

Wilson-Devinney Yönteminin Macintosh Türü Bilgisayarlara Uyarlanması*

Birol GÜROL ve İ. Ethem DERMAN

A.Ü.F.F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100, Tandoğan-ANKARA
e-mail: birol@astrol.science.ankara.edu.tr

ÖZET: Örten değişen çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerinde kullanılan Wilson-Devinney programı, Macintosh türü bilgisayarların kullandığı MacOS işletim sisteminde kullanılacak şekilde uyarlanmıştır. Programın işletilmesi, veri organizasyonu, parametre değişimi, sonuçların grafiksel incelemesi gibi birçok özellik kullanıcı arayüzü olarak Wilson-Devinney programının Macintosh sürümüne ilave edilmiştir. Kullanıcıların daha hızlı ve daha kolay ışık ve dikine hız eğrisi çözümü yapabilmeleri için bu arayüzün çok kullanışlı olduğu düşünülmektedir.

1. Giriş:

Wilson-Devinney programı, örten değişen çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerinin analizinde çift yıldız sistemlerinin geometrik ve fiziksel özelliklerinin hesaplanmasında kullanılan Dünya'daki en yaygın programdır. Programda bileşen yıldızların geometrik özellikleri Roche geometrisi ile temsil edilir. Hesaplamalar bu Roche geometrisi ile belirlenen yüzeylerin küçük parçalara bölünmesi ile ortaya çıkan yüzey parçaları üzerinden yapılır. Wilson-Devinney programının ana teorisi, organizasyonu ve matematiği gibi temel bilgiler, Wilson & Devinney (1971), Wilson (1979, 1990, 1992) çalışmalarında geniş bir şekilde verilmiştir.

Bu çalışma ile, Wilson-Devinney programı ilk defa Macintosh türü bilgisayarlarda çalışabileceği şekilde düzenlenmiş ve kullanıcılar açısından önemli çeşitli geliştirmeler yapılmıştır. Bu geliştirmeler daha çok kullanıcıların en çok sıkıntı duydukları alanlarda gerçekleştirilmiştir. Bu sayede programının kullanımı daha basitleştirilmiş ve oldukça fazla zaman işlemler kolaylaştırılmıştır. Bu çalışma ile temel olarak Wilson-Devinney programının kullanımını bilmeyen, fakat çift yıldızların fiziksel ve geometrik özellikleri konusunda bilgiye sahip olan kişilerin analiz işlemlerini etkin bir şekilde yapabilecekleri düşünülmektedir. Bugüne kadar, Macintosh türü sistemlerde Wilson-Devinney programının çalıştırıldığı konusunda henüz bir bilgiye ulaşamadığımız için, Dünya'da belki de ilk defa böyle bir çalışmanın yapıldığını söyleyebiliriz.

Dünya'da Wilson-Devinney programının geliştirilmesi yönünde birçok çalışma

yapılmaktadır. Bu tür çalışmaların sayısı ve içeriği sürekli olarak değişmektedir. Programın astrofiziksel açıdan geliştirilme çalışmalarının yanında, analiz sonuçlarının grafiksel ortama aktarılması gibi veya Rafert & Markworth (1986)'ın yaptıkları en iyi çözüm parametrelerinin elde edilmesi için bir parametre uzayının taranması gibi çalışmalardan bahsedilebilir.

2. Wilson-Devinney Programı - 1992

Programın kaynak dosyası Fortran dilinde hazırlanmış olup, birçok bilgisayar sisteminde derlenerek rahatlıkla kullanılabilir şekilde. Derleme işlemi, kaynak dosyasında yapılması gereken değişiklikler (okuma ve yazdırma deyimlerinin yerleştirilmesi gibi) ve düzenlemelerden (*LC* ve *DC* kaynaklarının birbirinden ayrılması gibi) sonra yapılmalıdır.

Temel olarak Wilson-Devinney programının kaynak dosyası iki ana parçadan oluşur, bunlar; *LC (Light Curve)*: Teorik ışık eğrisi ve dikine hız eğrisi hesabı yapan, ve

DC (Differential Correction): En küçük kareler yöntemine göre parametrelerde diferensiyel düzeltme yapan,

program parçalarıdır. Kaynak Fortran dosyası derlenmeden önce bu iki programın ve alt programlarının (Subroutine) birbirinden ayrılması gerekmektedir. Alt programlardan birçoğu her iki program tarafından ortak olarak kullanılmasına rağmen *LC* programında *SQUARE* ve *DC* programında *MLRG* alt programlarına ihtiyaç duyulmaz. Bu alt programların kaynak dosyasından silinmemesi durumunda bir problem ortaya çıkmaz sadece derlenen programın hacim

* Bu çalışma A.Ü. Araştırma Fonu 96-25-00-11 kod numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

olarak büyümesi sağlanır. Bazı Fortran derleyicileri trigonometrik fonksiyonların kullanılmasında farklı gösterim şekilleri kullandıklarından, fortran derleyicilerine bağlı olarak trigonometrik fonksiyonlarda da gerekli değişikliklerin yapılması gerekmektedir (Örn. ACOS yerine ARCOS gibi).

1981 yılındaki sürümünden sonra en son 1992 yılında o günün gelişmeleri ışığında daha gerçekçi geometrik ve fiziksel özelliklerin ilavesi yapılmıştır (Wilson, 1992). Sonraki yıllarda daha geliştirilmiş özelliklere sahip *LC* ve *DC* programına ait yeni sürümlerin çıkarılabilmesi için çalışmalar sürmektedir. Düşünülen değişikliklerden en önemlisi, *LC* programının *Stoke Parametreleri* ve *Soğurma Çizgi Profilleri* gibi gözlemsel olarak elde edilebilen verilerle çalışabilecek hale getirilmesi olacaktır. Ayrıca bu programın çözüm yapma hızı konusunda da gelişmeler beklenmektedir. Diğer gelişmeler *genellik*, *değişebilirlik*, *ekonomiklik* ve *kompakt yapı* gibi özellikleri içermesi beklenmektedir (Wilson 1994).

Wilson-Devinney programının bir parçası olan *DC* programında sistem parametreleri olarak değiştirilebilir en az 30 parametre bulunur. Artım miktarları olarak kullanılan 27 parametre ile bu sayı 57'ye çıkmaktadır. Ayrıca gözlemsel olarak elde edilen ışık ve dikine hız eğrilerinin sayısına bağlı olarak ışık eğrisi analizinde kullanılan her eğri için ilave değiştirilebilir parametreler mevcuttur. Değiştirilebilir parametre sayısının fazla olması nedeniyle, analiz işlemlerini yapan kişilerin özel bilgi ve becerilerini analizler sırasında programa aktarması gerekmektedir. Günümüzde programın işletiminin otomatik olarak yapılabilmesi konusunda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Barone et al., 1988).

Wilson-Devinney programı, özelliği nedeniyle aynı anda *n*-tane ışık eğrisi (bu çalışma ile elde edilen Macintosh sürümünde en fazla 3 tane kullanılabilir) ve en fazla iki tane dikine hız eğrisi üzerinde eşzamanlı olarak işlem yapabilme özelliğine sahiptir. Örneğin “*n*” adet ışık eğrisinin çözümü yapılıyorsa, “*n*” adet *kenar kararma katsayısı*, *görelî tekrenk ışınım gücü* ve *üçüncü ışık* verisi kullanılabilirdiğinden değiştirilebilir parametre sayısı da ona göre artacaktır. *DC* programı kullanılarak çift yıldız sistemleri için aynı anda ikiden fazla yıldız lekesi iterasyona sokulamamaktadır. Farklı iterasyonlarda, farklı leke kombinasyonları kullanılarak ikiden fazla leke parametresi ile işlem yapabilmek mümkündür. Bu tür işlemler ile model parametrelerinin sayısı değişebilmektedir.

Wilson-Devinney programının parçaları olan *DC* ve *LC* programları daha önceden yaratılmış bir *parametre girdi dosyasını* okuyarak işleme

başlar ve bir *çıkı dosyası* yaratarak işlemini tamamlar. Bu nedenle parametre girdi dosyası programın okuyacağı formata sahip olacak biçimde kullanıcı tarafından daha önceden hazırlanması veya düzenlenmesi gerekmektedir (bkz. Şekil 1 ve 2).

Bilgisayar teknolojisinin son derece hızlı gelişmesi ve bilgisayar programlarının kullanıcıya yönelik kolaylıklar içermesi yani *kullanıcı dostu* olması sayesinde, bilgisayarlardan korkan birçok insan artık bilgisayarlara daha sıcak bakabilmektedir. Öten değişen çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerinin analizini yapan Wilson-Devinney programı bu gelişmeye ayak uyduramamış ve bu özellikler daha çok son kullanıcılara bırakılmıştır.

3. Wilson-Devinney Programının Orjinal Yapısı

Orjinal yapısı ile Wilson-Devinney programının kullanılabilmesi için ışık eğrisi ve dikine hız eğrisi verilerin ve sisteme ilişkin parametrelerin girdi dosyasına aktarılmış olması gerekmektedir. Bu parametre girdi dosyasında, çift yıldız sistemine özgü temel parametreler (sıcaklıklar, ışınım gücü değerleri, kütle oranı, vb.), çözüm yöntemi (sistemin özelliğine bağlı olarak: ayrık, yarı-ayrık, degen gibi), çözüm için sınırlama parametreleri, gözlemsel veriler gibi bilgilerin bir text dosyasına aktarılması gerekmektedir. Girdi dosyası olarak tanımlanan bu text dosyası Wilson-Devinney programının okuyabileceği formatta olmalıdır. Aksi durumda *DC* ve/veya *LC* programı hatalı işleyeceğinden yapılan analiz sonuçları da hatalı olacaktır. Bu nedenle parametre girdilerinin orjinal girdi dosyası üzerinde yapılacak değişiklikler ile kullanılması önerilmektedir. Şekil 1 ve 2'de sırasıyla *LC* ve *DC* programları için hazırlanmış parametre girdi dosyalarının yapıları görülmektedir.

Şekil 1 ve 2'den de görülebileceği gibi bu tür bir parametre girdi dosyasını, dosyanın formatında bir hata yapmadan hazırlamak, kullanıcı için oldukça zor ve zaman alan bir işlemdir. Ayrıca program konusunda fazla bilgi sahibi olmayan kişiler, parametre girdi dosyalarında bulunan sayıların hangi anlamlara geldiğini bilmeleri çok zordur ve öğrenmeleri de çok zaman alır. Şekil 1'de görülmekte olan *LC* programı için kullanılan parametre girdi dosyasının boyutu Şekil'de görüldüğü kadardır. Fakat *DC* programı için hazırlanan ve Şekil 2'de gösterilen parametre girdi dosyasında “...” ile gösterilen alandarda ışık eğrisine ait veriler fazla yer kaplamaları nedeniyle silinmiştir. Ayrıca *DC*

```

1 1 1 1 1 1 1 1
02 0 0 0 18 14 .58447E+00 .0000 250.000 .250 +000.0000 +001.0000 +000.0100
.0000 090.00 005.790 01.000 01.000 +0.0000 .0000 +87.166 01.000 00.320
0.7240 0.4798 +1.000 +0.500 03.0707 03.0707 00.57460 0.756 0.927 0.000 1.000
0.3500 11.0000 03.8183 0.590 0.734 0.000 0.000 0.0050 +0.000 1.0000
300.
300.
9

```

Şekil 1: LC programı için hazırlanmış parametre girdi dosyasının yapısı.

```

+5.0E+0 +5.0E+0 +3.0E+0 +3.0E-2 +5.0E+0 +5.0E+0 +3.0E+0 +3.0E-2
+1.0E-2 +1.0E-1 +1.0E-1 +1.0E-1 +2.0E-3 -1.0E+0 +1.0E-2 +1.0E-2 +1.0E-2 +1.0E-2
+1.0E-2 +1.0E-2 +1.0D-2 +1.0D-2 +1.0E-2 +1.0E-2 +1.0E-2 +1.0E-2 +1.0E-2
1111 1111 0111100 01110 11010 01110 0 0 0
1 1 2 1
1 1 03 2 0 0 1 1 1 1 1 1 1
03 0 0 0 18 14 09 07 .3624E+00 .0000 0250.000
.0000 090.00 002.677 01.000 01.000 -0.0478 .5016 85.331 0.488 0.488
0.6000 0.6225 +1.000 +1.000 02.5928 02.5928 0.37732 0.500 0.600 0.000 0.000
0.4150 07.6419 03.9231 0.821 0.821 0.000 0.000 0.000 0.1428
0.4150 07.6419 03.9231 0.821 0.821 0.000 0.000 0.000 0.1785
0.4110 07.6419 03.9310 0.821 0.821 0.000 0.000 0.0000 2 0.0060
0.4670 07.7051 03.8652 0.738 0.738 0.000 0.000 0.0000 2 0.0050
0.5470 07.8312 03.8259 0.674 0.674 0.000 0.000 0.0000 2 0.0057
090.00 320.00 030.00 001.02
300.
300.
.1223 0.2120 10 .1683 0.3412 13 .2155 0.3977 12 .2745 0.4007 12 .3248 0.3673 17
.3798 0.3533 09 .4060 0.3264 10 .4529 0.3160 05 .5217 -.2264 05 .5875 -.2560 06
.6296 -.3924 11 .6773 -.4620 20 .7299 -.5064 18 .7749 -.4819 19 .8340 -.4133 24
.8779 -.4228 24 .9248 -.2835 25 .0000 0.0000 00 .0000 0.0000 00 .0000 0.0000 00
12.
.1218 -.6800 10 .1679 -.8340 12 .2151 -.9389 11 .2745 -.9413 12 0.3238 -.9923 13
.3811 -.8640 10 .4061 -.6676 11 .4536 -.5227 06 .5217 0.3008 05 0.5887 0.3992 05
.6313 0.6215 11 .6782 0.8140 18 .7299 0.9504 18 .7761 0.9380 18 0.8343 0.9126 20
.8778 0.8651 21 .9263 0.6224 15 .0000 0.0000 00 .0000 0.0000 00 0.0000 0.0000 00
12.
.0003 0.5128 21 .0141 0.5138 16 .0258 0.5175 17 .0391 0.5472 20 .0533 0.6011 19
.0663 0.6514 17 .0801 0.7062 27 .0934 0.7537 26 .1138 0.8132 49 .1455 0.8798 38
...
.8259 0.9227 36 .8529 0.8849 29 .8850 0.8242 35 .9060 0.7611 19 .9206 0.7099 19
.9328 0.6588 16 .9463 0.6021 18 .9605 0.5495 19 .9735 0.5177 15 .9861 0.5143 17
15.
.0003 0.5258 21 .0141 0.5264 16 .0258 0.5305 17 .0391 0.5603 20 .0533 0.6129 19
.0663 0.6619 17 .0801 0.7144 27 .0934 0.7588 26 .1138 0.8173 49 .1455 0.8801 38
...
.8259 0.9246 36 .8529 0.8860 29 .8850 0.8258 35 .9060 0.7667 19 .9206 0.7167 19
.9328 0.6689 16 .9463 0.6139 18 .9605 0.5618 19 .9735 0.5329 15 .9861 0.5276 17
15.
.0003 0.5381 21 .0141 0.5383 16 .0258 0.5417 17 .0391 0.5734 20 .0533 0.6252 19
.0663 0.6750 17 .0801 0.7262 27 .0934 0.7700 26 .1138 0.8280 49 .1455 0.8891 38
...
.8259 0.9317 36 .8529 0.8933 29 .8850 0.8355 35 .9060 0.7777 19 .9206 0.7266 19
.9328 0.6824 16 .9463 0.6277 18 .9605 0.5754 19 .9735 0.5443 15 .9861 0.5404 17
15.
1111 1111 0111101 11110 11110 11111 0 0 0
1111 1111 0011110 01111 11011 01111 0 0 0
2

```

Şekil 2: DC programı için hazırlanmış parametre girdi dosyasının yapısı.

programının 15 ışık eğrisine kadar veriyi aynı anda analiz edebileceğini düşündüğünüzde, Şekil 2'de görülmekte parametre girdi dosyası sayfalarca yer kaplayabileceği tahmin edilebilir.

Şekil 1'de görülen ve LC programı için hazırlanmış olan parametre girdi dosyası, tek bir band'da ışık eğrisi üretmek için hazırlanmış bir yapıdadır. Başka bir band'da ışık eğrisi üretebilmek için bu parametre girdi dosyasında dalgaboyuna bağlı parametrelerin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu tür değişiklikleri yapabilmek için günümüzde kullanılan yöntem, LC için hazırlanmış olan parametre girdi dosyasının bir text editörü ile açılması ve gerekli olan değişikliklerin bu text dosyası üzerinde yapılması ile gerçekleştirilir. Şekil 1'de görülen text dosyası için bu işlem parametre sayısının az olması nedeniyle kolaydır.

Şekil 2'de görülmekte olan DC programı için hazırlanmış olan parametre girdi dosyasında ise böyle bir değişiklik yapmak daha zor ve

karmaşıktır. Bu program için hazırlanmış olan girdi dosyasında gözlemsel olarak elde edilen ışık eğrisi verileri (ve varsa dikine hız eğrisi verileri) beşli gruplar halinde evreye göre sıralı bir şekilde parametre girdi dosyasına yazılmış olması gerekmektedir. Ayrıca diferansiyel düzeltmeye sokulacak parametrelerin seçilmesi, programın işletiminden sonra parametreler üzerinde değişiklikler gibi birçok işlemin yapılması gerekmektedir. Bu işlemler sırasında parametrelerin formatında yapılabilecek en küçük hata, analiz işlemlerinin sonuçlarının da hatalı olmasına neden olacaktır. Bu değişikliklerin ardından DC programı çalıştırıldığında, veri girdi dosyasında bir hata yapılmadıysa program gerekli olan hesaplamaları yapar ve bir çıktı dosyası hazırlar. Bu çıktı dosyasının içinde veri girdi dosyasındaki veriler ile hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan çözüm matrisleri, yıldızların yanıtları, diferansiyel düzeltmenin yapılacağı veriler ve hataları gibi analiz sonucu ulaşılan

çözüm parametreleri yer alır. Bir text editörü kullanılarak bu çıktı dosya içinden gerekli olan sayısal değerler incelenerek girdi parametre dosyasında değişiklikler yapılır ve diferansiyel düzeltme işlemi bu adımdan sonra tekrarlanır. Her işlem sonrasında, bahsedildiği gibi text dosyalarının açılması ve zaten karmaşık bir yapıda olan çıktı dosyasındaki verilerin incelenmesi, sonuçlar parametre girdi dosyasına aktarılması gerekmektedir. Bu işlem ise çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerinin analizleri sırasında tekrar tekrar yapılması gerekmektedir ve kullanıcının oldukça fazla zamanını alır.

4. Wilson-Devinney Programının Kullanımına Yönelik Yapılan Yenilikler

Wilson-Devinney programının Macintosh (PPC: PowerPC) türü bilgisayarlarda derlenmesi bu amaçla satın alınan LS Fortran 1.2 (Fortner Research LLC) programı ile yapılmıştır. Bu program özellikle Risc işlemcili ve 68040 işlemcili Macintosh türü bilgisayarlar için derleme yapabilmektedir. *DC* programı için 1500K, *LC* programı için 900K bellek (RAM) bu programların çalıştırılabilmesi için yeterlidir. Fakat bu programların çalıştırılması için kullanılan arayüzün yaratıldığı MS Excel programının da çalıştırılması gerektiği düşünüldüğünde bu bellek gereksiniminin en az 10Mb olmasında yarar vardır.

Wilson-Devinney programı için MS Excel programı kullanılarak, aşağıdaki yenilikler ilave edilmiştir:

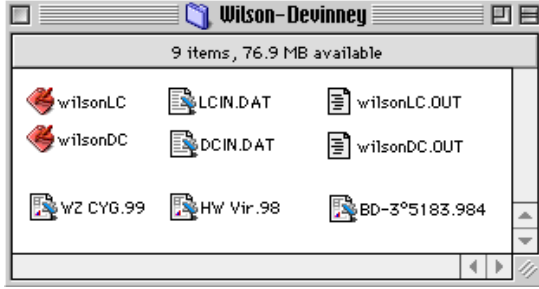
1. *DC* programının analiz işlemleri sırasında kullandığı ışık ve dikine hız eğrisi verileri (genellikle yüzlerce sayısal veriden oluşur) doğrudan tablo yapısındaki veri giriş hücrelerine klavye ile ve/veya verilerin daha önceden yaratılmış bir veri dosyasında bulunması durumunda, kopyalama ve yapıştırma yöntemi ile aktarılabilir, 2. *DC* ve *LC* programlarının hangi özelliklere göre işletileceğinin belirlendiği parametre seçimi doğrudan *parametre girdi sayfasında* bulunan hücreler üzerinde yapılabilir, 3. *DC* programında diferansiyel düzeltme yapılması için seçilen parametre setlerinin sonuç değerleri hatalarıyla birlikte çıktı dosyasından parametre girdi sayfasına aktarılması, 4. *LC* programı yardımıyla parametre girdi sayfasındaki veriler kullanılarak oluşturulan teorik ışık ve dikine hız eğrileri ile gözlemsel ışık ve dikine hız eğrilerinin grafiksel olarak karşılaştırmasının yapılabilmesi, 5. Parametre girdi sayfasında bulunan kütle oranı q yardımıyla analizi yapılan sistemin

6. Roche Eşpotansiyel değerlerinin ($L_1, L_2, L_3, L_{4,5}$ Lagrange noktalarındaki uzaklıklar, potansiyeller) otomatik olarak hesaplanması, 7. Analizi yapılan sistemin bileşenlerinin girdi parametrelerine bağlı olarak Ayırık, Değen, Yarı-Değen sistem olup olmadığının otomatik olarak hesaplanması, 8. Analiz işlemleri sırasında seçilen *mod* hakkında kısa bir açıklamanın bulunması, 9. Analizi yapılan sisteme ait bileşen yıldızların f doldurma oranlarının doğrudan hesaplanması, 10. *DC* ve *LC* programlarının okuyarak analiz işlemlerini yaptığı veri giriş sayfalarının hazırlanması ve işletilmesi için parametre girdi sayfasında bulunan butonların kullanılabilmesi, 11. Analizler sırasında kullanılan ikinci ve üçüncü parametre setlerinin aynı parametre girdi sayfasında belirlenebilmesi, 12. Parametre değişim miktarlarının aynı parametre girdi sayfasında değiştirilebilmesi, 13. Parametre girdi sayfasına girilen sayısal değerlerin klavyeden formatsız bir şekilde girilebilmesi,

gibi kullanıcı açısından son derece önemli geliştirmeler yapılmıştır. Bu özellikler yardımıyla Wilson-Devinney programını kullanarak ışık ve dikine hız eğrisi analizi yapacak araştırmacılar, veri yönetiminden çok gerçek işleri olması gereken analiz işlemlerine yöneleceklerdir.

5. Wilson-Devinney Programının Macintosh Sürümü ve Dosya Yapısı:

Şekil 3'de MacOS işletim sistemine sahip bir bilgisayardaki klasör yapısı görülmektedir. *Wilson-Devinney* ismi verilen klasörün içerisinde *DC* (wilsonDC) ve *LC* (wilsonLC) programları, analizler sırasında otomatik olarak çalıştırılan program parçalarıdır. wilsonDC.OUT ve wilsonLC.OUT dosyaları, bu iki programın çalıştırılması durumunda ortaya çıkan çıktı dosyalarıdır. Çıktı dosyalarının hesaplanabilmesi için LCIN.DAT (LC programının veri girdi dosyası) ve DCIN.DAT (DC programının veri girdi dosyası) dosyalarının aynı klasör içerisinde bulunması gerekmektedir. Aynı klasör içerisine çok sayıda yıldız ışık ve dikine hız eğrisi analizinde kullanılabilecek dosya yerleştirmek mümkündür. Şekil 3'de görülen örnekte *HWWir.98*, *WZ CYG.99* ve *BD-3°5183.98* dosyaları farklı yıldızlar için analizlerde kullanılacak yıldız dosyalarıdır. *Wilson-Devinney* isimli klasörünün içinde bulunan ve program simgesi şeklinde gösterilen *wilsonDC* (diferansiyel düzeltme yapan program) ve



Şekil 3: Wilson-Devinney programı ve diğer dosyaların bulunduğu klasör yapısı. LCIN.DAT, wilsonLC programının girdi dosyası ve wilsonLC.OUT bu programın çıktı dosyasıdır. DCIN.DAT, wilsonDC programının girdi dosyası ve wilsonDC.OUT bu programın çıktı dosyasıdır. Diğer dosyalar üzerinde adları yazılı olan yıldızların veri dosyalarıdır.

wilsonLC (teorik ışık ve dikine hız eğrisi üreten program) analiz işlemleri sırasında aynı klasörün içinde mutlaka bulunması gereken programlardır ve isimleri değiştirilmemelidir.

HWVir.98, WZ CYG.99 ve BD-3°5183.984 isimli dosyalar, MS Excel programı ile DC ve LC programları arasında kullanılan arayüz

Şekil 4'de HWVir.98 isimli veri girdi dosyasının açık olması durumunda çalışma grubunun içinde yer alan çalışma sayfaları, grafik sayfaları ve macro sayfaları'nın isimleri görülmektedir. Diğer sayfalara geçişler doğrudan fare (mouse) ile bu isimlerin üzerine basılması durumunda gerçekleşmektedir. Bu çalışmada hazırlanan çalışma grubunun içinde toplam 6 adet sayfa yer almaktadır. İstenmesi veya ihtiyaç duyulması durumunda istenildiği kadar sayfanın ilave edilmesi, isminin değiştirilmesi, kopyalanması ve silinmesi mümkündür. Yeni ilave edilen sayfaların isimleri Şekil 4'de görülen isimlerden farklı olmalıdır.



Şekil 4: HWVir.98 çalışma grubunun içinde bulunan diğer çalışma, grafik ve makro sayfaları.

HW Vir.98 graph												
MODE0 (s-sd) Roche Lobunu doldurmamış. T-L eşlemesi yoktur.												
DC ADJUSTMENT PARAMETERS												
MODE	00	Independent param.		Star 1		Star2						
1	DETACHED											
2	DETACHED											
ROCHE ESPOTANSİYELLERİ												
X(L) Q C												
1	0.61835	2.48384	3.85337	Adjustment integers								
2	1.50331	2.29213	3.56023	1 suppresses adjust								
3	-0.86181	2.07695	3.23122	0 allows adjustment								
4,5	2.81997	1.80800	1.80800									
KEEP'S FOR SECOND SUBSET SOLUTIONS												
AS1 AS2												
LAT.	1	LAT.	1	A: Orbital s-m axis								
LONG.	1	LONG.	1	E: Orbital Eccen.								
ANG.RADIUS	1	ANG.RADII	1	INCL: Orb.incl.								
TEMP.FACT.	1	TEMP.FAC	1	VGAM Sys.rad.vel.								
Star 1 Star2												
F1	1	F2	1	PER: Long. of P.ast.								
g1	1	g2	1	PHASE SHIFT								
T1	1	T2	0	Q: Mass ratio								
ALB1	1	ALB2	1	eIS: third light								
POT1	1	POT2	1	IFDER								
L1	1	L2	0	IFM								
X1	1	X2	1	IFR								
KEEP'S FOR THIRD SUBSET SOLUTIONS												
AS1 AS2												
LAT.	1	LAT.	1	A: Orbital s-m axis								
LONG.	1	LONG.	1	E: Orbital Eccen.								
ANG.RADIUS	1	ANG.RADII	1	INCL: Orb.incl.								
TEMP.FACT.	1	TEMP.FAC	1	VGAM Sys.rad.vel.								
Star 1 Star2												
F1	1	F2	1	PER: Long. of P.ast.								
g1	1	g2	1	PHASE SHIFT								
T1	1	T2	1	Q: Mass ratio								
ALB1	1	ALB2	1	eIS: third light								
POT1	0	POT2	0	IFDER								
L1	1	L2	0	IFM								
Eff.Wave 0.5500												
Doldurma Oranı												
f1= -12.88												
f2= -0.57												
RV Curve Star 1												
RV Curve Star 2												
Eff.Wave.	L1	L2	x1	x2	u1	u2	s					
0.4150	07.6419	03.9286	0.821	0.821	0.000	0.000	0.1428					
RV Curve Star 1												
RV Curve Star 2												
Eff.Wave.	L1	L2	x1	x2	u1	u2	s	IS	noise			
0.4500	12.5192	00.0303	0.300	0.500	0.000	0.000	0.0060	0.0000	2			
0.5500	12.5756	00.0303	0.240	0.500	0.000	0.000	0.0050	0.0000	2			

Şekil 5a: DCINDAT.EXL adı parametre girdi sayfasının görünümü. Bu alanda LC ile DC programlarının işletilmesi, parametre seçimleri, yıldızların girdi parametrelerinin değiştirilebildiği hücreler mevcuttur. Aynı çalışma sayfasında ikinci ve üçüncü iterasyonlara sokulacak parametre seçim alanları da mevcuttur.

dosyalarıdır ve içeriğinde gözlemsel ışık eğrisi verileri, parametre seçim alanları, grafik ve makrolar bulunmaktadır. Aynı klasörde yer alan DCIN.DAT ve LCIN.DAT dosyaları wilsonDC ve wilsonLC programlarının okuduğu girdi dosyalarıdır. Bu dosyalar arayüz dosyalarının içerisinde bulunan programlar (macro'lar) tarafından üretildiğinden bu dosyaların silinmesi veya isminin değiştirilmesi önemli değildir. wilsonDC.OUT ve wilsonLC.OUT dosyaları ise wilsonDC ve wilsonLC programlarının çalıştırılması sonucu ortaya çıkan çıktı sonuç dosyalarıdır ve bu dosyaların silinmesi veya isminin değiştirilmesinin yine önemi yoktur, tekrar yaratılmaktadır.

Şekil 5a'da DCINDAT.EXL isimli çalışma sayfasının (parametre girdi sayfası) yapısı görülmektedir. Bu çalışma sayfası tablo yapısındadır ve veri girişi ve değişimi bu tabloda bulunan hücreler üzerinde yapılır. DC ve LC programların girdi parametreleri bu dosyanın içerisinde bulunmaktadır. İlave olarak Roche Şişim parametreleri, Roche Şişim Doldurma Oranı (fillout parametresi), Yıldızın Fiziksel Durumu (Ayrık, Yarı-Ayrık ve Değen sistem olup olmadığı), kullanılan analiz modu hakkında kısa bilgi ve DC ve LC programlarının çalıştırılabilmesi için butonlar yer almaktadır.

DCINDAT.EXL dosyasında yer alan parametrelerin herbiri ayrı ayrı hücrelerde yer aldığından, veri girişi veya değişiklikler bu parametrelerin bulunduğu hücreler üzerinde doğrudan klavye yardımıyla yapılabilmektedir. *DC* ve *LC* programlarında kullanılan kontrol parametrelerinin seçilmesi veya iptal edilmesi yine benzer bir şekilde bu tabloda yer alan hücreler üzerinde yapılmaktadır. Aynı dosyada analiz için seçilen parametrelerin adları da yer aldığından, seçilen parametre setlerinde hata yapılması önlenmiş olmaktadır. Wilson-Devinney programının 1992 sürümünde ilave edilen bir özellik olan ikinci ve üçüncü parametre setlerinin seçimi (programın bir işleyişinde ikinci ve üçüncü parametre setlerinin analizini de aynı anda yapabilmektedir) yine bu sayfa yardımıyla yapılabilmektedir. Şekil 5a'da görülen çalışma sayfasının içerisinde, diferansiyel düzeltmede kullanılacak artım miktarlarının yanında, hataları

programı çalıştırdığımızda otomatik olarak girdi dosyasını okuyarak program işleyecek ve sonuç çıktı dosyasını hesaplayacaktır. Fakat bu çalışmada daha kolay yolu olan ve Şekil 5a'da görülen *RunDC* butonuna fare ile basmak yeterli olmaktadır. Bu butona basılması durumunda, *wilsonDC* programı için bir *veri giriş dosyası* (Şekil 2: *DCIN.DAT* dosyası) otomatik olarak hazırlanır ve ardından *wilsonDC* programının çalışması sağlanır. *wilsonDC* programının çalışması ile *DCIN.DAT* dosyasında bulunan girdi parametrelerini okunur ve gerekli işlemler yapıldıktan sonra sonuç çıktı dosyasını *wilsonDC.OUT* ismi ile aynı klasör içerisine kaydeder. Bu aşamadan sonra, *Get OUTPUT* butonu kullanılarak *wilsonDC.OUT* sonuç çıktı dosyasından kullanıcının seçtiği diferansiyel düzeltme parametrelerine ait sayısal sonuçlar, hataları ile birlikte bu tablonun en alt kısmına otomatik olarak getirilir (Şekil 5b). Bu

Parameter	Δ	OUTPUT FROM DC						
LAT	+5.0E+0	FIRST_KEEP	INCL	T1	POT1	POT2	L2-(1)	L2-(2)
LONG	+5.0E+0	Par.Corr.	0.82794	0.44797	-0.11273	0.0687	-0.221	-0.02332
RAD	+3.0E+0	Prob.Errors	0.13044	0.03082	0.02728	0.0107	0.021	0.00223
TEMPF	+3.0E-2	Σw(O-C) ²	0.1870360225439071655273438					
LAT	+5.0E+0	(in/predict/det)						
LONG	+5.0E+0	SECOND_KEEP	INCL	T2	L2-(1)	L2-(2)		
RAD	+3.0E+0	Par.Corr.	0.11271	-0.0441	0.0008			
TEMPF	+3.0E-2	Prob.Errors	0.04455	0.02048	0.00162			
EC	+1.0E-2	Σw(O-C) ²	0.1870360225439071655273438					
PER	+1.0E-1	(in/predict/det)						
F1	+1.0E-1	THIRD_KEEP	INCL	POT1	POT2	L2-(1)	L2-(2)	
F2	+1.0E-1	Par.Corr.	-0.1136	-0.1196	-0.02278	-0.053	-4E-04	
PHS	+2.0E-3	Prob.Errors	0.13809	0.03327	0.01052	0.022	0.002	
INCL	-1.0E+0	Σw(O-C) ²	0.1870360225439071655273438					
G1	+1.0E-2	(in/predict/det)						
G2	+1.0E-2	Curve	No. of obs.	Sum of squares				
T1	+1.0E-2	1	100	0.04198293				
T2	+1.0E-2	2	100	0.01032020				
ALB1	+1.0E-2							
ALB2	+1.0E-2							
POT1	+1.00-2							
POT2	+1.00-2							
Q	+1.0E-2							
L1	+1.0E-2							
L2	+1.0E-2							
X1	+1.0E-2							
X2	+1.0E-2							

Şekil 5b: *DCINDAT.EXL* adlı çalışma sayfasında bulunan diferansiyel analizler sırasında kullanılan artım ve eksiltme miktarları (soldaki şekil) ve *DC* programının çıktısından getirilen sonuç parametreler (sağdaki şekil).

ve isimleri ile birlikte düzeltme parametreleri yer almaktadır. Çıktı dosyasından ayrıca girdi parametreleri yardımıyla hesaplanan fark kareleri toplamı değerleri her eğri için ayrı ayrı bu çalışma sayfasına aktarılmaktadır. Ayrıca analiz yapan kişilere yardımcı olması bakımından çözüm için seçilen mod sınırlamaları hakkında kısa bir bilgi bu çalışma sayfasında ilave olarak bulunmaktadır.

wilsonDC programını klasik yöntemle de çalıştırmak mümkündür. Bunun için *DCIN.DAT* dosyasıyla aynı klasörde bulunmak şartıyla

parametreler ile birlikte gözlemsel ve teorik ışık eğrileri arasındaki uyumu gösteren fark kareleri toplamı değerleri ve analizde kullanılan herbir ışık eğrisi ve dikine hız eğrisi ile ilgili uyum parametreleri aynı tablonun alt kısmına yazılır. Kullanıcı, bu uyum parametrelerine ve düzeltme terimlerine bakarak bir sonraki diferansiyel düzeltme için hangi parametreleri seçeceğini doğrudan görebilmekte ve gerekli olan değişiklikleri yapabilmektedir.

HW Vir.98																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	λ	Count:	100		λ	Count:	100		λ	Count:	00		λ	Count:	00		λ	Count:	00
2	0.4500	Min:	0.50		0.5500	Min:	0.50		0.0000	Min:	0.00		0.4150	Min:	0.00		0.4150	Min:	0.00
3	Light Curve #1	B			Light Curve #2	V			Light Curve #3	U			Velocity Curve St	00			Velocity Curve St	00	
4	PH.	FLUX	WT.		PH.	FLUX	WT.		PH.	FLUX	WT.		PH.	R.V.	WT.		PH.	R.V.	WT.
5	0.0003	0.5050	10		0.0003	0.5125	10												
6	0.0092	0.5352	10		0.0092	0.5444	10												
7	0.0205	0.5801	10		0.0205	0.6056	10												
8	0.0309	0.6948	10		0.0309	0.7342	10												
9	0.0397	0.7836	10		0.0397	0.7965	10												
10	0.0517	0.8929	10		0.0517	0.9401	10												
11	0.0616	0.9575	10		0.0616	0.9781	10												
12	0.0697	0.9785	10		0.0697	0.9936	10												
13	0.0800	1.0000	10		0.0800	1.0000	10												

Şekil 6: HWVir.98 çalışma kitabının içinde bulunan *OBS.DATA* adlı çalışma sayfasının görünümü. Bu örnekte B ve V renklerinde olmak üzere iki adet ışık eğrisi bulunmaktadır. En son iki veri girdi alanı, gözlemsel dikine hız eğrilerinin girildiği hücrelerdir. Bu örnek için gözlemsel dikine hız eğrisi bulunmadığı için verileri girilmemiştir.

RunLC butonu, Şekil 5'a da bulunan parametreleri kullanarak *LCIN.DAT* isimli veri girdi dosyasının hazırlanması ve *wilsonLC* programının işletilmesini sağlar. *wilsonLC* programının işletilmesinin ardından *wilsonLC.OUT* sonuç çıktı dosyası kullanıcının seçtiği özellikleri barındıracak şekilde aynı klasör içerisine text dosyası olarak kaydedilir. Bu text dosyası, analizi yapılan ışık eğrisine ait girdi parametrelerini kullanarak hesaplanan ışık ve dikine hız eğrisi verilerini içerisinde barındırır. *GrafLC* butonu yardımıyla, *wilsonLC.OUT* dosyasında bulunan veriler okunarak, grafiksel olarak teorik ve gözlemsel ışık eğrisi ve dikine hız eğrisinin çizilmesi sağlanır. Bu buton kullanılarak Şekil 4'de görülen *LC* (Light Curve) ve *RV* (Radyal Velocity Curve) grafik sayfalarının yeni verilere göre güncellenmesi sağlanır.

DCINDAT.EXL dosyasında bulunan butonlar ve yaptığı işlemler aşağıda özetlenmiştir:

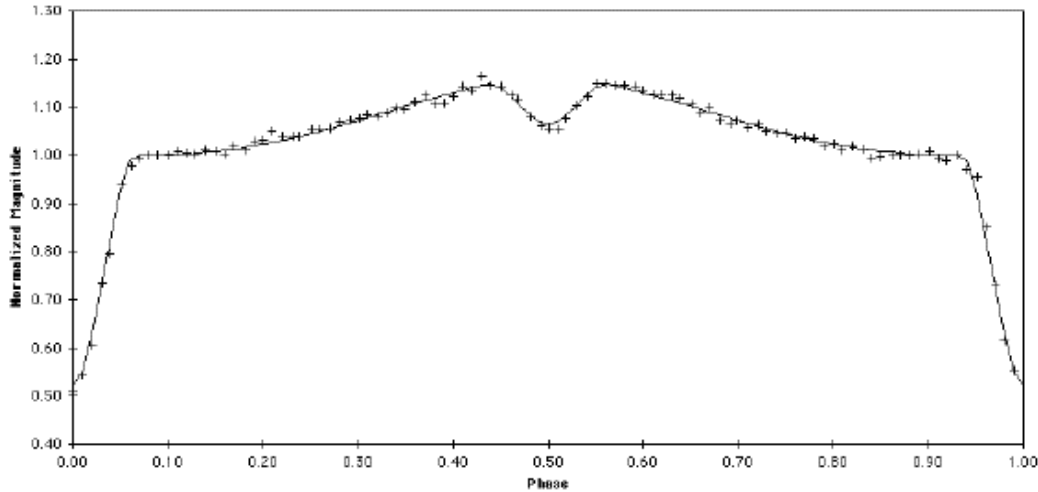
- ◆ **RunDC butonu:** *DC* programı için girdi dosyasının hazırlanarak, programın işletilmesini sağlar,

bu değerlere ait *hata değerlerini*, (O-C: gözlemsel-teorik) verileriniz arasındaki *farkların karelerinin toplamı* olan $\sum(O-C)^2$ değerlerini analizde kullanılan ışık ve dikine hız eğrilerine karşılık gelecek şekilde veri giriş sayfasına aktarılmasını sağlar.

- ◆ **RunLC butonu:** *LC* programı için girdi dosyasını hazırlayarak programın çalıştırılmasını sağlar.
- ◆ **GrafLC butonu:** *LC* programının çalışmasının ardından üretilen çıktı dosyasını kullanarak gözlemsel ışık ve dikine hız eğrileri ile girdi parametreleri yardımıyla hesaplanan teorik ışık ve dikine hız eğrilerinizin grafiksel olarak gösterimini sağlar.

Şekil 6'da *OBS.DATA* adlı çalışma sayfasının yapısı görülmektedir. Gözlemsel veri olarak *DC* programı tarafından kullanılacak ışık ve dikine hız verileriniz bu çalışma sayfasında bulunan uygun alanlara aktarılması gerekmektedir. Bu alanlar hücrelerden oluştuğu için gözlemsel verilerinizi doğrudan el ile klavyeden veya daha

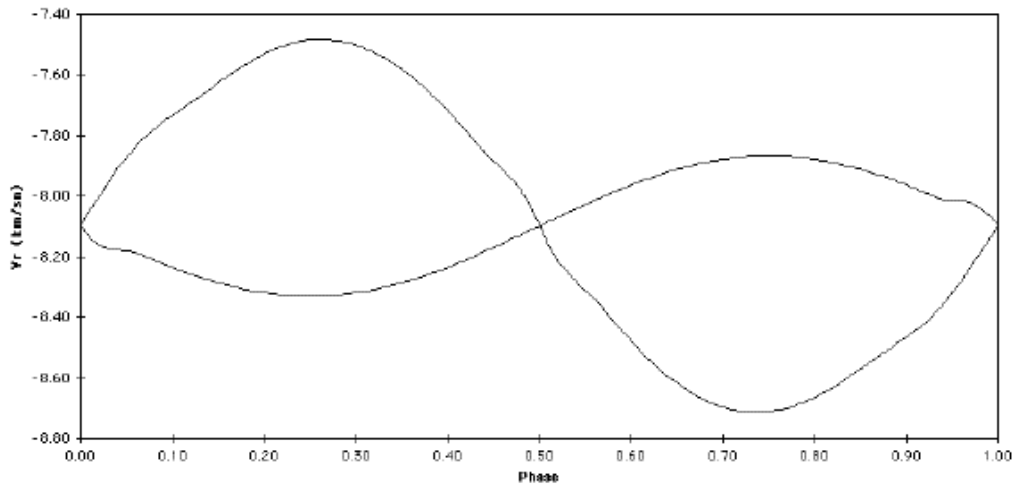
Light Curve



Şekil 7: HWVir.98 çalışma kitabının içinde bulunan *LC* grafik sayfasının görünümü. Bu grafik sayfasında *wilsonLC* programının ürettiği teorik ve gözlemsel ışık eğrileri görsel olarak karşılaştırma yapabilmek amacıyla otomatik olarak çizilmiştir. Sürekli çizgi ile gösterilen veriler teorik ışık eğrisini ve + işaretleri ile gösterilen veriler gözlemsel ışık eğrisini göstermektedir.

- ◆ **Get Output butonu:** *DC* programının çalışması neticesinde elde edilen çıktı dosyasının içinden sizin seçtiğiniz kontrol parametrelerine *ait düzeltme değerlerini* ve

önce başka bir dosya ya girilmiş ise bu dosyadan kopyalayıp yapıştırma yöntemi ile aktarılabilir. Bu alanda dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, kopyalayıp yapıştırma sırasında Şekil 6'da



Şekil 8: HWVir.98 çalışma kitabının içinde bulunan RV grafik sayfasının görünümü. Bu örnekte gözlemsel dikine hız verilerinin bulunmaması nedeniyle sadece teorik dikine hız eğrisi görülmektedir. Gözlemsel ile teorik hız eğrilerinin uyumunu görsel olarak kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır.

görülmekte olan sayısal format şeklinin bozulmamasını sağlamaktır. Bu durumla karşılaşılması durumunda MS Excel programının komutları kullanılarak format yapısının eski hale geri getirilmesi gerekmektedir. Şimdilik üç adet ışık eğrisi ve iki adet dikine hız eğrisinin verilerinin aktarılabilirdiği bu tablo, gelecekte daha genel bir yapıya kavuşturulacaktır. Gözlemsel verilerinize ait dalgaboyu, kullanıcı tarafından girilmesi gereken bir başka parametredir. Gözlemsel veri sayısı ve minimum değeri otomatik olarak hesaplanmakta ve programın grafik çizimi sırasında kullanılmaktadır.

Şekil.7’de LC olarak adlandırılan grafik sayfası görülmektedir. Bu grafik sayfası, RunLC butonuna basılması sonucu wilsonLC programı tarafından üretilen wilsonLC.OUT dosyasında bulunan teorik ışık eğrisi verileri ve OBS.DATA adlı çalışma sayfasında bulunan gözlemsel veriler kullanılarak çizilmektedir. Bu grafik sayfası kullanılarak gözlemsel ışık eğrisi verileri ile

üzerinde teorik dikine hız eğrisi ile birlikte görülecektir. Bu grafik sayfası da gözlemsel ve teorik dikine hız eğrilerinin karşılaştırılması amacıyla çizilir. Hem LC hemde RV grafik sayfalarının kullandığı veriler, gözlemsel ışık eğrisi girdilerinin bulunduğu OBS.DATA çalışma sayfasından ve wilsonLC programının ürettiği wilsonLC.OUT dosyasından alınarak kullanılır.

Şekil 9’da MACRO1 sayfasının genel yapısı görülmektedir. Bu macro sayfasında LC ve DC programları için üretilen girdi parametrelerinin hazırlanması, ışık ve dikine hız eğrilerinin grafiğinin çizilmesi gibi işlevleri yerine getiren programlar yer almaktadır. MACRO2 sayfasında benzer bir şekilde sahiptir ve içerisinde Roche potansiyellerini hesaplayan fonksiyonlar ile analizler sırasında kullanılan mod hakkında kısa bilgi verilmesini sağlayan isimlendirmeler yer almaktadır. Wilson-Devinney programının yönetimi, veri hazırlama gibi bütün özellikler MS

DCINPUT		= DCINPUT	
HW Vir.98 graph			
1	DCINPUT	LCINPUT	ATLA
2	=["&DOCUMENTS()&"]&"MACRO1"	=["&DOCUMENTS()&"]&"MACRO1"	comm.opt.a
3	=["&DOCUMENTS()&"]&"OBS.DATA"	=FILE.DELETE("LCIN.DAT")	=SELECT("R[1]C")
4		=NEW(1)	=RETURN()
5	=FILE.DELETE("DCIN.DAT")	=SAVE.AS("LCIN.DAT";3;;FALSE)	
6	=NEW(1)		LEKE1
7	=SAVE.AS("DCIN.DAT";3;;FALSE)	1. satır	=C2
8	1. satır	=DCINDAT.EXL!\$B\$24	IFR =DCINDAT.EXL!\$H\$13
9	=DCINDAT.EXL!R11	ΔLAT1 =DCINDAT.EXL!\$F\$18	NREF =DCINDAT.EXL!\$A\$26
10	=DCINDAT.EXL!R12	ΔLONG1 =DCINDAT.EXL!\$F\$19	MREF =DCINDAT.EXL!\$B\$26
11	=DCINDAT.EXL!R13	ΔRAD1 =DCINDAT.EXL!\$F\$20	ISMV1 =DCINDAT.EXL!\$C\$26
12	=DCINDAT.EXL!R14	ΔTEMPF1 =DCINDAT.EXL!\$F\$21	ISMV2 =DCINDAT.EXL!\$D\$26

Şekil 9: MACRO1 programlama sayfasının genel görünüşü. İlk satırda Wilson-Devinney programında kullanılan macro programlarının adları ve ardından gelen satırlarda programa ilişkin MS Excel 4.0 programlama dilinde hazırlanan komut satırları yer almaktadır.

teorik olarak üretilen ışık eğrisi verilerinin karşılaştırılmasının kolaylıkla yapılabilir.

Şekil 8’de RV olarak adlandırılan Dikine Hız Eğrisi (Radyal Velocity Curve) grafik sayfasıdır. Gözlemsel olarak elde edilmiş dikine hız eğrisi verilerinin daha önceden girilmiş ise bu grafik

Excel 4.0 Macro programlama dili ile yazılmıştır.

Bu çalışmanın ürünü olan ve yukarıda bahsedilen özellikler kullanılarak örten değişen çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerinin analiz işlemleri kullanım açısından son derece basitleştirilmiştir. Araştırmacıların özellikle veri

giriş ve parametre değişiklikleri son derece kolay bir şekilde yapabilecek özellikler katılmıştır. Temel amacımız kullanıcının daha önce bahsedilen zorluklardan çok, çift yıldızlara ait ışık eğrisi ve dikine hız eğrilerinin analizini daha hızlı ve kolay yapabilmeleridir.

5. Sonuç

Bu çalışma sonucunda Dünya’da çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrisi analizinde en çok kullanılan program olan Wilson-Devinney programının MacOS işletim sisteminde kullanılır sürümü yaratılmıştır. Bu Wilson-Devinney programının MacOS sürümü, kullanıcı açısından birçok kolaylık sağlamaktadır. Bu kolaylıklardan bazıları; gözlemsel ışık eğrisi verilerinin hazırlanması, analizde kullanılacak parametre seçiminin kolaylıkla yapılabilmesi, teorik ve gözlemsel ışık ve dikine hız eğrilerinin görsel olarak karşılaştırılabilmesi, diferansiyel düzeltme yapılması amacıyla seçilen parametrelerin değişimi ve hatalarının doğrudan görülebilmesi, analizi yapılan sistem hakkında bazı yararlı bilgilerin görülebilmesi, parametre seçim ve/veya iptalinin basit bir şekilde yapılabilmesi, programların butonlara basılarak çalıştırılabilmesi, analiz için seçilen mod sınırlaması hakkında kısa bilginin görülebilmesi gibi kullanıcı açısından önemli ilaveler yapılmıştır.

Bahsedilen bu ilaveler ile Wilson-Devinney programını kullanarak ışık ve dikine hız eğrisi analizi yapmak isteyen araştırmacılar, veri hazırlama işleminden çok gerçek işlevleri olan analiz işlemlerine yöneleceklerdir. Bu nedenle programın yaygın bir şekilde kullanılacağı inancını taşımaktayız

Kaynaklar

- Barone, F., Maceroni, C., Milano, L. and russo, G., 1988, **197**, 347-353.
- Rafert, J.B. and Markworth, N.L., 1986, *Astron. J.*, **92** (3).
- Wilson, R.E., 1979, *ApJ*, **234**, 1054.
- Wilson, R.E., 1990, *ApJ*, **356**, 613.
- Wilson, R.E., 1992, (Astronomical Society of the Pacific Conference Series, in press)
- Wilson, R.E., 1994, *PASP*, Vol.**106**, No.703.
- Wilson, R.E., Devinney, E.J., 1971, *ApJ*, **166**, 605.