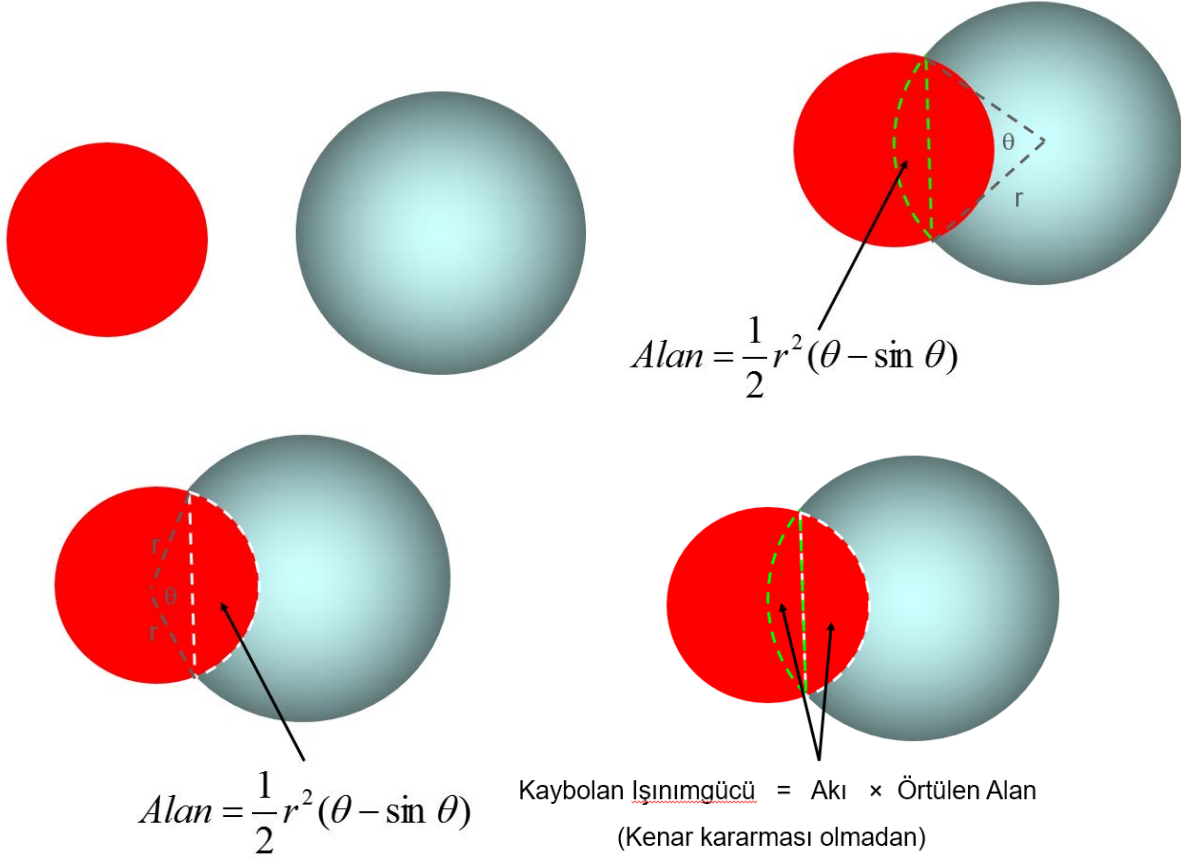


Tutulmanın Geometrik Yapısı



Şekil 6.27. Sol üst: Henüz tutulmanın bulunmadığı bir sistem. Sağ üst: küçük yarıçaplı bileşen büyük yarıçaplı bileşenin kısmen önüne geçmiş ve arkadaki yıldızdan örtülen alan kadar ışığın gelmesini engellemektedir. Örtülen alan şekilde görüldüğü gibi iki yay parçasının toplamı şeklinde, yarıçaplar ve θ evre açısı dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Sağ alt: Tutulma nedeniyle toplam ışık kaybı, arkada kalan yıldızdan engellenen ışık miktarı ile değişecektir.

Algol Türü Sistemler

Başlangıç olarak en basit durumu dikkate alırsak:

Yansıma etkisi olmayan, üniform ışınım yapan, küresel biçime sahip iki bileşenin dairesel bir yörüngede birbirleri etrafında dolandıklarını kabul edelim. Yörünge dairesel olduğundan minimumlar tam olarak birbirinden $\frac{1}{2}P$ kadar uzaklıkta meydana gelir. Yıldızlar küresel yapıya sahip olduklarından tutulmalar dışındaki maksimum ışınımları sabit kalır. Diskin üniform yapıda ışınım yapmasının anlamı ise yıldız disklerinin her noktasının aynı miktarda ışınımın salınıyor olmasıdır.

Bileşen yıldızların birbirlerinin önünden geçerken gözlenecek ışık değişimi, doğrudan bileşen yıldızların örtülen alanları ile orantılı olacaktır.

r_s =küçük bileşenin yarıçapı

r_g = büyük yıldızın yarıçapı

L_s =küçük bileşenin ışınımgücü

L_g =büyük bileşenin ışınımgücü

α =küçük bileşenin alanı birim olmak üzere örtülen alan

olarak tanımlanır. Bu son tanım daha sonra genelleştirilecektir. Eğer k terimini yarıçaplar oranı olarak kullanılırsa ve l_{\max} maksimum ışınımı göstermek için kullanırsak,

$$k = \frac{r_s}{r_g} \leq 1 \quad l_{\max} = L_s + L_g = 1$$

yazabiliriz. Gözlemsel olarak elde edilen ışık eğrisi, diğer bileşen yıldızın önünde bulunan yıldızın ışınımı ile arka tarafta kalan yıldızın örtülmeyen kısmından gelen ışınımın toplamı olacaktır. Işık eğrilerinde bulunan minimum yapıları, yıldızların birbirlerini örtmelerinden veya örtülmelerinden kaynaklandığından, yıldızların görelî boyutları ile ilgili bir değişimdir. Minimum boyunca ışınımgüçlerinin değişimleri kullanılacağından analize başlamadan önce ilk olarak parlaklık farklarına ilişkin değerler, ışınımgüçleri oranına dönüştürülmelidir. Bunun için,

$$m = -2.5 \log l, \quad \rightarrow \quad \log l = -0.4m \quad (l=10^{-0.4m})$$

Örtme ve örtülme için dört farklı olasılık bulunur, tanımları ile birlikte türleri;

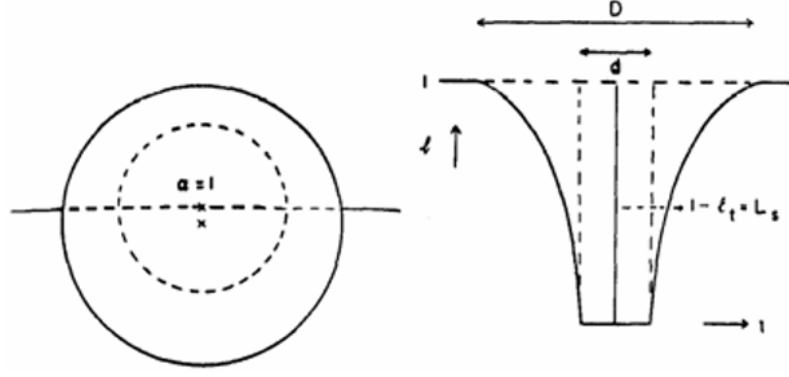
Tutulma Türü	a occultation (örtülme)	b transit (örtme)
1. Tam tutulma	tam	Halkalı (annular)
2. Tam olmayan tutulma	Parçalı	parçalı

Altı çizili olan karakterler bu türden tutulmalar için kullanılacak olan kısaltmaları göstermektedir. Tutulma türleri konusundaki olası bu dört olasılık ayrı ayrı ele alınacaktır.

(1a) Tam Tutulma, Örtülme (Occultation)

Küçük çaplı parlak yıldız arkada bulunur. Bu tutulma türünde büyük çaplı yıldız önde bulunur ve tutulma anında sadece bu yıldız gözlenir. Bu nedenle ışık eğrisinde minimum yöresi sabittir. Kaybolan ışık miktarı küçük yıldızın parlaklığını (ışınımgücünü) verir ve minimum içindeki ışınımgücü ise büyük yıldızın parlaklığını verir (Şekil 6.28):

$$1 - l_t = L_s \quad \rightarrow \quad l_t = 1 - L_s = L_g$$



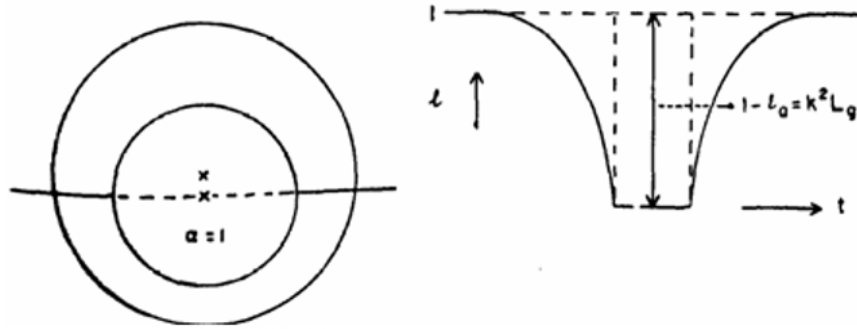
Şekil 6.28. Tam tutulma veya occultation türü tutulmada bileşen yıldızların konumları ve ışık eğrisindeki değişim

(1b) Halkalı Tutulma, Örtme (Transit)

Büyük çaplı parlak yıldız arkada bulunur. Küçük boyutlu yıldız önde bulunur, bu nedenle kaybolan ışınım, büyük bileşenin küçük bileşen tarafından örtülen alanı ile orantılıdır. Tam minimum ortasında bu orantı bileşen yıldızların alanlarının oranına eşittir bu nedenle $k^2 \leq 1$ dir. Ayrıca minimum yöresi sabit veya düz bir yapıdadır. Kaybolan ışık miktarı için (Şekil 6.29):

$$1 - I_a = k^2 L_g$$

yazabiliriz.



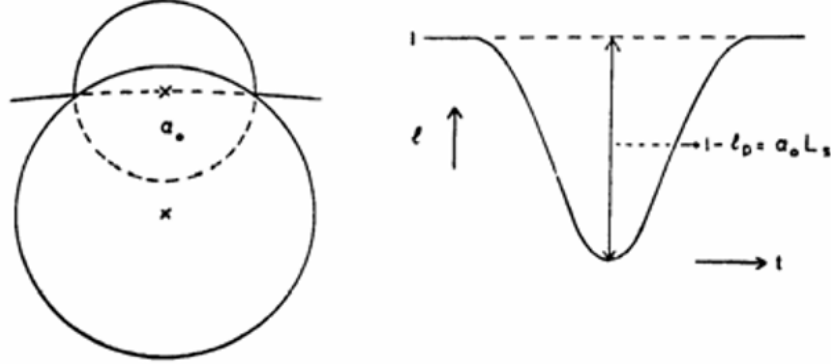
Şekil 6.29. Parçalı tutulma veya transit türü tutulmada bileşen yıldızların konumları ve ışık eğrisindeki değişim

(2a) Parçalı Tutulma, Örtülme (Occultation)

Küçük çaplı parlak bileşen arkada bulunur. Büyük çaplı yıldız önde bulunur. Minimum ortasında sabit parlaklığa sahip bir bölge olmaz, minimum şekli eğriseldir. Tam minimum anında kaybolan ışınımın miktarı (Şekil 6.30):

$$1 - l_p = \alpha_0 L_s \quad \alpha_0 = \frac{1 - l_p}{L_s}$$

α_0 değeri tek bir minimumun derinliğinden hesaplanamaz.

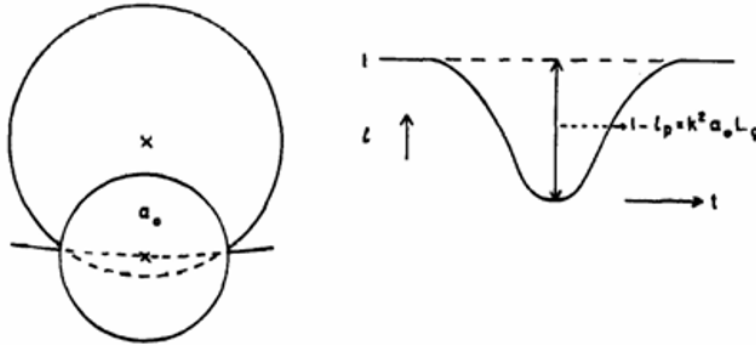


Şekil 6.30. Büyük boyutlu yıldız önde iken parçalı tutulma durumunda bileşen yıldızların konumları ve ışık eğrisindeki değişim

(2b) Parçalı Tutulma, Örtme (Transit)

Büyük çaplı parlak bileşen arkada bulunur. Küçük çaplı olan yıldız önde bulunur. Küçük bileşenin örttüğü alan ya da ışık kaybı, küçük yıldızın alanı birim alınarak belirlenir. Bu değer büyük yıldızın alanı dikkate alındığında $k^2 \alpha_0$ dır. Minimum ayrıca eğrisel bir yapıdadır, tam minimum ortasında kaybolan ışınım miktarı (Şekil 6.31):

$$1 - l_p = k^2 \alpha_0 L_g$$



Şekil 6.31. Küçük boyutlu yıldız önde iken parçalı tutulma durumunda bileşen yıldızların konumları ve ışık eğrisindeki değişim

Hem tam, hem de parçalı tutulmalar için aşağıdaki gibi bir yöntem uygulanır:

Yörünge dairesel olduğundan birinci ve ikinci minimumun tam ortasında, bileşen yıldızların örtülen alanları aynı olacaktır. Eşyönlü (üniform) ışınım durumunda her iki durum için kaybolan ışınım miktarı eşit alanların örtülmeleri sonucu gerçekleşir. Bir başka ifade ile bu modelde yüzey ışım güçleri

arasında bir karşılaştırma yapılır. Bu durum ayrıca ışık eğrisinin diğer evreleri içinde geçerlidir. Karşılıklı olarak θ ve $180^\circ+\theta$ evrelerinde değişim aynı biçimde gerçekleşir. Birinci minimumda kaybolan ışık miktarı daha fazladır ve bu nedenle bu minimum, parlak olan bileşenin veya yüzey ışınımgücü büyük olan yıldızın örtülmesi durumunda gerçekleşir. Bu iki yıldızdan daha sıcak olan için,

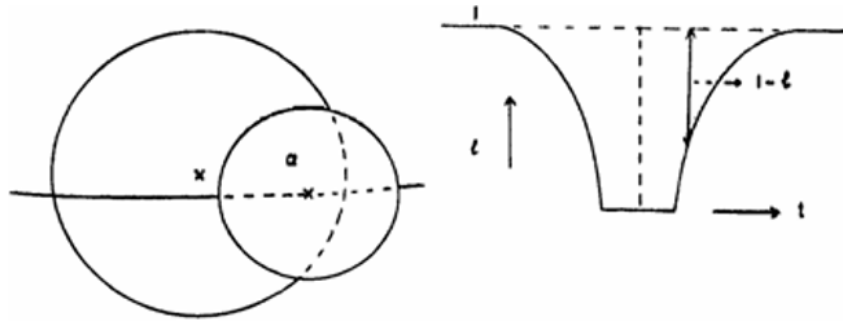
$$\frac{I_h}{I_c} = \frac{1-l_1}{1-l_2} = \frac{\text{min I.deki alan}}{\text{min II.deki alan}}$$

yazılabilir.

Işık Kaybı

Tutulmalar sırasında minimum ortası ve minimum kanatları için ışık kaybına ilişkin genelleştirilmiş ifadeler:

Örtülme Türü	Minimum ortası	Kanatlar	Işık kaybı
(1a) t	$1-l_0=L_s$	$1-l=\alpha L_s$	$\alpha = \frac{1-l}{1-l_0}$ $n = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{1-l}{1-l_0}$
(1b) a	$1-l_0=k^2 L_g$	$1-l=k^2 \alpha L_g$	
(2a) P	$1-l_0=\alpha_0 L_s$	$1-l=\alpha L_s$	
(2b) p	$1-l_0=k^2 \alpha_0 L_g$	$1-l=k^2 \alpha L_g$	



Şekil 6.32. Işık kaybı

Mevcut dört olasılık için genel ifademizi aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

$$n = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{1-l}{1-l_0}$$

Minimum ortası için $n=1$ olacaktır ve tam tutulma durumunda $\alpha_0=1$, parçalı tutulma durumunda ise $\alpha_0 \leq 1$ olacaktır. Parçalı tutulma durumunda herhangi bir gözlem noktasına karşılık gelen kaybolan ışık miktarını veya α değeri maksimum ışık kaybı birim olmak üzere hesaplanabilir.

Derinlik Bağıntısı

Her iki minimum birlikte dikkate alındığında ek bilgiye ulaşabiliriz;

(1) Tam tutulma için;

$$(1-l_t) + \frac{1-l_a}{k^2} = L_s + L_g = 1$$

$$k^2 = \frac{1-l_a}{l_t}$$

olduğu dikkate alındığında, sadece k 'nın pozitif değeri mümkün yarıçaplar oranını doğrudan hesaplamak mümkündür. Fakat aşağıdaki nedenden dolayı hala iki olasılık mevcuttur. Halkalı tutulma daha derin olan birinci minimumda gerçekleşebileceği gibi ikinci minimumda da gerçekleşebilir. Bu durumda tam tutulma diğer minimumda gerçekleşir. Doğal olarak herhangi bir sistem için bu olasılıklardan sadece biri geçerli olabilir. Bu konuda bir öngörü tutulma sürelerine bakılarak yapılabilir. Eğer bir sistemde iki adet minimum görülebiliyorsa bu durumda i açısının 90° ye yakın olması gerekir. Eğer $i=90^\circ$ ise bu durumda en süreli tutulma meydana gelmelidir. Işık eğrisinde dış kontaklar arasındaki süreyi t_1 ve iç kontaklar arasındaki süreyi t_2 ile gösterirsek bu durumda her iki minimum için,

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2r_g + 2r_s}{2r_g - 2r_s} \quad \frac{t_1 - t_2}{t_1 + t_2} = \frac{4r_s}{4r_g} = k$$

yazabiliriz. Dış kontak zamanları ile iç kontak zamanları arasındaki zaman farkı, küçük boyutlu bileşenin büyük boyutlu bileşenin önünden ya da arkasından geçme zamanına eşittir. Pratikte bu zaman farkı çok iyi bir şekilde belirlenemez, fakat k değeri için bir öngöründe bulunabilmemize neden olur. İlerleyen konularda sisteme ilişkin gerçek k değerinin, minimum kanatlarının incelenmesi ile nasıl hesaplanabildiğini gösterilecektir.

(2) Tam olmayan tutulma durumunda:

$$(1-l_p) + \frac{(1-l_p)}{k^2} = \alpha_0(L_s + L_g) = \alpha_0$$

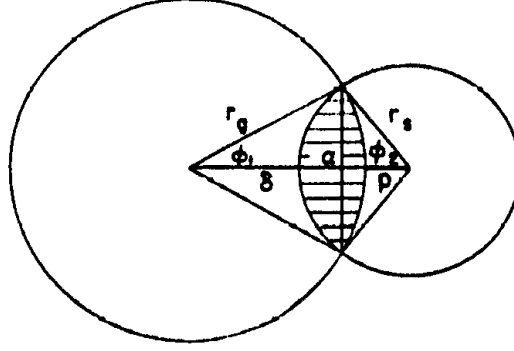
$$\alpha_0 = (1-l_p) + \frac{(1-l_p)}{k^2} = C + \frac{D}{k^2}$$

denkleminde, minimum ortalarında kaybolan ışık miktarının $1/k^2$ ile doğrusal olarak değiştiği görülebilir.

δ/r_g , k ve α Arasındaki İlişki

δ bileşen yıldızların merkezleri arasında gökyüzü düzlemi üzerindeki izdüşüm uzaklığı olarak tanımlanır ve tutulma sırasında $\delta < (r_g + r_s)$ olur. Yani yıldızların merkezleri arasındaki uzaklık, yarıçapları

toplamından küçük olmalıdır. Örtme veya örtülme sırasında örtülen alan aynı büyüklüktedir. Bu durumda üç adet denklem yazabiliriz, ($r_s \sin \varphi_2 = r_g \sin \varphi_1$ olduğundan)



Şekil 6.33. δ/r_g , $k=r_s/r_g$ ve α arasındaki ilişki.

$$\sin \varphi_1 = k \sin \varphi_2 \quad (k=r_s/r_g)$$

$$\delta = r_g (\cos \varphi_1 + k \cos \varphi_2)$$

$$k^2 \pi \alpha = \varphi_1 + k^2 \varphi_2 - k \sin(\varphi_1 + \varphi_2)$$

Burada, r_g : büyük boyutlu yıldızın yarıçapını, r_s : küçük boyutlu yıldızın yarıçapını ve δ : yıldızların merkezleri arasındaki uzaklığı göstermektedir. Bununla birlikte p : geometrik derinlik olarak tanımlanır ve küçük yıldızın merkezinin büyük yıldızın kenarına olan uzaklığını ifade eder.

İlk iki denklem için δ/r_g ve k için farklı değerler alarak φ_1 ve φ_2 açıları bulunabilir. Ardından k değeri ile birlikte üçüncü denklem kullanıldığında ise α değeri hesaplanabilir. Dolayısıyla yukarıdaki üç denklem kullanılarak bu üç parametreyi içeren çizelgeler oluşturmak mümkündür. Aşağıda Şekil 6.33 için elde edilen üçüncü denklemin ne şekilde çıkarıldığı gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Örtülen Alan} &= \alpha \pi r_s^2 = \alpha \pi k^2 r_g^2 \\ &= r_g^2 (\varphi_1 - \cos \varphi_1 \sin \varphi_1) + r_s^2 (\varphi_2 - \cos \varphi_2 \sin \varphi_2) \\ &= r_g^2 (\varphi_1 - \cos \varphi_1 \sin \varphi_1 + k^2 \varphi_2 - k^2 \cos \varphi_2 \sin \varphi_2) \\ &= r_g^2 \{ \varphi_1 + k^2 \varphi_2 - k (\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_2 \sin \varphi_1) \} \\ &= r_g^2 \{ \varphi_1 + k^2 \varphi_2 - k \sin(\varphi_1 + \varphi_2) \} \end{aligned}$$

r_g^2 terimine bölünmesi durumunda amaçlanan ifadeye ulaşılabacaktır.

Bu ilişkiyi gösteren çizelgeler E.Hetzer tarafından $\delta/r_g = f(k, \alpha)$ şeklinde ve M.Wendt tarafından ise $\alpha = F(k, \delta/r_g)$ şeklinde hesaplanmış ve yayınlanmıştır. Bazen tutulmayı göstermek amacıyla geometrik derinlik parametresi kullanılır. p sembolü ile gösterilen *geometrik derinlik* küçük bileşenin merkezinin büyük

bileşenin kenarına olan uzaklığı olarak tanımlanır. Ve küçük boyutlu bileşenin yarıçapı birim alınarak büyük bileşenin yarıçapı cinsinden verilir.

$$p = \frac{\delta - r_g}{r_s} \quad \delta = r_g + pr_s = r_g(1 + kp)$$

olacağından aşağıdaki bağıntıyı yazmak mümkündür,

$$\frac{\delta}{r_g} = 1 + kp = f(k, \alpha)$$

α örtülen alan ile δ arasındaki bağıntıya ilişkin oluşturulmuş çizelgeler

RELATION BETWEEN THE ECLIPSED AREA α AND THE DISTANCE OF CENTERS δ

α	$k=1.0$	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0
0.00	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000	+1.000
0.01	0.919	0.921	0.922	0.924	0.925	0.927	0.929	0.930	0.932	0.934	0.935
0.02	.868	.871	.873	.876	.879	.881	.884	.887	.890	.892	.895
0.05	.755	.759	.764	.769	.774	.779	.785	.790	.795	.800	.805
0.10	.610	.618	.624	.631	.638	.645	.653	.661	.670	.678	.687
0.15	+0.488	+0.496	+0.504	+0.513	+0.523	+0.533	+0.544	+0.554	+0.565	+0.576	+0.585
0.20	.374	.388	.398	.408	.419	.430	.443	.456	.469	.481	.492
0.25	.267	.284	.297	.310	.322	.335	.348	.363	.378	.391	.405
0.30	.168	.186	.200	.216	.230	.244	.258	.272	.288	.303	.321
0.35	+ .075	.094	.110	.127	.143	.160	.175	.190	.207	.222	.239
0.40	-0.015	+0.005	+0.024	+0.041	+0.059	+0.077	+0.094	+0.109	+0.126	+0.143	+0.159
0.45	- .106	- .081	- .061	- .042	- .023	- .004	+ .013	+ .028	+ .045	+ .062	+ .079
0.50	- .194	- .166	- .145	- .124	- .103	- .084	- .067	- .051	- .034	- .017	- .000
0.55	- .280	- .250	- .226	- .204	- .184	- .165	- .148	- .131	- .113	- .096	- .079
0.60	- .364	- .332	- .306	- .284	- .263	- .244	- .226	- .209	- .192	- .175	- .159
0.65	-0.447	-0.413	-0.386	-0.363	-0.343	-0.323	-0.305	-0.288	-0.271	-0.255	-0.239
0.70	- .528	- .492	- .465	- .441	- .420	- .401	- .383	- .367	- .350	- .336	- .321
0.75	- .607	- .571	- .544	- .520	- .498	- .481	- .463	- .448	- .432	- .419	- .405
0.80	- .686	- .649	- .622	- .600	- .580	- .563	- .546	- .532	- .517	- .504	- .492
0.85	- .765	- .728	- .701	- .680	- .663	- .648	- .633	- .620	- .607	- .596	- .585
0.90	-0.843	-0.807	-0.783	-0.764	-0.749	-0.736	-0.725	-0.715	-0.705	-0.696	-0.687
0.95	- .922	- .890	- .872	- .858	- .847	- .838	- .830	- .823	- .817	- .811	- .805
0.98	- .967	- .945	- .935	- .928	- .922	- .915	- .910	- .905	- .900	- .896	- .892
0.99	- .983	- .967	- .960	- .955	- .951	- .948	- .945	- .942	- .939	- .937	- .934
1.00	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000

The tabular quantity is $p(k, \alpha)$, $\delta = r_1(1 + kp)$.

Tam tutulma durumuna ilişkin $\Psi(k, \alpha)$ fonksiyonu ve ilgili çizelgeler

FOR USE IN CASE OF TOTAL ECLIPSE. VALUES OF $\psi(k, \alpha)$

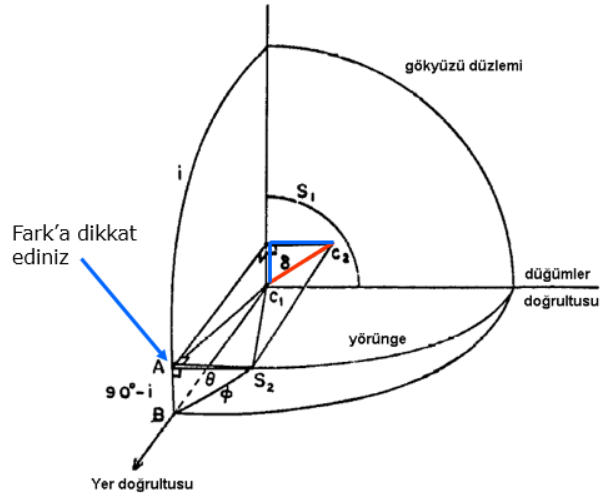
α_2	$k=1.00$	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.00
0.00	+9.464	+7.478	+6.200	+5.279	+4.556	+3.984	+3.503	+3.104	+2.755	+2.454	+2.199
.02	8.095	6.457	5.373	4.606	4.000	3.504	3.106	2.768	2.478	2.216	2.000
.05	7.042	5.616	4.704	4.047	3.534	3.118	2.777	2.488	2.241	2.017	1.829
0.10	+5.759	+4.625	+3.895	+3.364	+2.960	+2.627	+2.358	+2.131	+1.934	+1.754	+1.603
.15	4.755	3.839	3.248	2.826	2.504	2.240	2.024	1.841	1.682	1.537	1.412
.20	3.906	3.184	2.712	2.374	2.110	1.898	1.726	1.581	1.453	1.336	1.235
0.25	+3.158	+2.600	+2.232	+1.969	+1.760	+1.591	+1.453	+1.344	+1.242	+1.146	+1.070
.30	2.522	2.088	1.803	1.603	1.443	1.314	1.205	1.115	1.039	0.968	0.911
.35	1.979	1.641	1.425	1.276	1.157	1.061	0.982	0.911	0.854	0.797	0.756
0.40	+1.490	+1.245	+1.087	+0.978	+0.894	+0.825	+0.770	+0.721	+0.675	+0.633	+0.604
.45	1.040	0.881	0.777	0.705	0.649	0.603	0.566	0.530	0.501	0.473	0.453
.50	0.648	0.555	0.491	0.451	0.418	0.392	0.370	0.348	0.331	0.314	0.302
0.55	+0.300	+0.258	+0.233	+0.217	+0.202	+0.191	+0.181	+0.171	+0.164	+0.156	+0.151
.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.65	-0.258	-0.231	-0.214	-0.202	-0.191	-0.181	-0.174	-0.167	-0.160	-0.156	-0.152
0.70	-0.480	-0.435	-0.408	-0.387	-0.360	-0.354	-0.344	-0.331	-0.320	-0.314	-0.306
.75	-0.660	-0.613	-0.584	-0.558	-0.539	-0.522	-0.508	-0.494	-0.483	-0.475	-0.465
.80	-0.805	-0.765	-0.738	-0.717	-0.700	-0.684	-0.670	-0.659	-0.647	-0.639	-0.632
0.85	-0.922	-0.893	-0.877	-0.863	-0.854	-0.843	-0.833	-0.825	-0.818	-0.812	-0.808
.90	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
.95	-1.045	-1.085	-1.112	-1.134	-1.152	-1.166	-1.179	-1.190	-1.203	-1.214	-1.226
0.98	-1.0625	-1.126	-1.176	-1.220	-1.256	-1.284	-1.308	-1.329	-1.350	-1.369	-1.391
.99	-1.0643	-1.139	-1.199	-1.250	-1.293	-1.328	-1.362	-1.390	-1.419	-1.444	-1.471
1.00	-1.0650	-1.155	-1.231	-1.297	-1.354	-1.402	-1.445	-1.484	-1.525	-1.556	-1.596

Dinamik Durum Denklemi

Eğer θ minimum ortasından yörünge düzlemindeki evre açısı ise ve t_0 minimum ortasına ilişkin zaman olarak alınırsa,

$$\theta = \frac{2\pi}{P}(t - t_0) \quad \theta = \text{evre} \times 360^\circ$$

Evre açısı değerleri her bir t zamanına sahip gözlemsel noktalar için hesaplanabilen parametre olacaktır. Işık eğrisinden yararlanarak (m, t) , (ℓ, t) eğrisine (ışınımgücü cinsinden) dönüşüm yapabiliriz.



Şekil 6.34. Dinamik duruma ilişkin geometrik yapı

Şekil 6.34'de gösterilen tutulmanın geometrik durumundan:

$$\begin{aligned}\delta^2 &= \cos^2 i \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = \cos^2 \theta - \cos^2 \theta \sin^2 i + \sin^2 \theta \\ &= \cos^2 \theta - \sin^2 i + \sin^2 i \sin^2 \theta + \sin^2 \theta \\ &= 1 - \sin^2 i + \sin^2 i \sin^2 \theta \\ \delta^2 &= \cos^2 i + \sin^2 i \sin^2 \theta\end{aligned}$$

elde edilir. Bu noktadan sonra iki farklı yöntem ile hesaplama yapılabilir. Yöntemler I. ve II. Yöntem olarak gösterilecektir.

I. Yöntem: k, r_g, i değerlerinin f fonksiyonu yardımıyla hesaplanması

Bu yöntem genellikle Avrupalı araştırmacılar tarafından kullanılır. Dinamik durum için denkleminizi aşağıdaki şekilde düzenleyebiliriz;

$$\left(\frac{\delta}{r_g}\right)^2 = \frac{\cos^2 i}{r_g^2} + \frac{\sin^2 i}{r_g^2} \sin^2 \theta = f^2(k, \alpha)$$

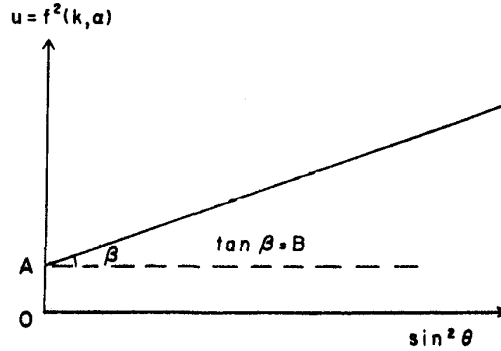
denkleminde yer alan,

$$\left(\frac{\delta}{r_g}\right)^2 = u \quad \frac{\cos^2 i}{r_g^2} = A \quad \frac{\sin^2 i}{r_g^2} = B$$

olarak tanımlarsak. Dinamik durum için,

$$u = A + B \sin^2 \theta$$

şeklinde bir denklem ortaya çıkar. Buradan u ile $\sin^2 \theta$ arasında doğrusal bir değişim bulunur. Fakat doğrusallık k değerinin doğru değeri için geçerlidir. k 'nın doğru değerinin belirlenmesi için aşağıdaki yöntem uygulanır (Şekil 6.35).



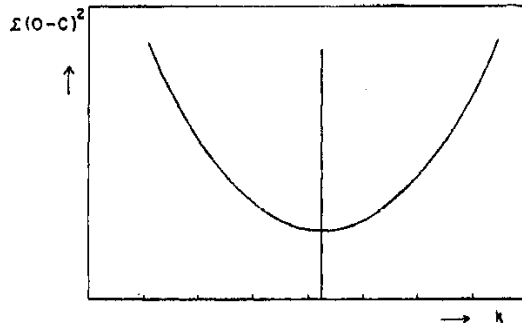
Şekil 6.35. I. Yönteme ilişkin doğrusal bağıntı.

Bu amaçla ışık eğrisinde bulunan minimumlardan hesaplanan olası iki k değerinden birini kullanarak işlemlere başlanır. Minimum kollarında bulunan noktalar için α ve θ değerleri bilindiğinden çizelgelerden δ/r_g değerleri bulunur. $(\delta/r_g)^2 = u$ değerlerinin $\sin^2\theta$ değerlerine karşılık grafike edilmesi durumunda doğrusal bir bağıntı ortaya çıkıyorsa çözüme ulaşılmış demektir.

Eğer olası iki k değerinden hatalı olan seçilmiş ise bu durumda gözlem noktalarından elde edilecek olan şekil, eğrisel olacaktır. Dolayısıyla bu yöntemle hangi k değerinin doğru olduğunu belirlemek ve hatalı olanı elemek mümkündür.

Parçalı tutulmanın baş yıldızdan mı yoksa yoldaş yıldızın örtmesinden mi kaynaklandığı ortaya çıkar. k değeri için daha doğru değer belirlenebilmesi için ilk aldığınız k değerine yakın birkaç değer daha alarak benzer işlemler tekrarlanmalıdır ve seçilen değerlerden doğrusallığı en fazla olan k değeri belirlenmelidir. Doğru fitinin yapılması en küçük kareler yöntemi ile yapılabildiğinden hangi k değerinin daha iyi çözüm ürettiğini hesaplamak son derece kolaydır. Bu işlem sırasında oluşturulan gözlem noktalarının ağırlıklandırılarak kullanılması önemli bir işlemdir. Eğer gözlemlerinizi fotoğrafik verilerden oluşuyorsa, ışık eğrisindeki bütün noktalar için eşit ağırlık alabilirsiniz.

Eğer ışık eğrisi fotoelektrik gözlemlerden oluşuyorsa bu durumda ışınım şiddeti değerlerinin teorik olarak tümünü eşit ağırlıklı olarak kabul edebilirsiniz. Kadir ekseninde ışık eğrisinin kaydırılması durumunda α değerlerinde bir miktar değişim olacağından, δ/r_g ve dolayısıyla u değerinde de etkisi ortaya çıkar. Ağırlıklandırma $(\Delta u)^2$ 'nin tersi ile orantılı olacak şekilde alınmalıdır. Her bir gözlem noktasının doğrusal bağıntıdan olan farklarına bakılarak en iyi k değerini elde etmek mümkündür. Kadir biriminde teorik ışık eğrisi ile gözlemsel ışık eğrisi arasındaki farkı $(O-C)$ belirleyerek hem görsel hem de matematiksel olarak çözüm elde etmek daha doğru olacaktır. k için en iyi değer bu durumda $\Sigma(O-C)^2$ değerinin minimum olması durumuna karşılık gelecektir. Eğer $\Sigma(O-C)^2$ değerleri k 'ya göre grafike edilirse dikey eksenin ordinata paralel olan bir parabol ortaya çıkar (Şekil 6.36). Parabolün minimum değeri en iyi k değeri olacaktır.



Şekil 6.36. Parabolün minimum değeri yarıçaplar oranını gösteren k değerinin en iyi değerini verir.

Hesaplanan en iyi k değerinden ve α ile θ değerleri kullanılarak tekrar δ/r_g değeri tablodan alınır. $u = A + B \sin^2\theta$ bağıntısı tekrar hesaplanarak gözlemsel hata sınırları içerisinde en iyi doğrusal bağıntı bulunur. Bu doğruya ilişkin A ve B katsayılarından;

$$\tan^2 i = \frac{B}{A}, \quad \frac{1}{r_g^2} = A + B$$

denklemlerinden yararlanarak yörünge eğim açısı i ve büyük yıldızın görelî yarıçapı r_g sırasıyla hesaplanır.

Bu çözüm yöntemi kişiye bağılı olmayan sonuçlar verir. Bu durumda gözlemsel noktalardan geçirilmiş olan en iyi eğriye ilişkin veriler değil, bütün gözlemsel noktalar kullanılarak bu hesaplamaların yapılması daha doğru olacaktır. $i=90^\circ$ için dinamik durum denklemi bütün k değerleri için $\delta=\sin\theta$ şeklinde olacaktır. Fakat belirli bir k değeri için $i=90^\circ$ elde edilmesi durumunda başka bir k değeri için $i\neq 90^\circ$ değerinin elde edilmesi mümkündür. k değerini belirleyebilmek için genel formdaki dinamik durum denklemi bütün haller için kullanılmalıdır.

Parçalı tutulma durumunda $n=\alpha/\alpha_0$ ve θ değerleri ile işlemler yapılmalıdır. Bazı hallerde k değeri yukarıdakine benzer şekilde elde edilir ve ardından α_0 değeri derinlik bağıntısından hesaplanır. Diğer hallerde k değeri ancak n ya da α_0 'ın fonksiyonu olarak bulunabilir. Buna *biçim bağıntısı* adı verilir. Derinlik bağıntısı ile birleştirildiğinde k ve α_0 değerleri ayrı ayrı hesaplanabilmektedir. Bu iki parametrenin bilinmesi durumunda L_s değeri; $1-l_p=\alpha_0 L_s$ değerinden ve L_g değeri ise; $L_s+L_g=1$ ifadesinden hesaplanır.