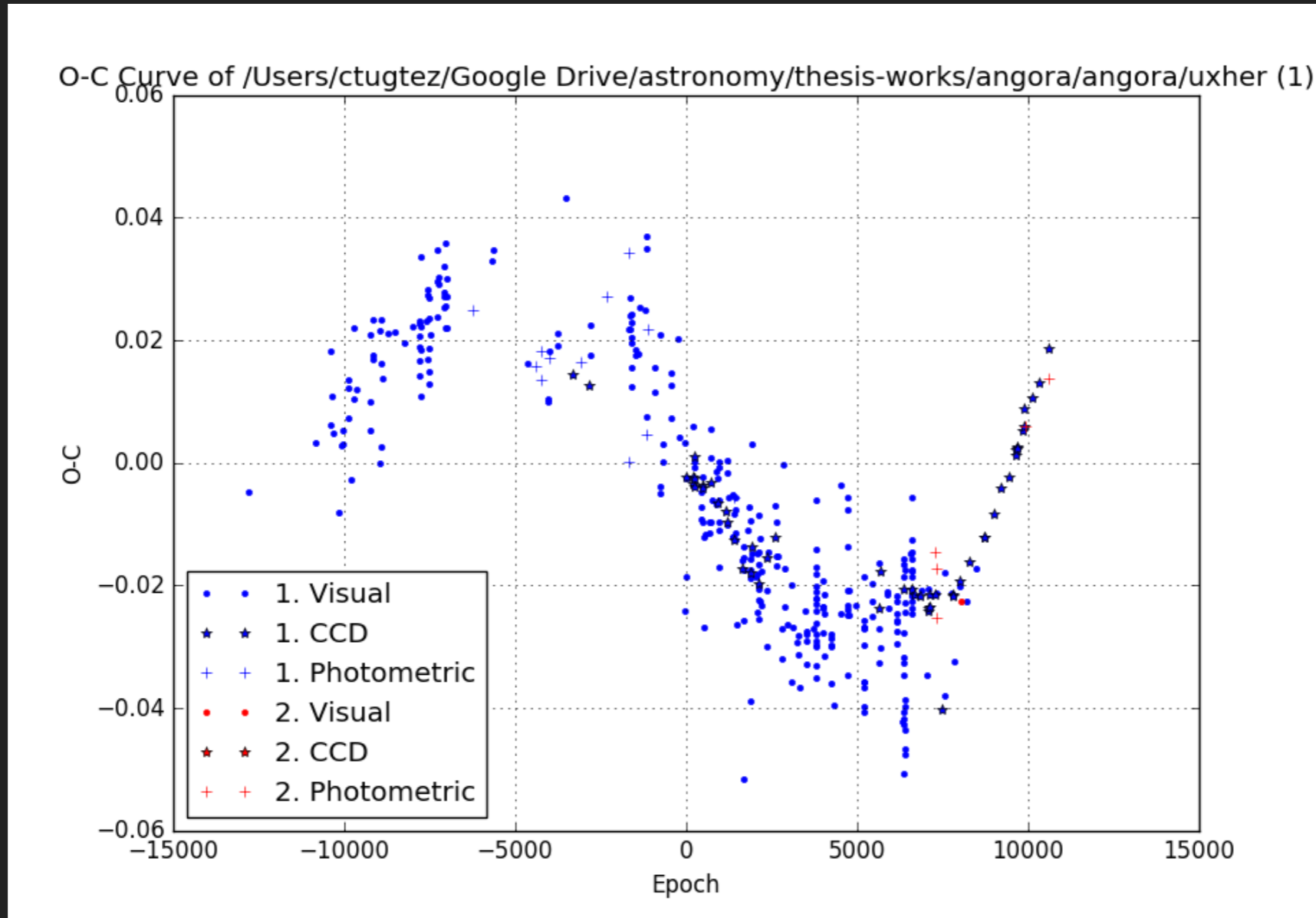
ISIK-ZAMAN ETKİSİ (LIGHT-TIME EFFECT)

- ▶ Ortak kütle merkezi etrafında dolanan sistemde üçüncü bir cismin varlığı gözlenen minimum zamanları arasında değişime sebep olurlar. Işık eğrisi alınan ikili sistemin, gözlemciye uzaklığının değişmesi, ışık hızının sonlu olması nedeniyle minimum zamanları erken veya daha geç görmemizi sağlar.



ISIK-ZAMAN ETKİSİ (LIGHT-TIME EFFECT)

- Işık-zaman etkisi O-C diyagramında bütün minimumlarıyla sinüsoidal bir değişim göstermektedirler.



ISIK-ZAMAN ETKİSİ (LIGHT-TIME EFFECT)

- ▶ Işık zaman etkisinin çözümü için ilk olarak sinüsün yarı genliğini gün biriminde hesaplamak gereklidir;

$$A_{LiTE} = \frac{a_{12} * \sin i' * \sqrt{1 - (e_3^2 * \cos^2 \omega_3)}}{173.15}$$

- ▶ LiTE; Light Time Effect, için sentetik eğri hesabı;

$$C_{(fit)} = \frac{A_{LiTE}}{\sqrt{1 - (e_3^2 * \cos^2 * \omega^3)}} * \left[\left(\frac{1 - e_3^2}{1 + e_3 * \cos \nu} * \sin(\nu + \omega_3) \right) + e_3 * \sin \omega_3 \right]$$

- ▶ a_{12} , ikili sistemin G' etrafındaki yarı büyük eksen uzunluğu, e_3 , dışmerkezliği, ω_3 , enberi noktasının boylamı, i' , yörünge düzlemi eğimi ve ν , gerçel anomali değerleridir.
- ▶ ν değerlerini fit işlemi dahilinde iterasyon ile hesaplamamız gerekiyor.

ISIK-ZAMAN ETKİSİ (LIGHT-TIME EFFECT)

- ▶ İlk olarak kütle merkezinin her bir çevrim için ortalama anomali hesaplanır;

$$M(\text{radyan}) = [(E_i - T_3) / P_{LiTE}] * 2\pi$$

- ▶ Dış merkezlik anomali;

$$M = U - e_3 * \sin U$$

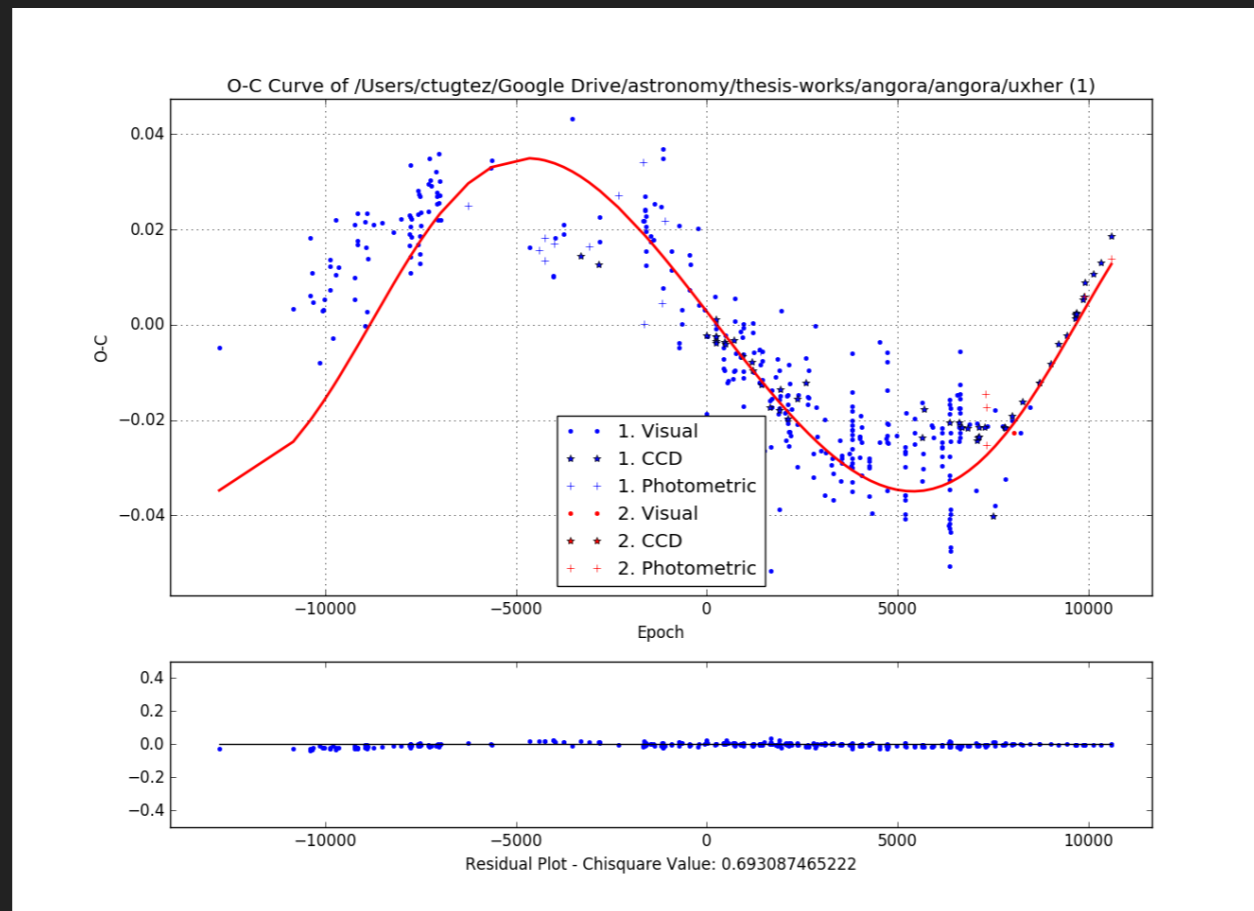
- ▶ Dış merkezlik anomaliyi bulabilmek için U parametresini çözebilmek için Newton-Raphson iterasyonu kullanılmaktadır.
- ▶ Son olarak ν , gerçel anomali hesaplanır;

$$\tan \frac{\nu}{2} = \left(\sqrt{\frac{1 + e_3}{1 - e_3}} \right) * \tan \frac{U}{2}$$

ISIK-ZAMAN ETKİSİ (LIGHT-TIME EFFECT)

- ▶ A , sinüsün genliği, P , sinüsün dönemi, T , sinüsün x-ekseni boyunca konumunu e ve ω ise karakteristiğini belirler. Parametrelere başlangıç değerleri verilerek fit işlemi aşağıdaki denkleme uygulanır.

$$C_{(fit)} = \frac{A_{LiTE}}{\sqrt{1 - (e_3^2 * \cos^2 * \omega^3)}} * \left[\left(\frac{1 - e_3^2}{1 + e_3 * \cos \nu} * \sin(\nu + \omega_3) \right) + e_3 * \sin \omega_3 \right]$$



ISIK-ZAMAN ETKİSİ (LIGHT-TIME EFFECT) - SONUÇLAR

- ▶ Beş parametre tayin edildikten sonra, ikili sistemin G' etrafındaki yörüngesindeki yar büyük eksen uzunluğu AB biriminde hesaplanır;

$$a_{12} = \frac{A_{LiTE} * 173.15}{\sin i' * \sqrt{(1 - \frac{2}{3} \cos^2 \omega_3)}}$$

- ▶ Üçüncü cisim kütlesi için bir minimum değer olarak $f(m_3)$ kütle fonksiyonu elde edilir;

$$f(m_3) = \frac{(a_{12} \sin i')^3}{P_{LiTE}^2}$$

- ▶ $f(m_3)$ değeri kullanılarak üçüncü cismin kütlesi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır;

$$f(m_3) = \frac{(M_3 \sin i')^3}{(M_1 + M_2 + M_3)^3}$$

- ▶ Üçüncü cismin G' etrafındaki yörünge yarı büyük eksen uzunluğu bulunur;

$$a_3 = \frac{a_{12} * (M_1 + M_2)}{M_3}$$

MANYETİK ETKİNLİK

- ▶ Sistemde manyetik etkinlik varlığı O-C diyagramında sinüzoidal olarak görülmektedir. Şu bağıntıyla O-C temsil edilebilir;

$$C_{fit} = A \sin[(E - P_0/\nu)] * 2\pi$$

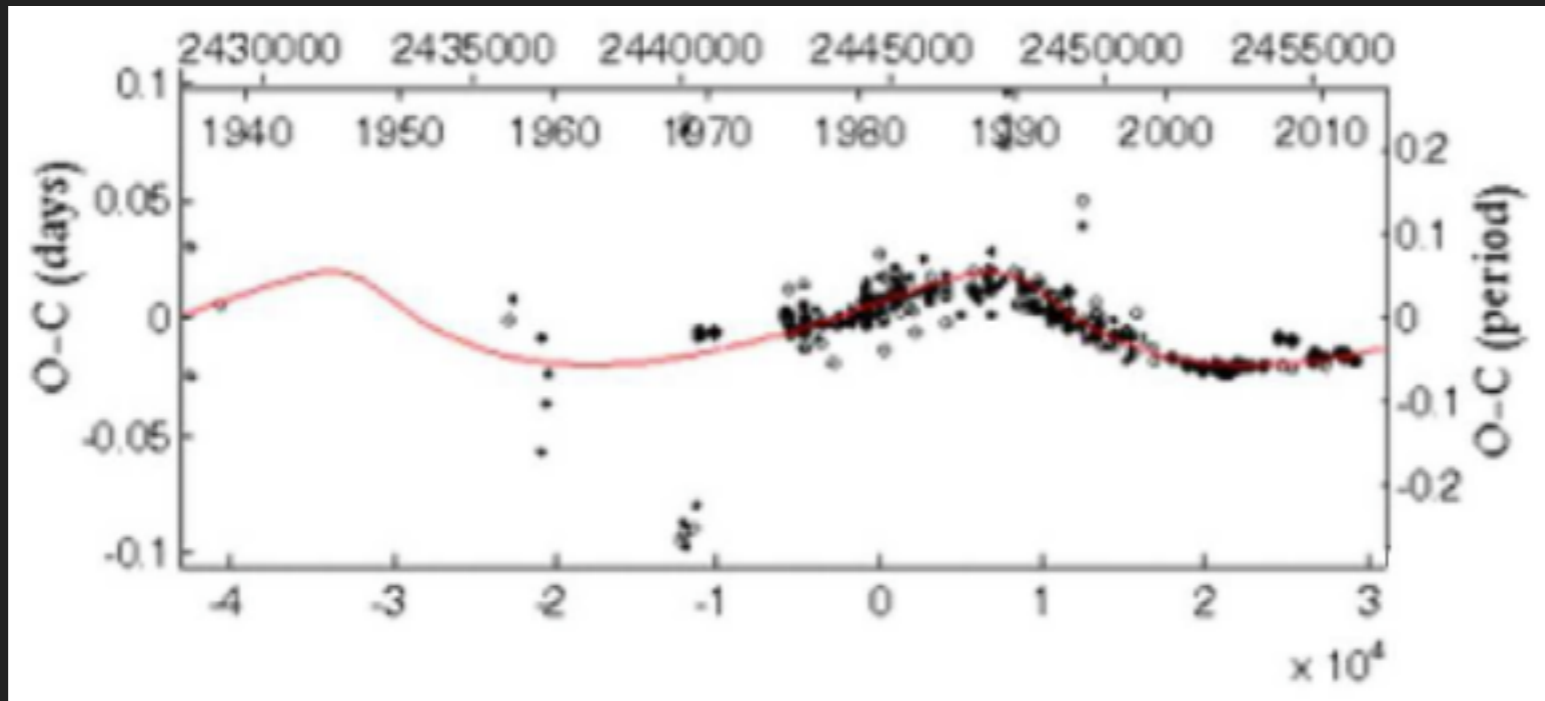
- ▶ Sinüsoidal değişimi ışık-zaman etkisinden ayırabilmek için sistem hakkında bazı bilgilere sahip olmak gereklidir.
 - ▶ Çift sistem bileşenlerinden en az biri F, G veya K tayf türüne sahip olmalı.
 - ▶ Sinüs genliği ve dönemi ışık-zaman etkisine göre daha küçük değerlere sahip ve kararsız yapılar göstermektedir.
 - ▶ Applegate kuramına göre (1992) dönem değişiminin maksimum yada minimum olduğunda, ışık değişimi de maksimum yada minimumdur. Işınım gücü ile renk arasında da ters orantı yani manyetik aktif bileşenin en parlak olduğu anda sistemin renginin en mavi olmasını önermektedir (B-V değeri küçükmektedir). Işık değişimi ile O-C eğrisi eş evreli ise manyetik aktif bileşenin iç katmanları dış katmanlarına göre daha hızlı dönmekte, zıt evreli ise dış katmanları daha hızlı dönüyor demektir.

MANYETİK ETKİNLİK

- ▶ Bu üç kuralı sağlayan sistemin devam eden analizi üzerine manyetik alan şiddeti hesaplanmaktadır.

$$B^2 = 10 \frac{GM^2}{R^4} \left(\frac{a}{R} \right)^2 \frac{\Delta P}{P_{\sin}}$$

- ▶ M ve R değerleri aktif bileşenin kütle ve yarıçapı, a ise bileşenler arası uzaklıktır.



VERİ AYIKLAMA

- ▶ Veriler gözlem metoduna göre ağırlıklandırılarak analizde kullanılırlar. Bu işlem en küçük kareler yönteminde kullanılmaktadır.

Calculate and Plot

Choose Effects to Solve:

Third Body - LiTE

Magnetic Activitiy

Apsidal Motion

Mass Transfer

Piece:

0 0 0 0

Weights: 1 0.5 0.1

CCD Photo. Visual

Manual Fit and LM MCMC

- ▶ O-C eğrisinin ilk kez oluşturduktan sonra etkilerden biri seçilerek en küçük kareler yöntemi ile fit yapacak ve bu model ile parametrelerin kullanıcı tarafından değiştirilerek yeni fit yapılmasına olanak sağlayacaktır.

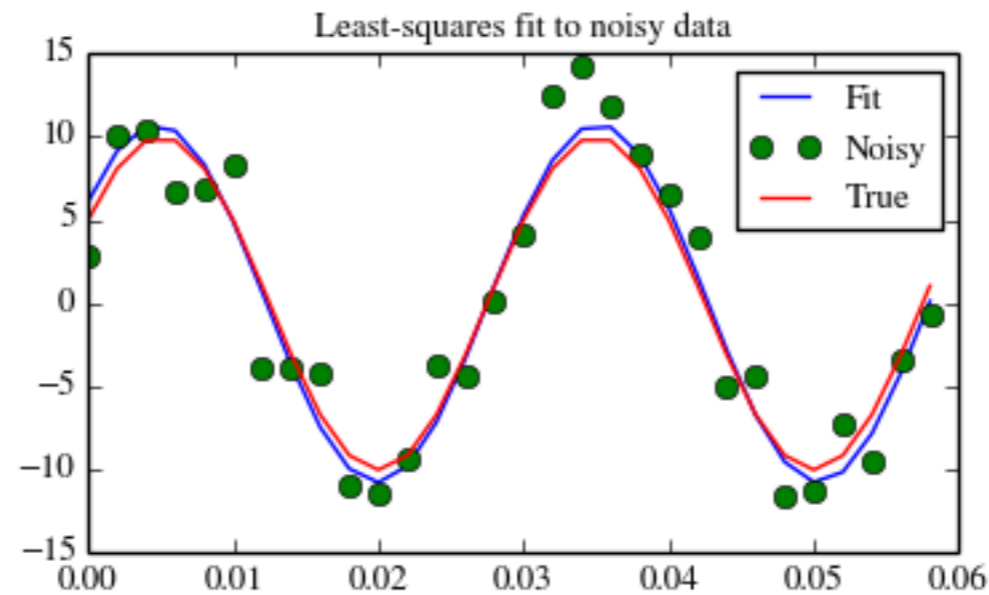
İLK EGRI OTURTMA (FIT)

- ▶ İlk aşamada ANGORA otomatik olarak Levenberg-Marquart Algoritması (LMA) kullanan en küçük kareler metoduyla çözecektir. Bu çözüm bize bir sonraki aşama olan Markov Chain Monte Carlo (MCMC) için gerekli başlangıç parametrelerini sağlayacaktır.
- ▶ LMA için Python kütüphanelerinden SciPY - curve_fit kullanılmıştır.

LEVENBERG-MARQUART

- ▶ LMA, basit bir ifadeyle veriler ile fit fonksiyonunun farklarının karelerinin toplamını en aza indirmeye çalışmaktadır. Bu fark grafiğe döküldüğünde artıkların y-ekseni 0 etrafında olmalıdır.

$$S(\beta) = \sum_{i=1}^m [y_i - f(x_i, \beta)]^2$$

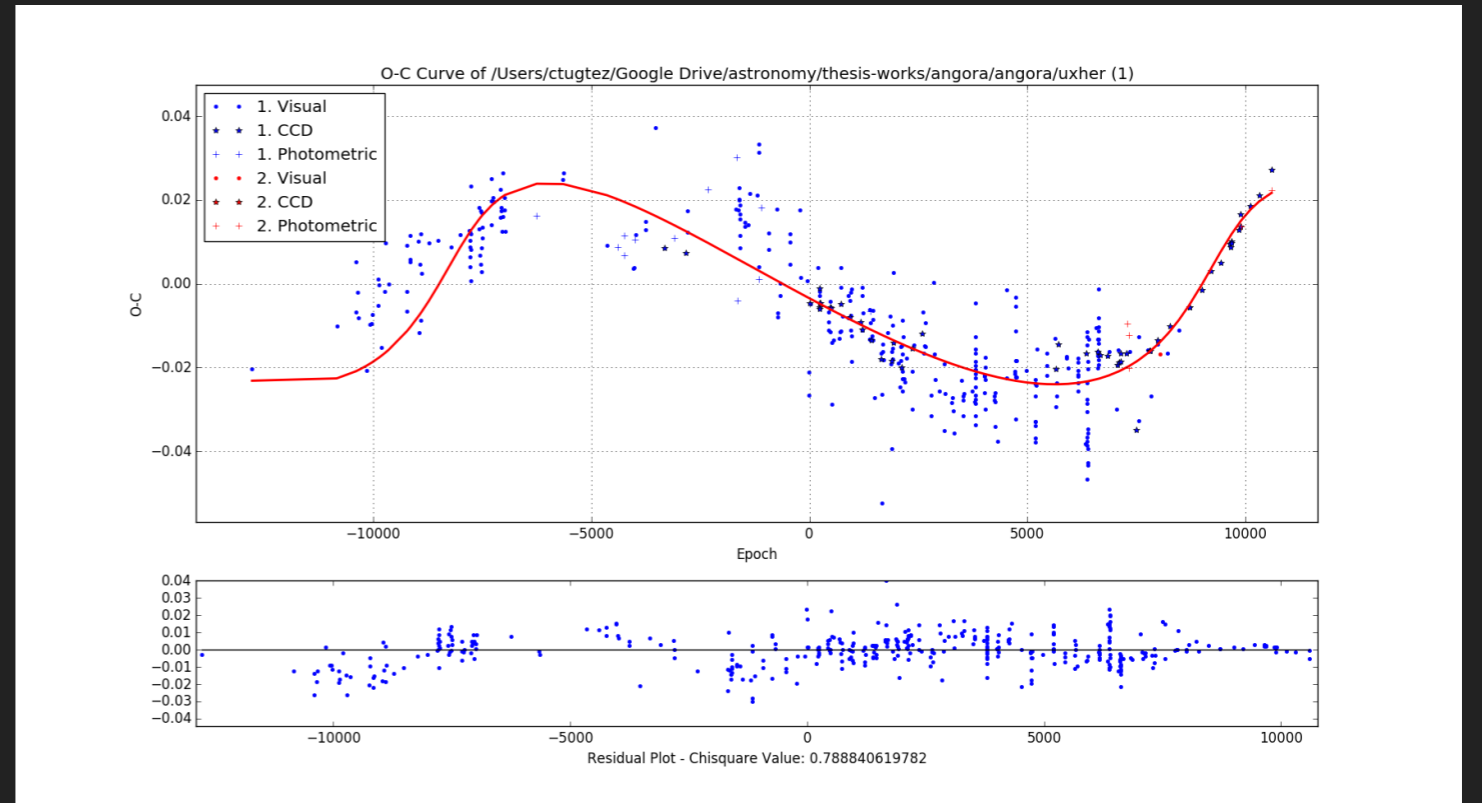


LEVENBERG-MARQUART

- ▶ ANGORA, LMA modellemesi yapıyor ve her parametreyi bağımsız olarak değiştirebilme imkanı veriyor.

Manually Fit Window for LITE

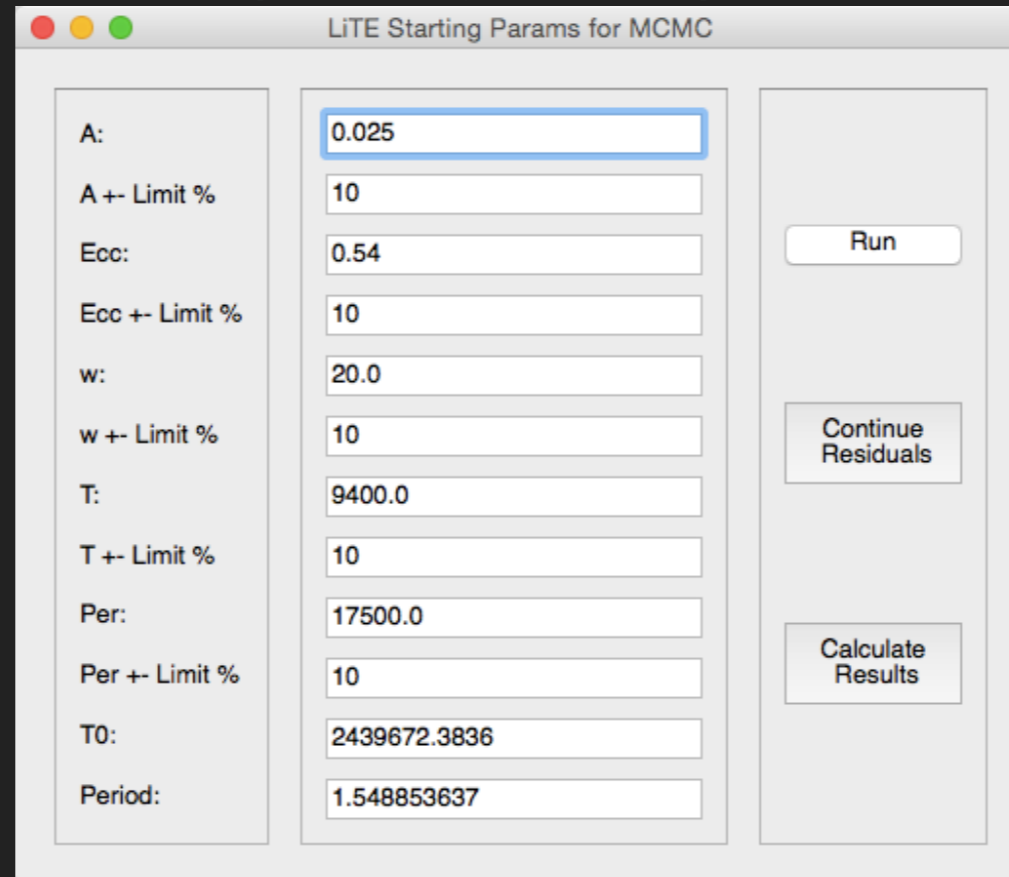
| Values | Increments |
|---|---|
| A: 0.025 0,0250000000000000 | Increment for A: 0,0010000000000000 |
| Eccentricity: 0.54 0,5400000000000000 | Increment for Eccentricity: 0,0100000000000000 |
| w: 20.0 20,0000000000000000 | Increment for w: 10,0000000000000000 |
| T: 9400.0 9400,0000000000000000 | Increment for delta T: 100,0000000000000000 |
| Period: 17500.0 17500,0000000000000000 | Increment for delta period: 500,0000000000000000 |
| TO: 2439672,383599961 0,0001000000000000 Period: 1,548853637000006 0,0000000100000000 | |
| Continue with Residuals | |
| MCMC with These Parameters | |
| Calculate Results | |



- ▶ Kullanıcı bu halde analizi sonlandırıp sonuçları hesaplayabilir veya buradan elde edilen parametreleri başlangıç değeri olarak kullanarak MCMC metoduna geçebilir. Böylelikle daha hassas bir modelleme yaparak sonuçları daha az hatayla hesaplayabilir.

MARKOV CHAIN MONTE CARLO

- ▶ MCMC'nin temel amacı, değişkenlerin parametre uzayını tarayarak olasılık dağılımı elde etmesidir. Çoklu parametre setlerinde yavaş çalışan fakat sonuçları gauss dağılımı şeklinde değerlendirerek en hassas sonucu veren bir yöntemdir.
- ▶ ANGORA'da MCMC, Python kütüphanelerinde emcee kullanılmıştır.
- ▶ Başlangıç değerlerini ve MCMC'nin tarayacağı parametre uzayının iyi belirlenmesi, MCMC'nin en büyük handikapı olan yavaşlık problemini bir nebze aşmaktadır.



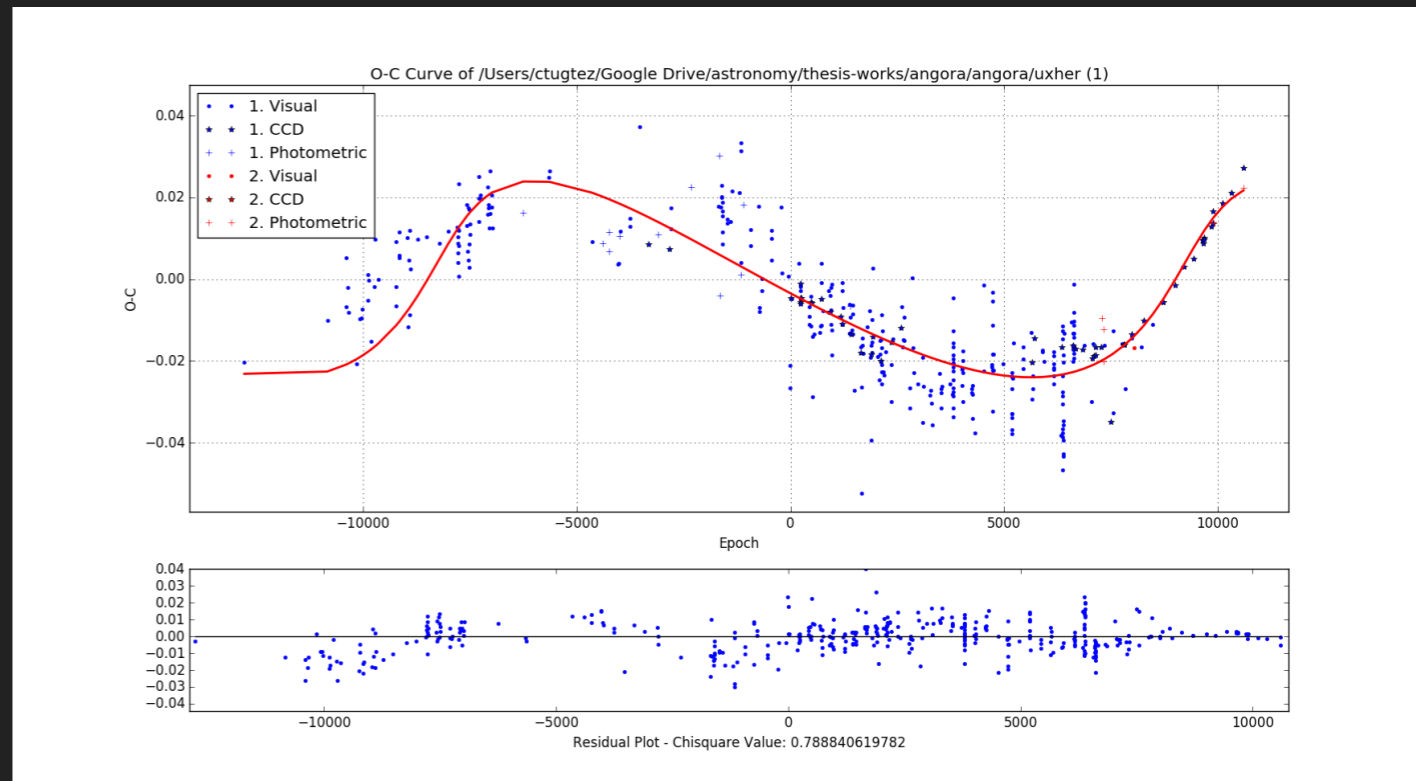
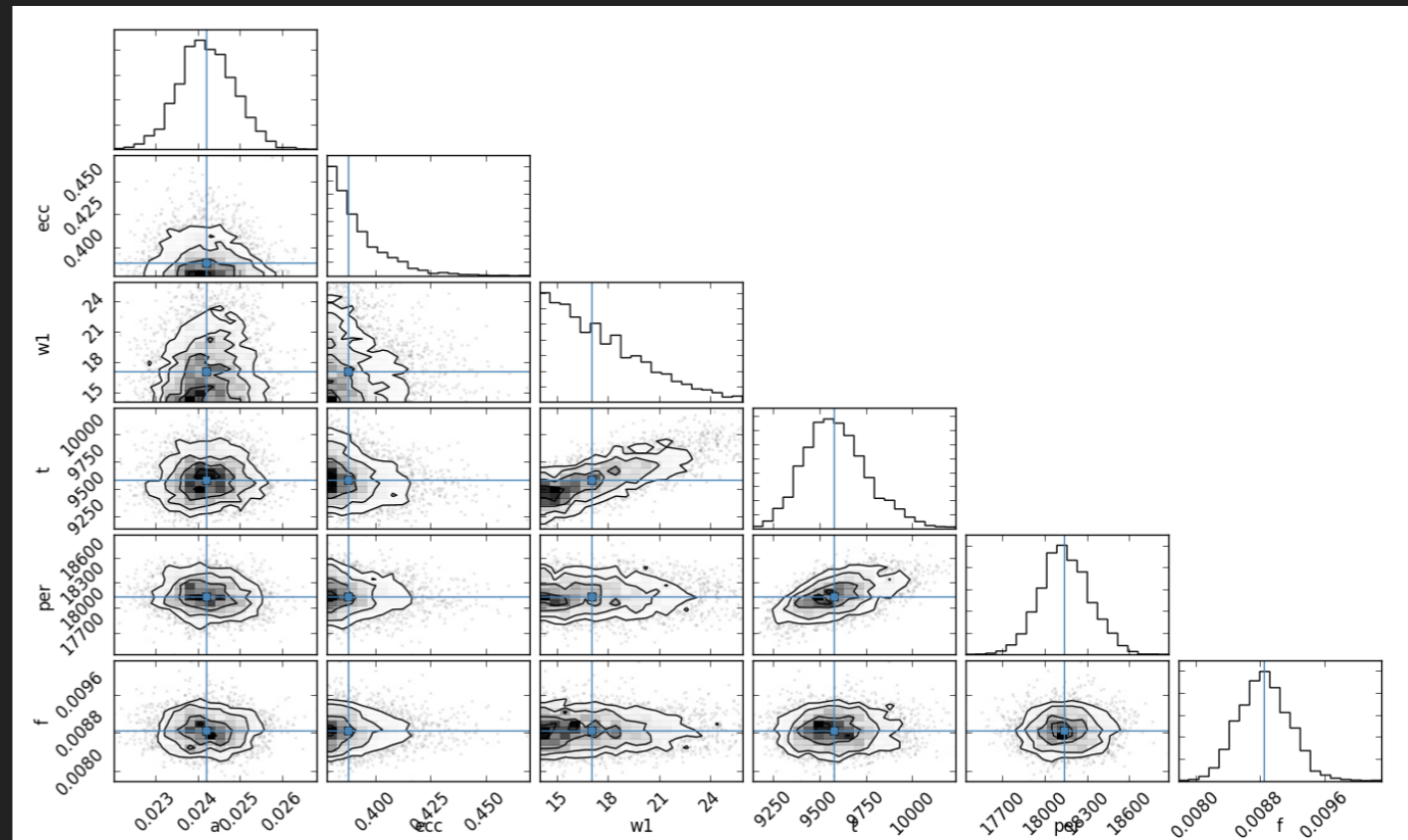
The screenshot shows a window titled "LiTE Starting Params for MCMC" with a list of parameters and their values. The parameters are arranged in a table-like structure with three columns: parameter name, value, and action buttons.

| Parameter | Value | Action |
|----------------|--------------|--------------------|
| A: | 0.025 | Run |
| A +- Limit % | 10 | |
| Ecc: | 0.54 | Continue Residuals |
| Ecc +- Limit % | 10 | |
| w: | 20.0 | Calculate Results |
| w +- Limit % | 10 | |
| T: | 9400.0 | |
| T +- Limit % | 10 | |
| Per: | 17500.0 | |
| Per +- Limit % | 10 | |
| T0: | 2439672.3836 | |
| Period: | 1.548853637 | |

MARKOV CHAIN MONTE CARLO

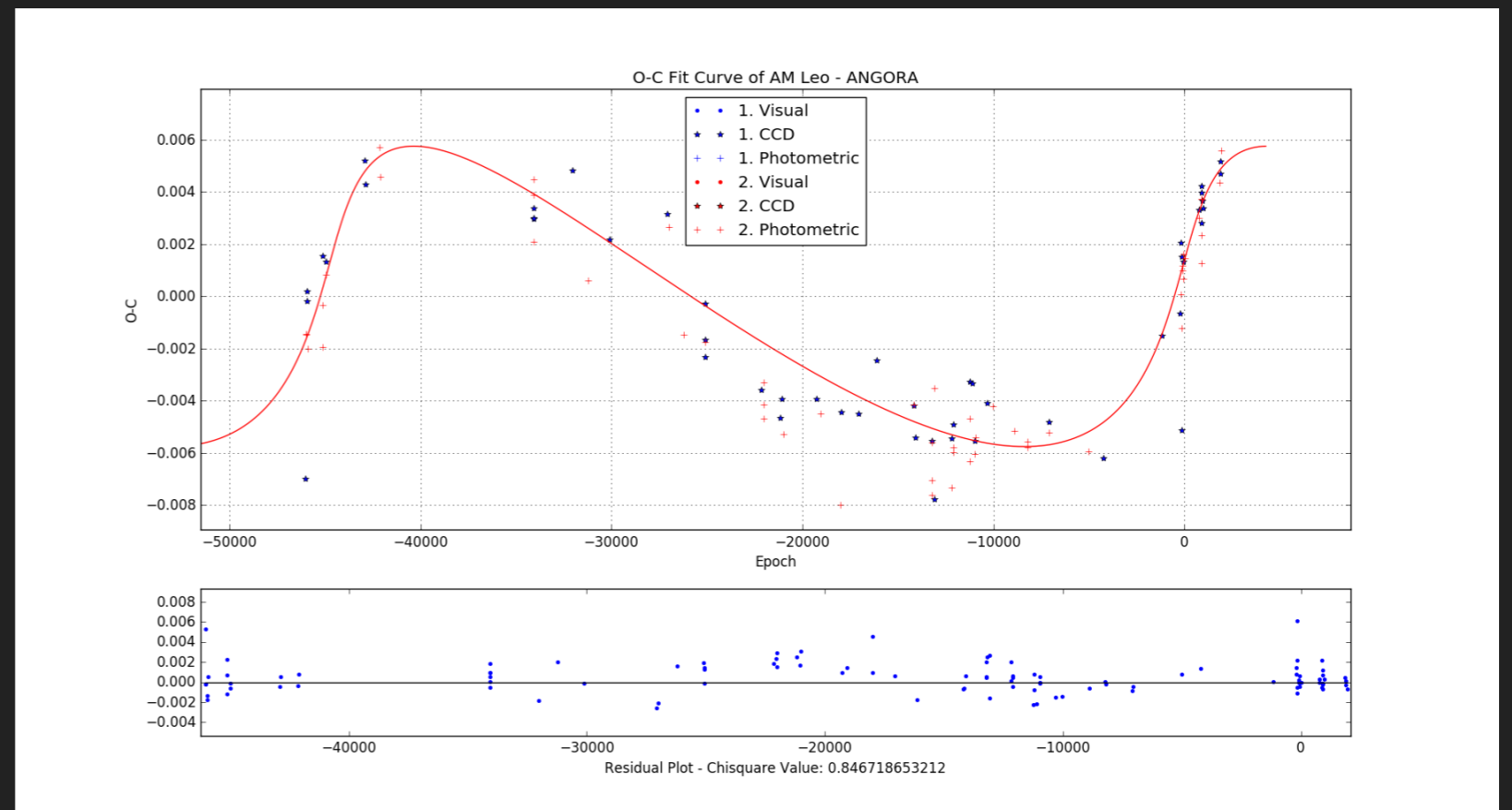
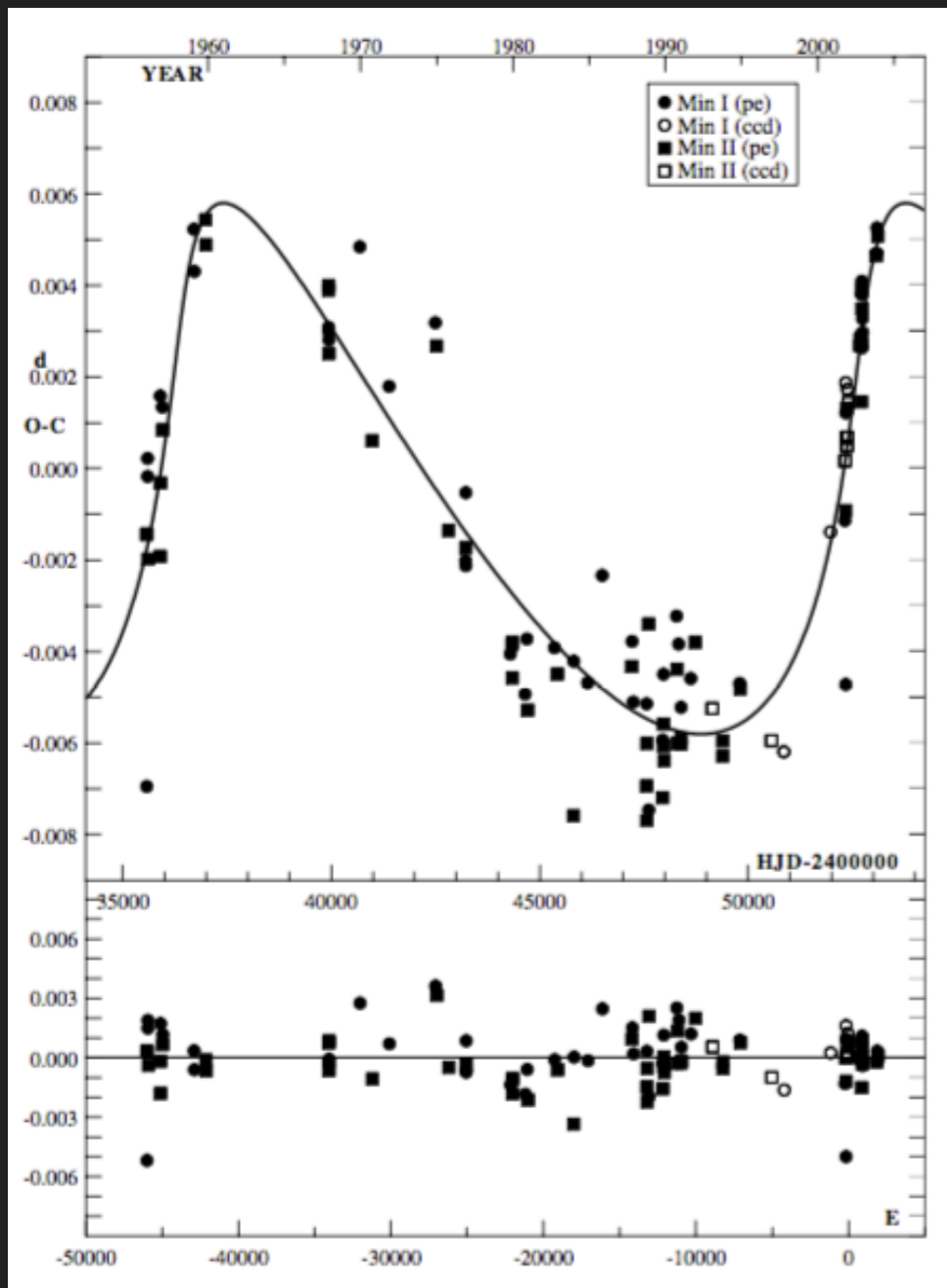
LiTE Starting Params for MCMC

| | | |
|----------------|---|---|
| A: | <input type="text" value="0.024164"/> | <input type="button" value="Run"/> |
| A +- Limit % | <input type="text" value="5"/> | |
| Ecc: | <input type="text" value="0.37802"/> | <input type="button" value="Continue Residuals"/> |
| Ecc +- Limit % | <input type="text" value="10"/> | |
| w: | <input type="text" value="14.6823"/> | <input type="button" value="Calculate Results"/> |
| w +- Limit % | <input type="text" value="10"/> | |
| T: | <input type="text" value="9437.2290"/> | |
| T +- Limit % | <input type="text" value="10"/> | |
| Per: | <input type="text" value="18116.177"/> | |
| Per +- Limit % | <input type="text" value="10"/> | |
| T0: | <input type="text" value="2439672.3836"/> | |
| Period: | <input type="text" value="1.548853637"/> | |



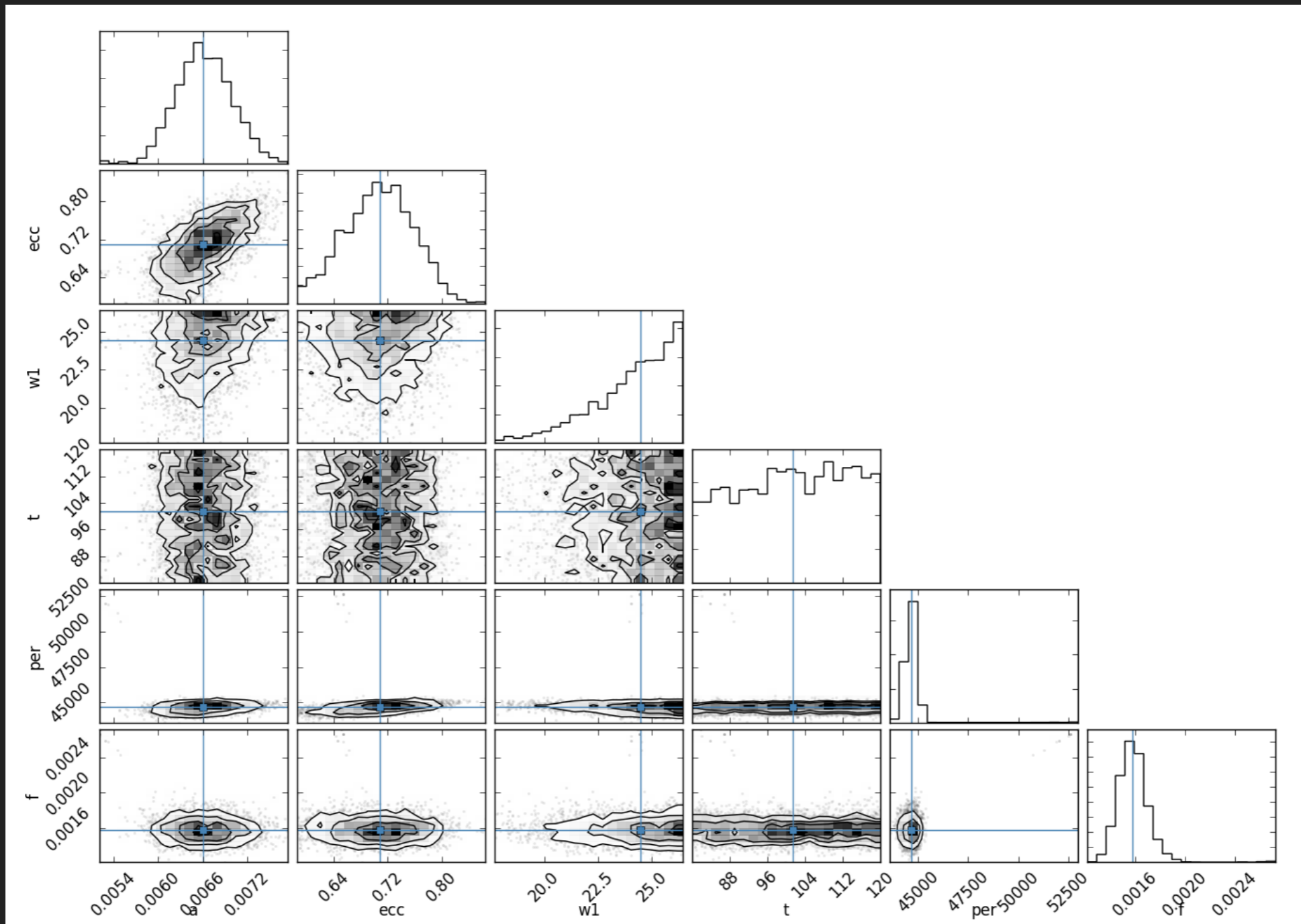
AM LEO

▶ AM Leo



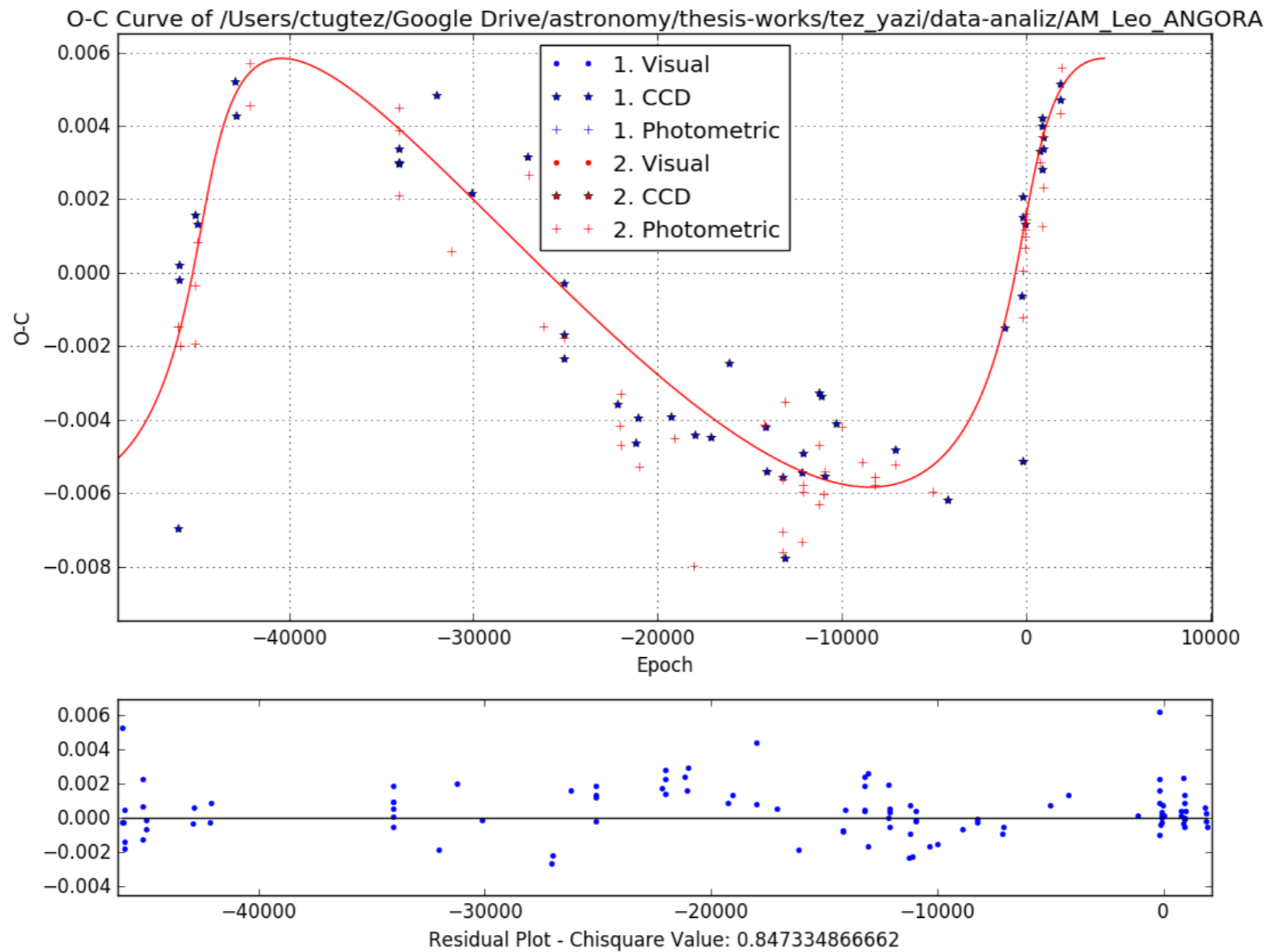
AM LEO

▶ AM Leo



AM LEO

▶ AM Leo



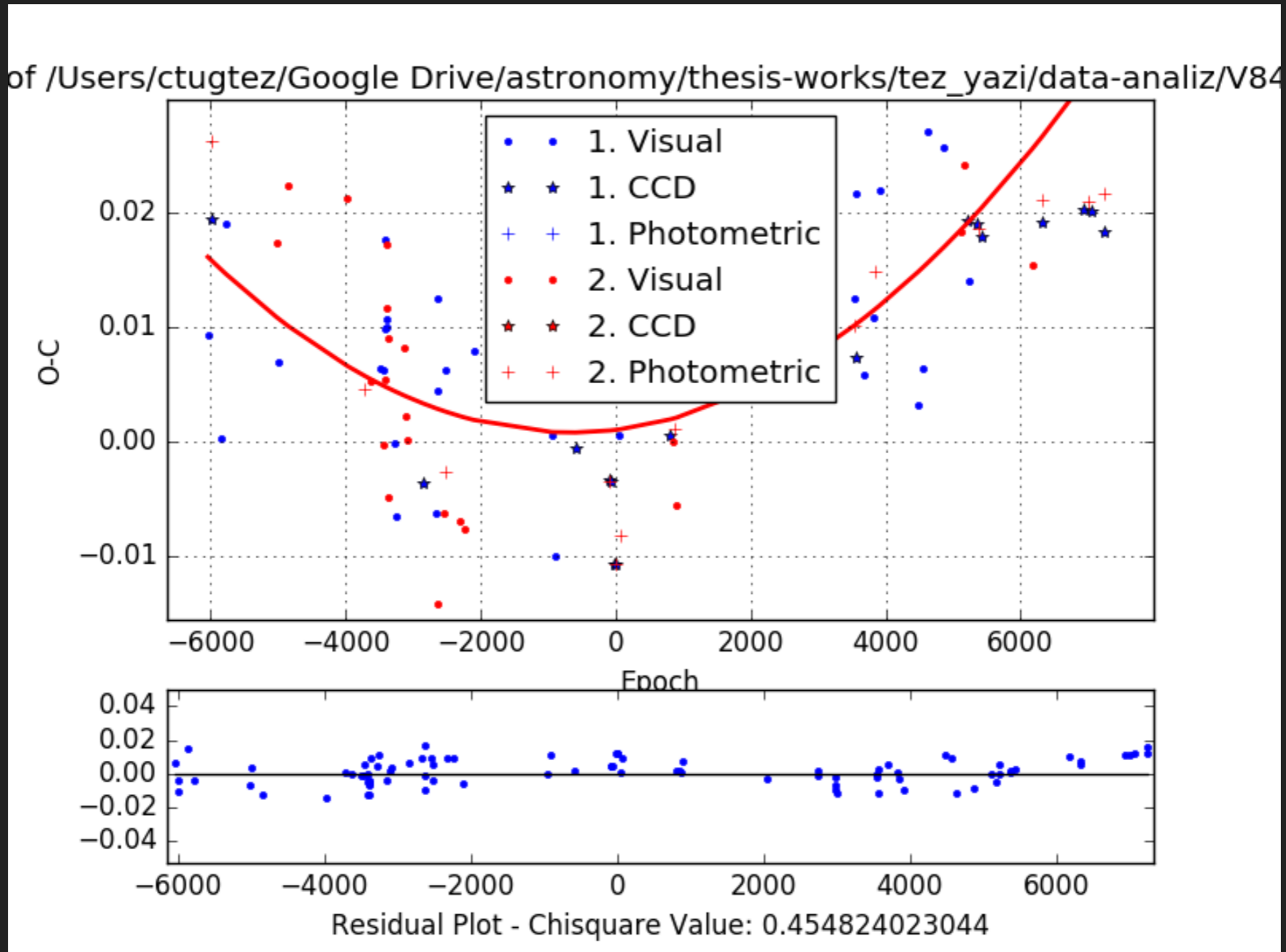
AM LEO

▶ AM Leo

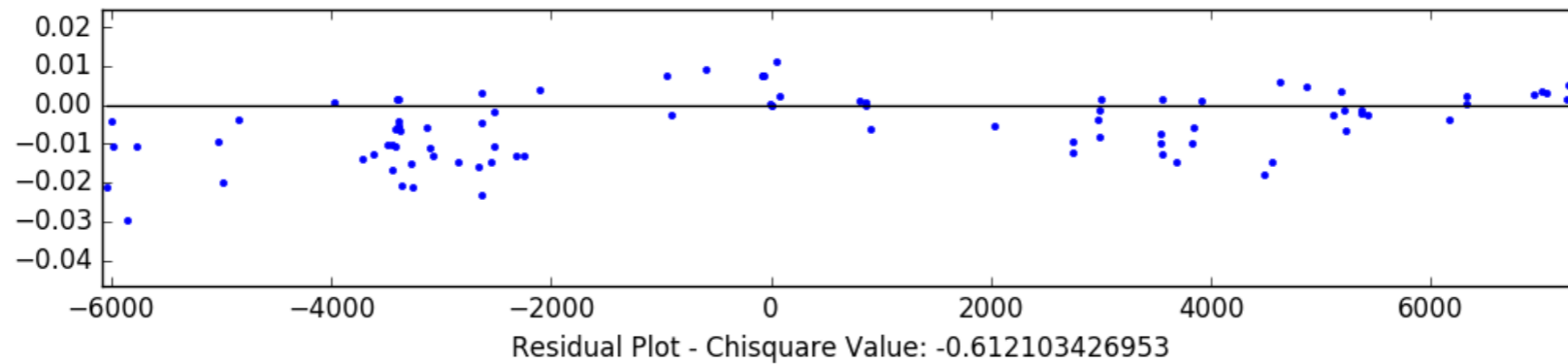
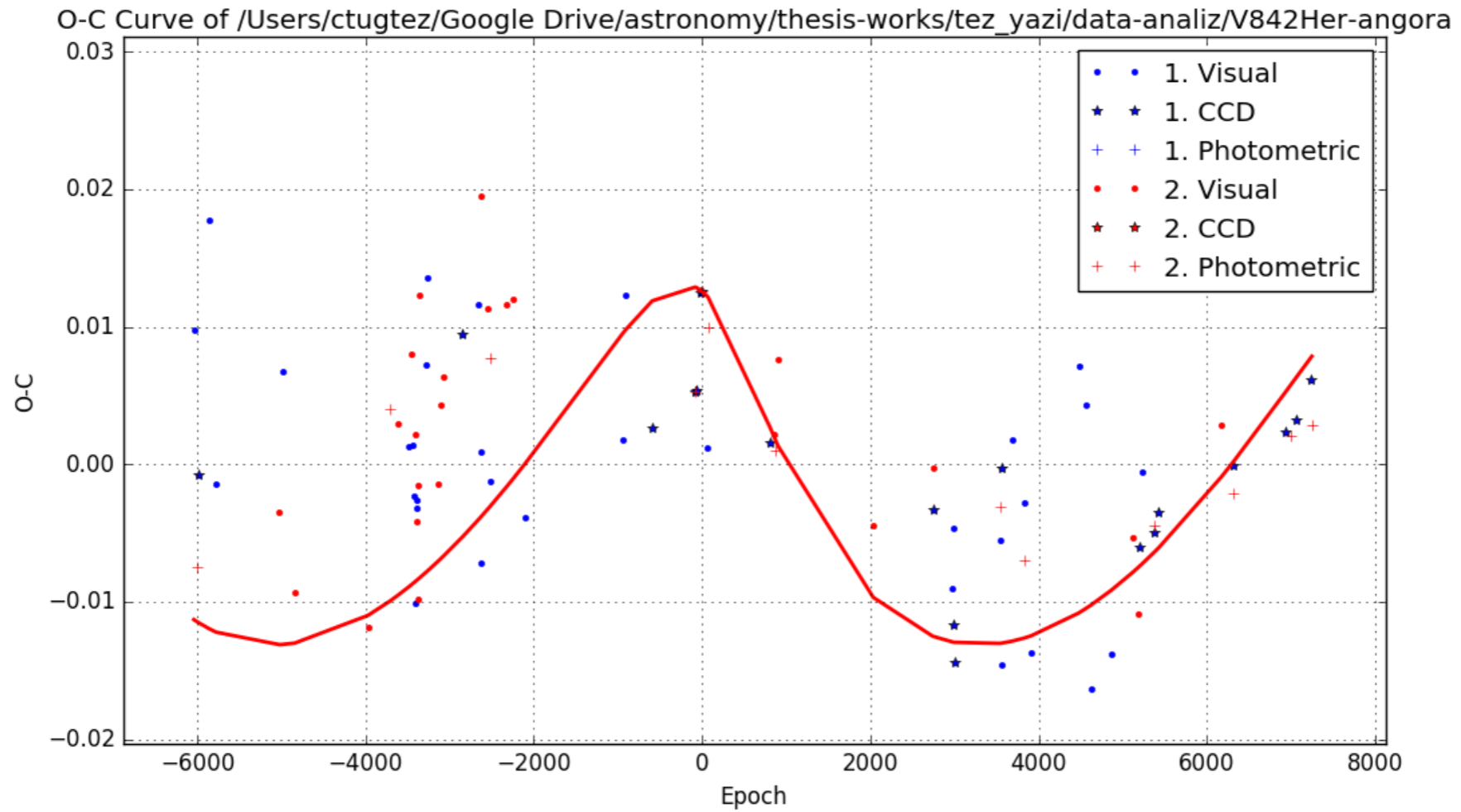
| LiTE | Demircan ve Derman (1992) | | Albayrak, Selam, Ak, Elmaslı ve Özavcı (2005) | | ANGORA | |
|--------------|---------------------------|-------|---|---------|---------|---------|
| | değer | hata | değer | hata | değer | hata |
| a_{12sini} | - | - | 1,360 | 0,103 | 1,558 | 0,073 |
| e | 0.6 | - | 0,73 | 0,04 | 0,70 | 0,042 |
| ω | 230 | - | 22,0 | 3,0 | 23,52 | 2,76 |
| $f(m_3)$ | 0,003 | 0,006 | 0,00125 | 0,00028 | 0,00188 | 0,00020 |
| m_3 | 0.1 | 0,175 | 0,175 | - | 0,208 | 0,002 |

V842 HER

► V842 Her

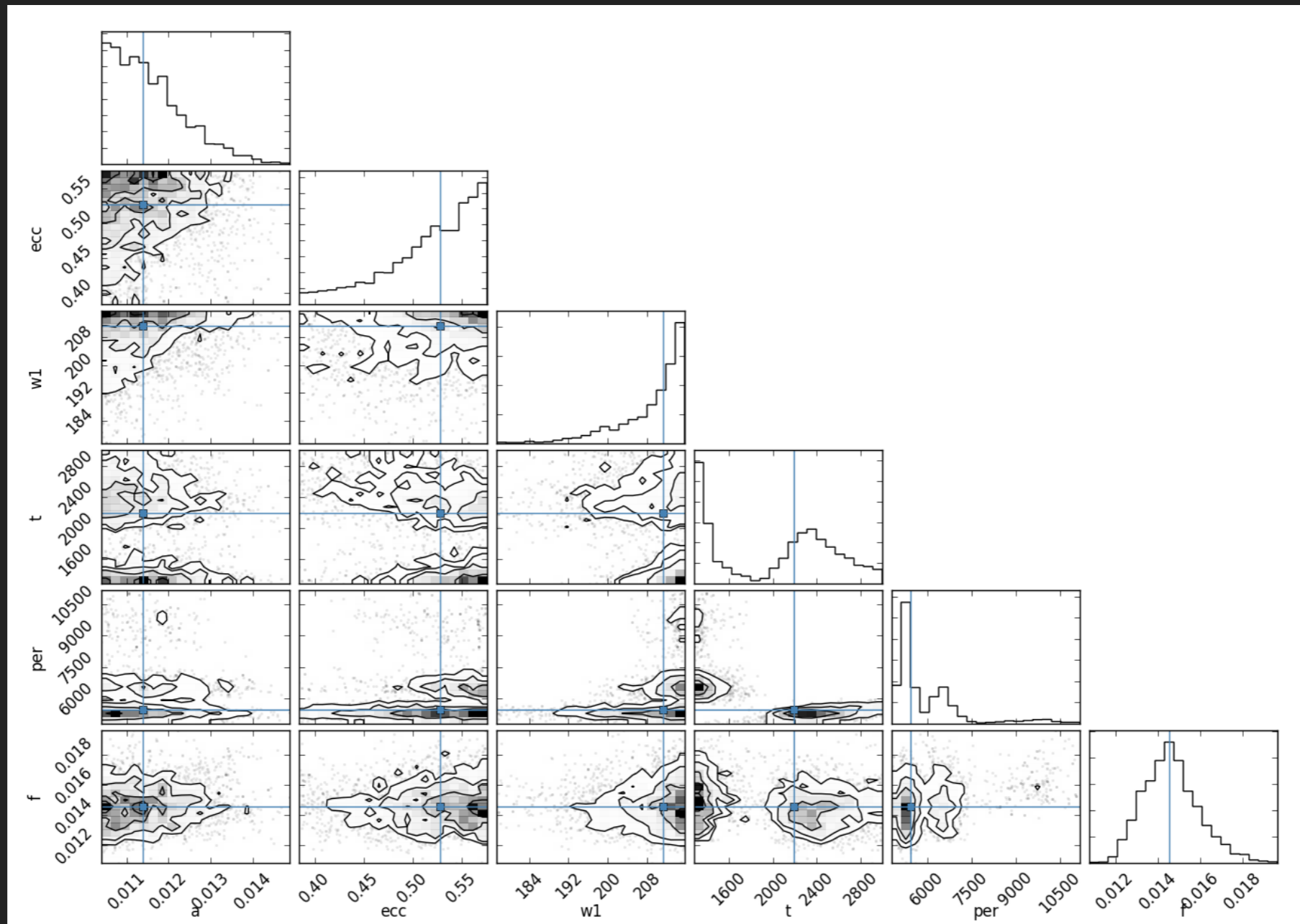


V842 HER



V842 HER

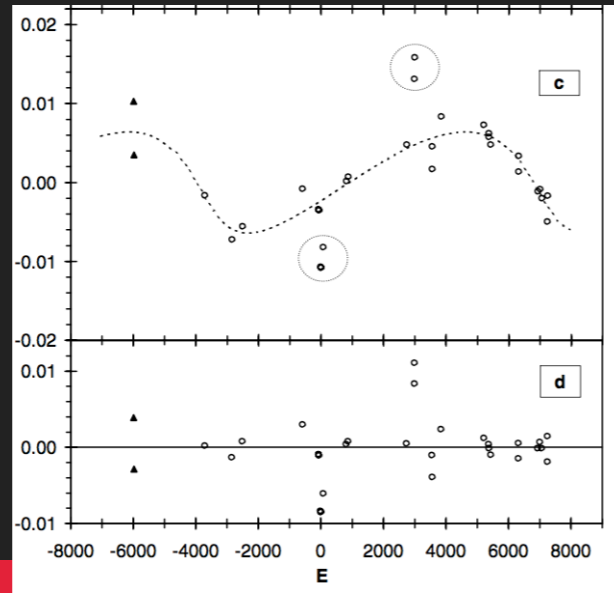
▶ V842 Her



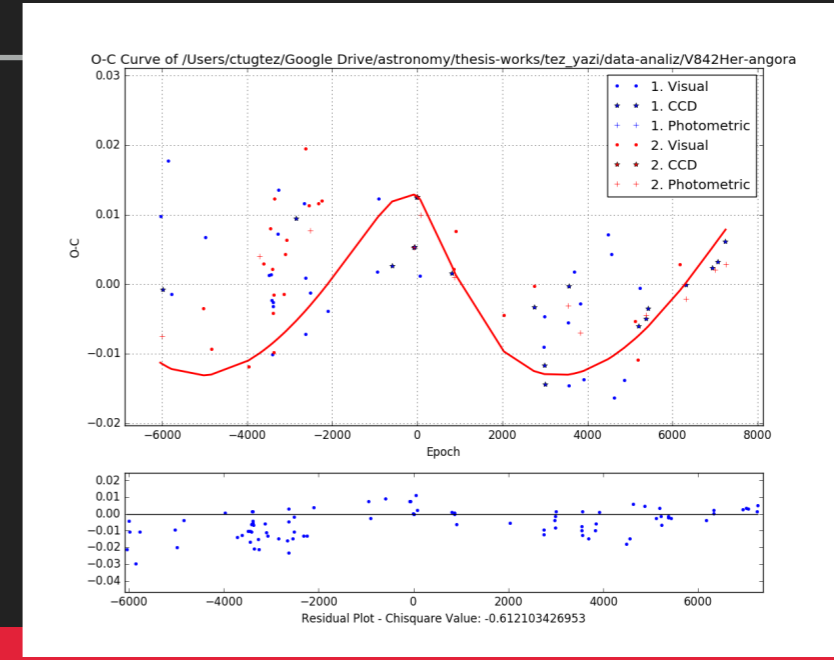
ANGORA - KIYASLAMALAR

V842 HER

► V842 Her



Selam, Albayrak, Şenavcı ve Aksu (2005)



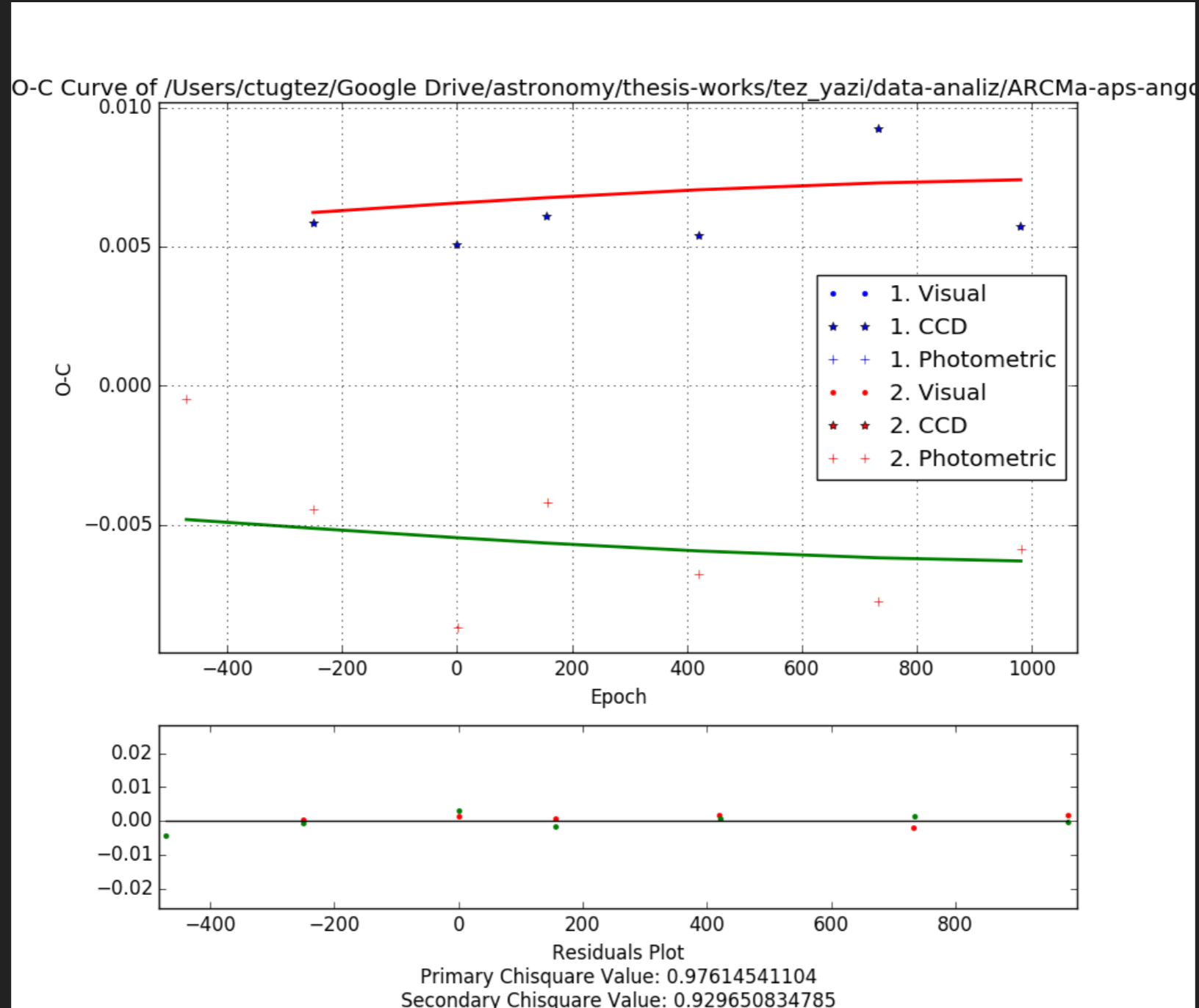
ANGORA

Kütle Aktarımı +
LiTE

| | değer | hata | değer | hata |
|-----------------------------|-----------------------|--------|-----------------------|-----------------------|
| $M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ | $3,15 \times 10^{-7}$ | | $3,34 \times 10^{-7}$ | $7,78 \times 10^{-8}$ |
| $a_{12} \text{ sini}$ | 1,275 | 0,075 | 2,053 | 0,004 |
| e | 0,480 | 0,039 | 0,5223 | 0,0522 |
| ω | 196,0 | 2,1 | 211,76 | 7,1299 |
| $f(m_3)$ | 0,01267 | 0,0022 | 0,3421 | - |
| m_3 | 0,41 | 0,03 | 1,6421 | - |

AR CMA

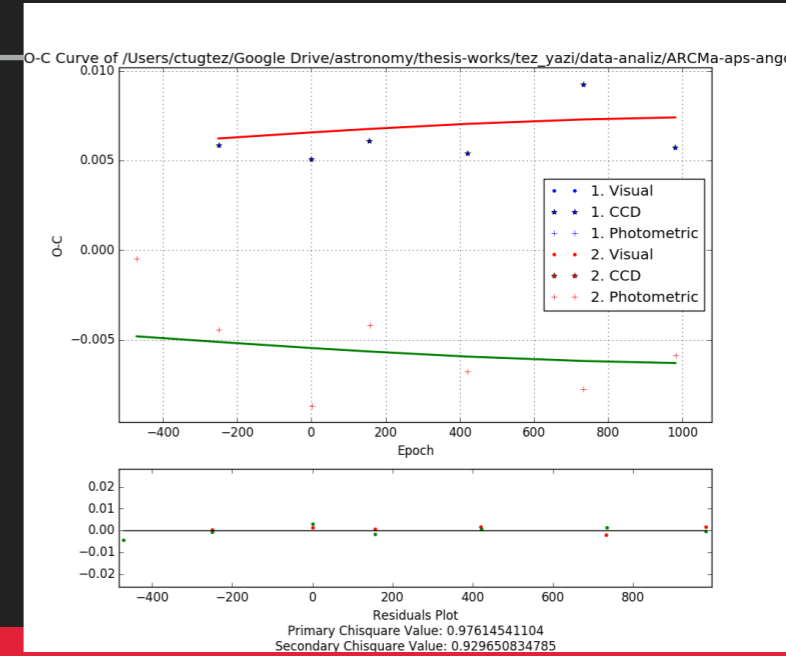
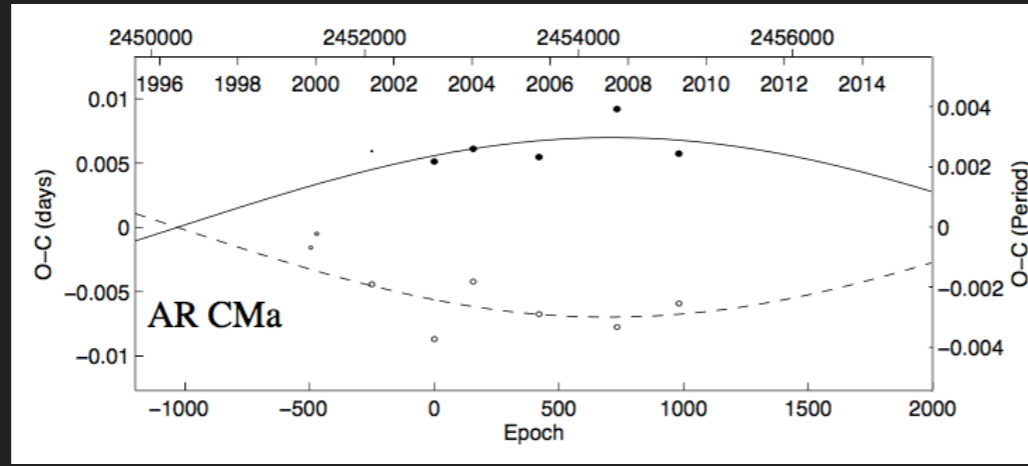
▶ AR CMA



ANGORA - KIYASLAMALAR

AR CMA

► AR CMa



Eksen Dönmesi

P. Zacshe, 2012

ANGORA

| | değer | hata | değer | hata |
|-----------|--------|--------|----------|---------|
| e | 0,0094 | 0,0033 | 0,002050 | 0,0038 |
| ω | 143 | 12 | 2,053 | 0,004 |
| $\omega.$ | 0,052 | 0,015 | 0,05186 | 0,00253 |
| U (yr) | 44 | 10 | 36 | 8 |

VERSIYON 1.0

- ▶ O-C Diyagramına değişime neden olan dört etkiyi de hem LM hem de MCMC ile çözebiliyor
- ▶ Gözlem türü ve metoduna göre diyagramlarda görsel olarak kullanıcının değişimi, daha iyi anlamasını sağlıyor
- ▶ Sonuçları .txt formatında kaydediyor, grafikleri istenilen formatta (.EPS, .JPEG, .PNG vb)
- ▶ MacOS ve Linux'ta çalışabiliyor

VERSIYON ++

- ▶ Bilinen GUI bugları, kullanım sonucu hataların düzenlenmesi, kod okuma kolaylığının geliştirilmesi
- ▶ Çözüm sonuçları için txt formatından daha kolay ve görsel açıdan etkili çıktı alabilme
- ▶ Temel çözüm algoritmaları dışında literatürde bulunan değişik çözüm metodlarının uygulanması
- ▶ Açık kaynak kodu sayesinde GitHUB paylaşım ve geliştirme platformunda yayınlanması