

Kûsuf teorisi

Yazan : Binbaşı
Niyazi Otbölük

Kandilli Rasatanesi Direktörü Kıymetli üstadımız Bay Fatine (kûsuf rasadatından tul tayini hakkında) yeni bir etüd yapmasını ve bu etüdün müsaadeleri olursa, Hartacılar mecmuasında neşir edilmesini kendileri vaki olan müteaddit temaslarım esnasında rica etmişdim. Muhterem üstadımızın, bu hususdaki derin tettebbuunun bereketli mahsulü, mecmuamızın bu nüshasında alâkadar fen adamlarile bu gibi mevzular üzerinde güzel türkcemizle yazılmış doküman bulamamaktan müşteki bu günün ve yarının gençlerinin istifadelerine arz olunmaktadır. Bay Fatine, gerek bu kıymetli makalesini benim gibi naciz bir çırağına ithaf etmek lutfunda bulunmasından ve gerek her gün biraz daha tekemmül ettirmek için mücadele ettiğimiz Hartacılar mecmuasını bunun gibi ölmez bir eserile pek çok kıymetlendirdiğinden dolayı burada en har teşekkürlerimi takdim ederim.

Üstadımızın, bu makalesini (mütehavvil mihverlere göre kûsuf mevkii nazariyesinin malum olduğunu) kabul ederek mutalaatını buna göre kurmuştur. Halbuki : bır çok harta subaylarımız bu gibi işlerle nadiren uğraşdıklarından ve birde bunlara dair türkçe yazılmış eserler bulamayacaklarından Bay Fatinin bu yazısından hakkile istifade edemiyeceklerdir. İşte benim bu yazımın mavzuu, yukarda arz ettiğim bu sebepten dolayı mütehavvil mihverlere göre kûsuf teorisini, Harta Genel Direktörlüğü Fen Şubesi neşriyatından No. 1 eserine zeyil olarak kısa ve sade bir lisan ile izah etmekden ibaret olacaktır.

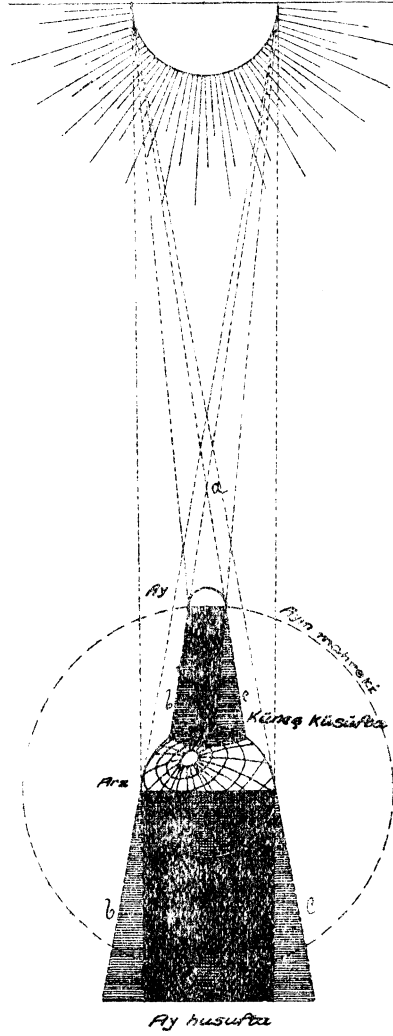
Kûsuf nedir ?

Güneş önüne gelen bir bulut parçası, güneşden gelen ziyayı kapar ve arz üzerine bir gölge düşürür. Bu gölge içine isabet eden rasıt için güneş kapanmıştır. Bulutlar o zamandaki hava ceryanlarına tabi olarak semada daimi seyir halindedirler. Bu sebepten bulut gölgesi de arz üzerinde yürür, ve bu sefer diğer mahalde bulunan bir rasıda karşı güneşi kapar. Mevzuu bahis gölgenin vusati, bulutun arzdan olan mesafesine ve rasıdın gölge içinde kalma müddetide bulutun hareket süratine tabi olacağı ve kezaalik gölge içine düşen rasıda karşı güneş kapalı bulunurken gölge haricinde bulunan bir rasıt için güneş meydanda görüneceği, yani güneş önüne bir parça bulut gelmekle arzın bütün nokatını ziyadan mahrum edemeyeceği aşikâr ve bunun hemen her gün tesadüf edilen hadisattan olduğu malumdur.

Şimdi bu teşbihi güneşin kamerle kapanmasından hasil olan kûsufa tatbik edelim. Kamerde, arzımız gibi, ziyasını güneşden alır. Güneşden gelen ziya hatları kamerin arkasında tabiatile bir gölge vücuda getirirler. Kamerin bu gölgesi, şekil (1) de görüldüğü gibi, mahruti olup daimi surette kamerin güneşe bakan yüzünün arkasına bağlı bulunur. Kamer, arzımızın etrafında dönerken bittabi bu mahruti gölgeside fezaya doğru uzanıp gitmiştir.

Kamerin gölge mahrutunun tulü, kamerin güneşten olan mesafesine tabi olacağı gölge mahrutunun her hangi bir yerindeki maktainın daire olacağı yine maktain hiç bir zaman kamerin kutrundan büyük olmayacağı ve her zaman arzımız güneş etrafında devrederken, kamerin bu gölge mahrutu içine düşmesi ile arzın o mesahası için, tıpkı bir bulut gölgesinde olduğu gibi, güneşi kapayacağı şeklin basit bir tetkikinden kolayca anlaşılmaktadır.

Güneş ve kamerin arzdan görünen nısıf kuturları ve ihtilâf manzarları mütemadiyen tebeddül halindedir, yani güneş



Şekil 1 .

ve kamer aralarındaki mesafelerde mütemadiyen değişmektedir. Bu mesafe tebeddülü kamerin gölge mahrutu tulûnünde

değişmesini mucip olacağı tabiidir. Güneş ve kamerin nısıf kutru ve itilâf mazarları malumatından kabili hesap olan bu kamer gölgesinin tulü bazen merkezi arzdan itibaren arz nısıf kutrunun 3,5 misli kadar daha harice doğru uzadığı gibi bazanda mezkûr tul arz sathına erişemeyecek kadar kısa bulunur.

Gölge mahrutunun tulü arz sathına eriştiği halde, arz üzerindeki maktainın bir daire ve bir katı nakıs gibi kapalı bir şekil olacağı ve bu gölge içinde kalan rasit için kûsuf külli olacağı ve yine gölge mahrutunun tulü arza erişmediği takdirde, rasit her ne kadar tam gölgede kalmayacak isede, yine yarım gölge içinde bulunacağından güneş önünden geçen kamerin, güneş sahasının bir kısmını kapadığı ve nihayet faraza şemsin bir kısmının kamerin etrafında halka gibi gibi göreceği (kûsufı halkavi) şeklin basit bir mutalaasından anlaşılır.

Şekilde içi taranmış mahruta (tam gölge) ve a c, b a şualarile mahdut mahrutada (yarım gölge) mahrutu namı verilir. Tam gölge mahrutu içindeki rasit için kûsuf külli olarak görüldüğü halde, yarım gölge içinde isabet eden rasit içinde kûsuf, cüzi, yani güneşin yalnız bir kısmının kapanmış olduğu görülür.

Kamerin tam veya yarım gölgesinin arz üzerindeki sahası hakkındada malumat edinmek haiz ehemmiyettir. Tam veya yarım gölge mahrutunun arz sathini kat ettiği mntakadaki maktain kuturlarını hesap etmek bu gölgelerin vusati hakkında bize bir fikir verir. Yine güneş ve kamerin malum olan nısıf kuturi zahirisi ve ihtilâf manzarları vasitasile kabili hesap olan bu cesametler azami olarak takriben $2^{\circ}4$ dereceden bir az fazla ve yarım gölge içinde $69^{\circ}5$ dereceden bir az fazla bulunurlar. Yani arz üzerinde tam gölgenin kutru veyahut

bu gölgenin arz üzerinde seyrini düşünerek (külliyyet şeridi) nin genişliği azami 250 kilometreden fazla olamayacağı ve külli kûsufu ancak bu şerid dahiline isabet eden râsıtlar göreceği ve kûsuf cüzi olarak görünecek mıntaka genişliğide kilometre cinsinden azamî olatak takriben 7000 kilometreden biraz fazla olacak demektir.

Kamerin tulü, şemsin tulüne müsavî olduğu zaman kamer ictimadadır denilir. Kezalik tuller beynindeki fazıl 180° derece olunca kamer istikbalde ve bu fark 90° de kamer terbiî evvelde ve 270° derecede terbiî sanidedir. Hendese tabirile kamer ortada olmak üzere güneş, kamer ve arzın merkezlerinin dairei husuf sathına düşürülen mürtesemleri bir müstakim istikametinde bulundukları zaman kamer tam ictima halindedir. Kûsufun ancak kamerin ictima halinde vaki olabileceği ve kamerin mahrek sathı, güneşin mahrek sathına tamamen mıntabık bulunsa idi, her ictima halinde yani her kameri ay başında bir kûsuf vaki olması zarurî bulunacağı şekil 1 mutalaasından istidlâl edilir. Halbuki : Kamerin mahrek sathı güneşin mahrek sathına takriben $5^{\circ}.14$ derece meylli bulunmasından her ictimada kamer, güneş mahrek sathında veyahut bu satha çok yakın bulunmayabilir. Bu sebebden mahruti gölgede arz sathına düşmeyip kûsuf vaki olmaz. Muhakkak olan, kûsufun ancak kamerin ictima zamanına yakın mevki-leri civarında vaki olacağıdır.

İşte her sene vukua gelecek kûsurları araştırmak ve bunların başlangıç, orta ve nihayet zamanlarını daha evvelden hesap ederek haber vermek, arz üzerine isabet edecek gölgenin hangi sahaları işgal edeceğini tesbit ederek kûsuf hartaları vücude getirmek ve bir mahalde görünecek kûsuf safhatının eşkâlini tersim etmek ve yine gölgenin arz üzerinde

vusatini ve sûratini hesaplamak gibi kılâsik usullere (kûsuf teorisi) namı verilir. Ben bu makalede, Bay Fatinin mevzuubahis yazısı dolayısıyla, sadece mütehavvil mihverlere göre bir mahalli kûsufun vuku anlarını hesaplamak şeklini izah edeceğim. Muhterem üstadın kıymetli makalesi Harta subayları ve bu işlerle alâkadar gençlere esas davayı bir defa daha muhtasaran hatırlatdıktan sonra daha ziyade kıymetli olacağını zan ediyorum.

Besel kûsuf anasırı :

Kûsuf, daha çok eski zamanlardan beri muhtelif irtisam sistemleri ile hesaplanabiliyordu. Hatta bu meyanda Güldanilerin (Sarus devri) meşhurdur. 6585.23 günden ibaret bu devir bir defa geçtikden sonra ikinci devrede vaki olacak husuf ve kûsuf lar evvelki devredekinin sırasını hemen aynen takip edeceğinden Güldani papasları (heyetşinasları) bu Sarus devrini husuf ve kûsufun daha evvelden haber verilmesi hususunda kullanmışlardır.

Besel, arz sathı üzerinde bir noktada kûsufun vuku anını ve safhatını sihhat ve kolaylıkla hesaplamak için, eski irtisam ve hesap sistemleri yerine tahlili bir şekil ikame ederek mütehavvil kaim mihverler metodunu vaz etmiştir. Bu metodun ana hatları ve formüllerinin riyazi delaletleri isbatları ders kitaplarına bırakılarak, aşağıda sırasile izah edilecektir.

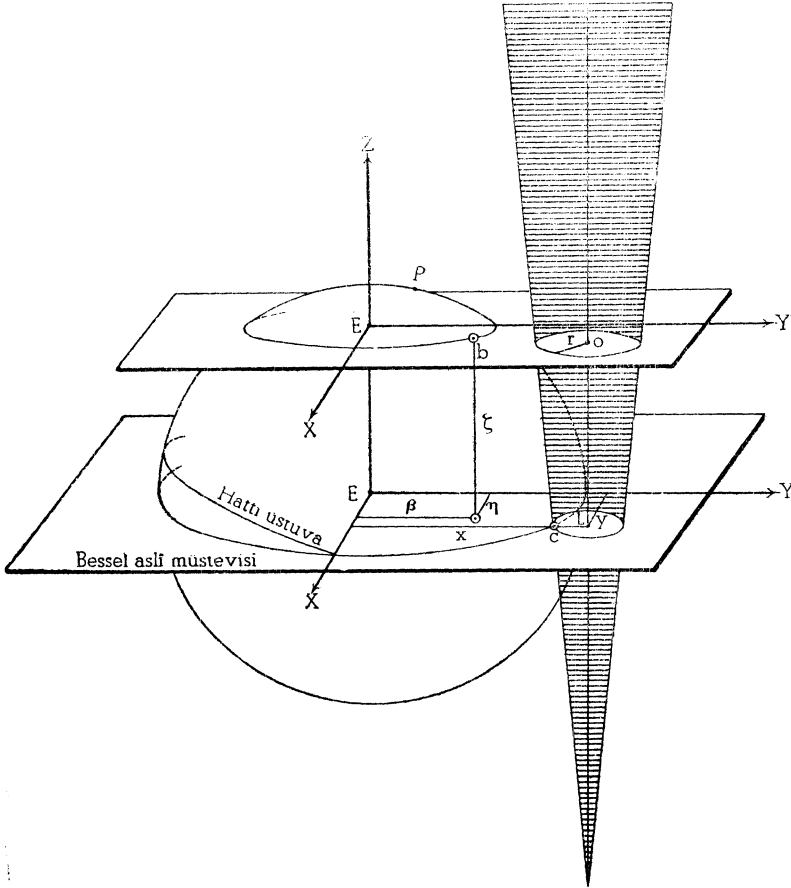
Güneş merkezinde tasavvur edilen bir rasıdın bakış hattı kamerin merkezinden geçmek üzere tahdid edilmiş, arz merkezinden geçmek ve güneşle kamerin merkezleri beynine mevsul bir bakış hattına amut olmak üzere geçirilen bir müsteviye (aslı irtisam müstevisi) namı verilir. Aslı müstevi üzerinde bulunan arzın merkez noktası, sistemin mebdeidir.

mihveri, aslı müstevinin hattı üstüva müstevisi ile faslı müştereki olup güneş veya kamerden bakıldığına göre şarka doğru müsbet olarak temdit olunur.

y mihveri müstevi aslı üzerinde x mihverine amut ve şimale doğru müsbettir. z mihveri, güneşle kamer beynine mevsul hata veyahut başka tabir ile kamerin gölge mahrutu mihverine muvazi olmak üzere kamere doğru müsbet olarak temdit olunur. Her hangi bir anda kamer merkezinin ve arz üzerinde bir noktanın mevkii veya düz kordinatları (kimmiyatı vaziyei müsteviye) bu kaim mihverler sistemine göre ifade ve tayin olunabilir. Bu sistemde, noktaların mevkileri, coğrafiya cordinatlarında olduğu gibi zaviye ile değil mebde noktasına karşı mesafe ile ifade edilmek iktiza edeceği aşikârdır. Kamerin müsteviyei asliye olan mesafesi bizim mutaat olan ölçü vahidimizle (metre) çok büyük rakam kullanılmasını icap ettirecek kadar büyüktür. Bu sebepten ölçü vahidi olarak arzın üstüvai nısıf kutrunu alırız.

Şekil (2) de kaim mihverler sistemi ile M kamer merkezinin x, y ve z kordinatları gösterilmiştir. Merkezi B noktasında bulunan ve şekilde çizilmemiş olan arz üzerinde bir noktanın aynı mihverlere göre kordinatları β , η , ζ ile gösterilir. Gerek kamer ve gerek arz noktası mütemadiyen harekette bulunduklarından bunların her hangi bir andaki kordinatları, kamer merkezi ile arz noktasının müstevii asliye üzerinde enstantane mevkileri olacağı ve bu kordinatların daima zamana tabi olup her an değişmekte bulunduklarını ve z kıymeti kamerin arzdan mesafesi olduğundan şöyle böyle 50 - 60 nısıf kutur arz kadar olabileceği ve fakat buna mütenazır olan ζ kordinatı arz sathında bir noktanın merkezi arzdan geçirilen müstevii asliye mesafesi olduğundan

bunun kıymetinin hiç bir zaman mesafe vahidimiz olan arzın üstüvai nısıf kutrundan daha büyük olamayacağını hatırdı bulundurmak iktiza eder. Şimdi tam veya yarım daire mahrutunun müstevii aslı üzerinde maktanın birer daire olacağını bir lahze düşünüp bu dairelerin nısıf kuturlarında l_1, l_2 ile gösterdikden sonra kamer merkezi ile bir arz noktasının malum olan enstantane kordinatlarından kûsufun ne suretle istidlâl edileceğini tasavvur edelim.



(Şekil — 2)

Şekil 2 de E arz merkezinden geçmek ve gölge mahrutu mihverine amut olmak üzere geçirilen (besel aslı müstevisi) ile b arz noktasından bu müsteviye muvazi olarak ζ irtifaında geçirilen ikinci müstevi, tam gölge mahruti ve gölgenin her iki müstevi üzerindeki maktaları, P arzin kutup noktası olarak gösterilmiştir. C arz noktası, gölge maktarı üzerindedir. İşte bu anda C noktasında kûsuf külli başlamıştır. Halbuki aslı müsteviden ζ kadar mürtefi bulunan ikinci müstevi üzerindeki b noktası gölge maktainın henüz bir miktar cenubunda kaldığından burada şekil ile tasavvur edilen anda külli kûsuf başlamıştır. Gölge mahrutunun hareket cihetini şekilde sola doğru tasavvur ettiğimizde bir müddet sonra b noktasıda gölge mahruti sathına temas edeceğinde buradada külli kûsuf başlayacağı ve gölge maktaları b , c noktaları üzerinden tamamen geçinciye kadar bu noktalarda külli kûsufunda devam edeceği aşikârdır.

İşte kûsufun hendesi tasavvuru bundan ibarettir. Eğer biz, herhangi bir anda b , o noktalarının E mebdeline göre kordinatlarını ve merkezi o olan gölge maktainın nısıf kutrunu hesaplayabilir isek derhal bu iki noktayı, bir nirengi noktası imiş gibi, bir kâğıt üzerine herhangi bir mikyas ile koyar ve yine aynı mikyas ile r nısıf kutrununda bir daire tersim ederek, hesaba esas olarak aldığımız zamanda kûsufun başlayup başlamadığını girafikle kolayca tahkik edebiliriz.

Zira: b noktası gölge maktainın dahiline isabet ederse kûsufun başlamış bulunacağı ve haricinde kaldığı takdirde henüz başlamadığı ve b noktası tam makta dairesi üzerine isabet ettiği takdirde, hesaba esas olarak aldığımız zamanın tam kûsuf başlama zamanı olacağı aşikârdır.

Şimdi kûsuf hesabı için çok ehemmiyetli görünen x, y, z, β , η , ζ kordinatlarını nesuretle hesaplayacağımızı araştıralım:

r, δ_0, α_0 kamerin ve R, δ_0, α_0 de güneşin sırası ile metali, meyil ve arz merkezinin kamer ve güneş merkezine olan mesafesi, π_0, π_0 de kamer ve güneşin üstüvâi ihtilâfı manzarı ufkileri ve d, a de güneş ile kamer arasına mevsul müstakimin güneşten daha ileriye doğru temdidinde semayı kat ettiği bir noktanın metali ve meyli ve tam ve yarım gölge mahrutlarının mihverleri ile müvellitleri arasındaki açıklık zaviyeleri ve göle mahrutlarının besel asli müstevisi üzerinde maktalarının nısıf kuturları yine sırası ile f_1, f_2, l_1, l_2 olduğuna göre besel kûsuf elemanlarını hesaba yarayan formüller gurubu aşağıda verilmiştir. Bu formüller Bay Fatinin makalesinde malûm farzettığı düsturlardır:

$$b = \frac{\sin \pi_0}{\sin \pi_c}$$

$$\mu = \alpha_0 - \frac{b}{1-\delta} \cos \delta_c \sec \delta_0 (\alpha_c - \alpha_0)$$

$$d = \delta_0 - \frac{\delta}{1-\delta} (\delta_c - \delta_0)$$

$$\mu = \text{Greenwich nücumi zamanı} - \mu$$

$$x = r \cos \delta_c \sin (\alpha_c - \mu)$$

$$y = r [\sin \delta_c \cos d - \cos \delta_c \sin d \cos (\alpha_c - \mu)]$$

$$z = r [\sin \delta_c \sin d + \cos \delta_c \cos d \cos (\alpha_c - \mu)]$$

$$r = \frac{1}{\sin \pi_c}$$

$$\text{tag } f_1 = \frac{0.00468407}{R(1-\delta)}$$

$$l_1 = z \text{ tag } f_1 + 0.272277$$

$$\text{tag } f_2 = \frac{0.00464083}{R(1-\delta)}$$

$$l_2 = z \text{ tag } f_2 - 0.272277$$

Bu elamanlardan $x, y, \sin d, \cos d, f_1, f_2, l_1, l_2$ kıymetleri ve bunların birer dakikalık tefazulları Greniç vasati zamanına

mütenazıran onar dakikalık fasılalarla her sene vaki olacak küsuflar için nucumi takvimlerde hesaplanmış olarak verilirler. Ledelicap rasıt bu elemanları, yukarda verilen formül gurubu vasıtası ile kendisi de hesaplayabilir.

Aynı kordinat sistemine göre vakit nucumisi Θ , merkezi arzı φ_1 ve oradaki nısıf kuturu (Hay ford elibsoidi) ρ olan bir rasat mevkiinin kordinatlarını hesaplamak için yukardaki bu maksada mütenazır formüllerde y, α, δ yerlerine ρ, Θ, φ' koymak iktiza eder. Binaenaleyh: arz sathı üzerinde rasat mevkiinin kordinatlarına ait formüllerde:

$$\begin{aligned} \beta &= \rho \cos \acute{s} \sin (\Theta - \alpha) \\ \eta &= \rho [\sin \acute{s} \cos d - \cos \acute{s} \sin d \cos (\Theta - \alpha)] \\ \xi &= \rho [\sin \acute{s} \sin d + \cos \acute{s} \cos d \cos (\Theta - \alpha)] \end{aligned}$$

olurlar.

$(\Theta - \alpha)$ kıymeti güneşle kamer beynine mevsul müstakimin güneş gerisine doğru temdidinde semayı kat ettiği noktanın rasat mevki meridyenine göre saat zaviyesidir. Yukarda besel elemanları formül gurubunda güneş ile kamer beynine mevsul ve semaya doğru mümted müstakimin semayı deldiği noktasının Greniç meridyenine göre zaviyei esasını μ ile göstermiş idik. Binaenaleyh: tulü λ olan bir rasat mevkiinin meridyenine göre $(\Theta - \alpha)$ saat zaviyesi $(\mu - \lambda)$ ile işar edilmek iktiza eder. Mevcut efemeritlerden mebdde meridyeninin her hangi bir T zamanına mukabil μ kıymeti alınıp mâhallin tulü ile muamele ettikten sonra yukardaki formüllerde $(\Theta - \alpha)$ yerine konur. Tuller şarka doğru nakıs ve garbe doğru zait olarak sayılırlar. φ arz merkezisi rasat mahallinin φ

arzını ve basıklık nisbeti $C=297$ olan Hayfort elibsoidine göre şu aşağıdaki münasabat vasıtasile hesap olunur.

$$\begin{aligned}\text{tag } s_1 &= (1 - c) \text{ tag } s \\ \rho \cos s_1 &= \cos s_1 \\ \rho \sin s_1 &= (1 - c) \sin s_1\end{aligned}$$

x, y kordinatlarının birer dakikalık x', y' tahavvülleri onar dakika ile daha evvelden hesaplanmış cedvelin basit enterpolasyondan ve yine rasat mevkii kordinatlarının birer dakikalık tahavvülü olan β, η' cesametlerin de şu :

$$\begin{aligned}\beta' &= [0.0043635 + 0.0000012 (10 - \Delta \alpha_0)] \rho \cos S \cos (\mu - \lambda) \\ \eta' &= [0.0043635 + 0.0000012 (10 - \Delta \alpha_0)] \beta \sin d\end{aligned}$$

münasebetileri verir. Burada $\Delta \alpha_0$ güneşin zaman saniyesi cinsinden bir saatlik hareketidir. Kûsuf esnasında $\sin d$ ve $\Delta \alpha_0$ kıymetleri sabit olarak kabul edilirler.

Kûsuf muadelei esasiyesi :

Bir mihveri, mahrutun mihveri ile birleşen kaim mihverler sistemi içinde mahrutu kaimin muadelesi :

$$x^2 + y^2 = (C - Z)^2 \text{ tag } f^2$$

dir. Bu muadelede C mahrut reisinin ve Z de mahrut sathı müstevi üzerinde alınan bir noktanın y, x müstevisine olan mesafesi, f de mahrut müvellidinin kendi mihveri ile teşkil ettiği reis zaviyesidir. Binaenaleyh : muadelenin sağ tarafı, mahrut müstediri üzerinde alınan noktadan mahrutun kaidesine muvazi geçirilen müstevide mahrut maktainın nısıf kutturudur.

Şimdi mihverlerinden birisi, iki cürmün merkezleri beynine mevsul müstakim olan bir sistem içnie nakledilmiş iki cürüm semaviyi tezayüt eden mahrutun muadelesini arar ve bundan

kamer ve güneş mihverleri beynine mevsul müstakime tamamen muvazidir. Şekil 3 deki Z mihveri vasıl hattına intibak ettirilirse, artık müstevii aslinin E mebde noktası o noktası üzerine geleceği ve bu yeni sisteme göre E (arz merkezi) noktasının kordinatları da - x, - y olacağı aşikârdır. Müstevii asliden ζ mesafesi kadar yukarda bulunan A rasat noktasının bu sisteme göre kordinatları da x - β , η - y ve ζ ile işar olunurlar. L, şekle göre müstevii asliden ζ mesafesine mahrut maktainın nısıf kutru ve l de müstevii asli üzerinde mahrut maktainın nısıf kutru olduğundan :

$L = l - \zeta \operatorname{tg} f$: ve buradanda $L = C \operatorname{tg} f$: $l = C. \operatorname{tg} f$ bulunurlar. Rasat mahalli tam veya yarım gölge sathı müstediri üzerinde bulunursa aradığımız kûsuf muadelesi, yukarda verilen mahrut kaim muadelesinden olacaktır. Eğer rasat mahallinde, hesaba esas olarak aldığımız mebde meridiyeninin T vasatı zamanı kûsuf başlangıcını işar ediyorsa aşağıdaki muadeleninde vefa etmesi iktiza eder:

$$[x - \beta]^2 + [y - \eta]^2 = l^2 \text{ yahut } = l_2$$

işte kûsuf teorisinin muadelei esasiyesi bundan ibarettir. Bu formüldeki l, l' kıymetleri, rasat mevkiinde x, y müstevisine muvazi olarak geçirilen müstevinin tam veya yarım gölge mahrutunun tekautunda mahrut maktai dairesinin nısıf kutrudurlar.

Kûsuf başlangıç veya nihayet zamanını tayin için daha elegant hesaba geçmeden evvel, kûsuf muadelei esasiyesini bir defa arama tarzile ve bir defa da gırafik olarak hal edersek, şimdiye kadar verdiğimiz izahatın fikirde tesbiti bahsinden faideli olacaktır. Şekil 3 de gölge mahrutu, mihverinin

rasıda nisbetle mesafesini m ve vaziye zaviyesini M ile gösterelim. Buna göre muadelei esasiye:

$$(x - \beta)^2 + (y - \eta)^2 = m^2$$

olur. $L - m = 0$ halli kûsufun başlama ve nihayet anı olacağı aşîkârdır. Binaenaleyh: m ve L nin kıymetleri münasip fasılalarla, meselâ: 10 veya 1 zaman dakikası gibi, kûsufa yakın kısımlarda daha evvelden hesaplanıp bu zamanların $m = L$ anına enterpolosyon yapmaktan ibaret olur. Kezalik kontak noktasının vaziye zaviyeside $(x - \beta)$ ve $(y - \eta)$ kıymetleri bir az evvel bulduğumuz kontak anına entepole edilerek mümas formül ile hesaplanır. Tam kontak anında $M = P$ dir. P aranılan vaziye zaviyesi, (pozisyon) dur. Kontak noktasının P pozisyon zaviyesi, güneş kursunun şimal noktasından şark, cenup ve garp cihetine doğru sayılır.

Gırafikle hal:

Halk için mahalli kûsuf zamanını haber vermek ve ince hesap yapmak için ilk takribi zamanları elde etmek maksadına kûsuf muadelei esasiyesini bir gırafikle hal etmek maksada çok uygun olur. Bu sebepten bu bahsi bir misal ilede şekillemek istiyoruz. Misal olarak bizimde Bilecikten rasat ettiğimiz 19 haziran 1936 kûsufunu İskenderon şehri için ele alacağız.

Bu şehrin hartadan çıkarılan arzı ve Girenic tulü $\varphi = 36^\circ 35' 30''$, $\lambda = 36^\circ 10' 20'' = 2^h 24^m 41.3^s$ olduğundan $\log \rho \sin \varphi' = 1.77291$ ve $\log \rho \sin \varphi' = 1.90518$ Bulunur.

Elde mevcut her hangi bir nucumi takvimin (Astronomisches Jahrbuch) (Connaissance des Temps, Nautical Almanca, American Ephemeris) kûsufun besel elamanları hesaplanmış olarak verilmiştir. Yine bu takvimlere göre kamerin 19 haziran 1936 günü içtima zamanı Girenic sivil saati ile $5^h 15^m 22.4^s$

verilmiştir. Bu içtima zamanından evvel veya sonra intihap edilecek zamanlar için kûsuf muadelei esasiyesindek $(x - \beta)$ $(y - \eta)$ kordinatları aşadaki tarzda hesaplanır. Bu maksat dört haneli lugaritma kâfidir. Besel elamanları cedvelinde $\log \cos d = \bar{1}.9626$ $\log \sin d = \bar{1}.5994$

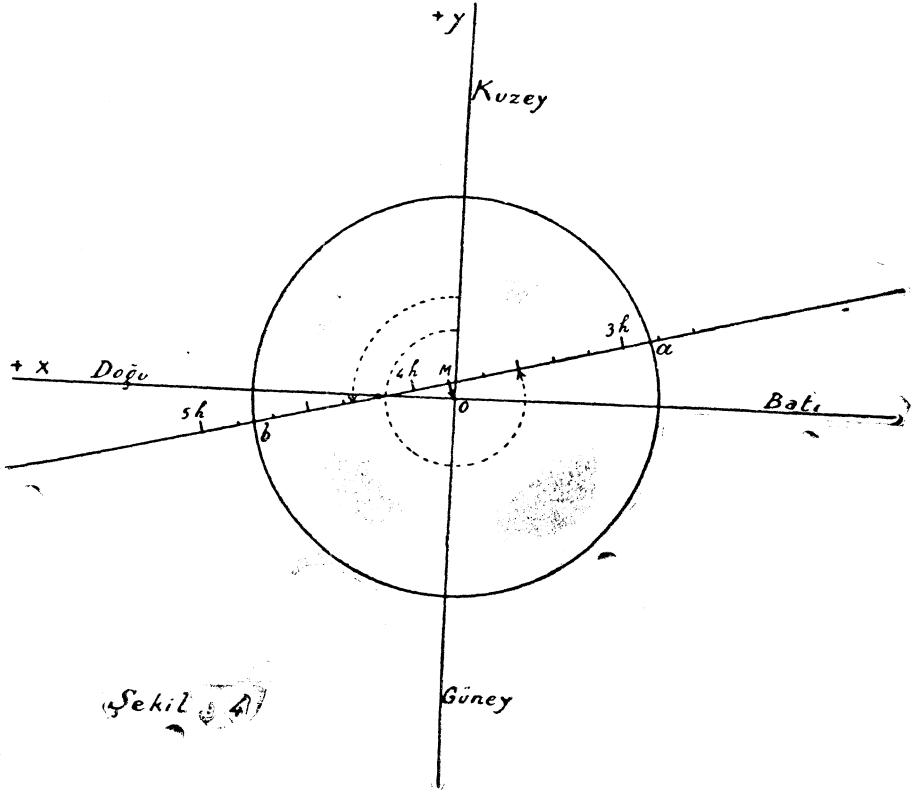
Dördüncü lugaritme hanesinde bir birinin aynı olup sabittir. Binaenaleyh: $\lg \rho \sin \varphi \cos d = \bar{1}.7355$ $\lg \rho \cos \varphi' \sin d = 1'.5046$ bulunur.

Gr. M. T.	3	4	5	6
μ	224°43.9	239 43.9	254 43.8	269 3.8
λ	— 36 10.3	— 36 10.3	— 36 10 3	— 36 10.3
$\mu - \lambda$	260 54 2	275 54 2	290 54.1	305 54.1
$\log (\rho \cos \varphi')$	$\bar{1}.9052$	$\bar{1}.9052$	$\bar{1}.9052$	$\bar{1}.9052$
$\lg \sin (\mu - \lambda)$	$\bar{1}.9945$ m	$\bar{1}.9977$ m	$\bar{1}.9704$ m	$\bar{1}.9085$ m
$\log \beta$	$\bar{1}.8997$ m	$\bar{1}.9020$ m	$\bar{1}.8756$ m	$\bar{1}.8137$ m
$\log (\rho \cos \varphi') \sin d$	$\bar{1}.5046$	$\bar{1}.5046$	$\bar{1}.5046$	$\bar{1}.5046$
$\log \cos (\mu - \lambda)$	$\bar{1}.1989$ n	$\bar{1}.0122$	$\bar{1}.5527$	$\bar{1}.7682$
$\log II$	$\bar{1}.7035$ n	$\bar{1}.5168$	$\bar{1}.0570$	$\bar{1}.2728$
$x =$	— 1.256	— 0.699	— 0.143	+ 0.414
$\beta =$	— 0.694	— 0.800	— 0.751	— 0.651
$x - \beta =$	— 0.462	+ 0.101	+ 0.608	+ 1.065
$I (\rho \sin \varphi) \cos d =$	+ 0.544	+ 0.544	+ 0.544	+ 0.544
$II =$	— 0.050	+ 0.033	+ 0.114	+ 0.187
$\eta = I + II =$	+ 0.494	+ 0.577	+ 0.658	+ 0.731
$y =$	+ 0.641	+ 0.597	+ 0.552	+ 0.507
$y - \eta =$	+ 0.147	+ 0.020	— 0.106	+ 0.224

Şimdi İskenderon için hesapladığımız $(x - \beta)$, $(y - \eta)$ kıymetlerini münasip bir mikyas ile, meselâ: bir vahidi 5 santimetre itibar ederek, tersim edelim, bu kıymetlerin zamanla mütehavvil İskenderun noktasının müstevii asli üzerinde kordinatları olduğu ve $(x - \beta)$ nın müsbet cihetinde şarka doğru bulunduğu unutulmamalıdır.

Yarım gölge mahrutunun l_1 nısıf kutru, yukarda besel elemanları formülünde $l_1 = z \operatorname{tg} f_1 + 0.272277$ olarak verilmişti. Muadelei asliyedeki L ise $L_1 = l_1 - \zeta \operatorname{tg} f_1$ olduğundan şimdi bunu da hesaplamak iktiza eder. Fakat $\zeta \operatorname{tg} f_1$ in azami kıymeti 0.005 ve vasati kıymeti de 0.003 gibi küçük bir kıymettir. Binaenaleyh: grafik maksatlara kâfi derece vefa edecek tarzda L_1 nin kıymeti yerine takvimlerde besel elemanlarından ($l_1 - 0.003$) alabiliriz. Misalimizde $L_1 = 0.537$ dir.

Şekil 4 hesap neticesi tersim edilmiştir. İntihap edilen dört muhtelif zaman için hesap edilen kemmiyeti vaziyeler, O mebde ile tersim edilen kemmiyeti vaziye sistemine vasl edilerek 3,4,5,6 saat noktaları bulunmuştur. Sonra bu noktaların araları birer müstakimle vasledilmiş onar dakikalık fasılalara



taksim edilmiştir. Bundan sonra yine aynı mıkyaş ile L_1 kıymetine müşavi bir mebde alınıp 0 merkezi etrafında pergelle gölgenin maktarı çizilmiştir. Bu dairenin mahrek hattı ile tekatu noktaları küsumun başlama ve nihayet anları ve M noktasının delâlet ettiğı saatte vasat küsum anı olacağı aşikârdır. Başlama ve nihayet noktalarının P pozisyon zaviyeleri şimalden şarka doğru mesaha edilir. Küsumun cesameti, yani küsumun tam ortasında güneşin kamerle ne kadarının kapalı bulunduğı $\frac{L - \Delta}{2L - 0.5459}$ formül ile hal edilir. Diyağramda $0 M = \Delta$ dır. Diyağram mesaha edilince alınan netice aşağıda verilmiştir:

	Gr. M. T.	Türkiye saatile
Başlaması	2 ^h 52 ^m	4 ^h 52 ^m
Ortası	3 50	5 50
Sonu	4 51	6 51

Cesamet = 0 84

Küsumun hesaplama tayini:

Sihhatli neticeler almak için, küsum zamanlarının bilhesap tayini iktiza eder. Bu maksatlar için şimdiye kadar izah ettiğimiz mütehavvil mihverler sistemine göre, küsum hesabına yarayan bütün formüller sırası ile aşağıda bir araya getirilmiştir. Besel elemanları, küsum safahatının ve kontak noktalarının pozisyon zaviyelerini daha evvelden hesap ve haber vermek için nucumi takvimlerde her sene hesaplanmış olarak verildiğı malûmdur.

Yukarda tersim edilen diyağramdan ve yahut yine nucumi takvimlerde her sene verilen küsum hartalarından coğrafiya kordinatları λ, φ olan bir mahal için, küsumun mebde, orta ve nihayet zamanları takribi olarak alınır. Bu T takribi zamanlarına mütenazıran besel küsum elemanları cedvelinden

μ , $\log \cos d$, $\log \sin d$, y , x , harici temas için $\lg \operatorname{tg} f_1$, l_1 ve dahili temas için $\lg \operatorname{tg} f_2$, l_2 kıymetleri ve birer dakikalık tahavvüllerden ibaret olan y , x kıymetleri alınır. Sonra Greenwich'ten tul garbisi λ ve arz merkezisi φ olan rasat mevkiinin kordinatları şu:

$$1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \beta = \varphi \cos \delta \sin (\mu - \lambda) \\ \eta = \varphi [\sin \delta \cos d - \cos \delta \sin d \cos (\mu - \lambda)] \\ \zeta = \varphi [\sin \delta \sin d + \cos \delta \cos d \cos (\mu - \lambda)] \\ \beta' = [0.0043635 + 0.0000012 (10 - \Delta \alpha_0)] \varphi \cos \delta \cos (\mu - \lambda) \\ \eta' = [0.0043635 + 0.0000012 (10 - \Delta \alpha_0)] \beta \sin d \end{array} \right.$$

formül gurubu ile hesaplanır. [*]

Rasada nazaran gölge mahrutu mihverinin mesafesi ile $\bar{M}$ pozisyon zaviyesi ve n kemmiyeti ile gölge mahrutu mihveri hareketinin N ciheti aşağıdaki münasebat ile bir birlerine bağlıdır.

$$2) \quad \left\{ \begin{array}{l} m \sin M = x - \beta \\ m \cos M = y - \eta \end{array} \right| m > 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m \sin N = x' - \beta' \\ m \cos N = y' - \eta' \end{array} \right| m > 0$$

Bu münasebatın sağ tarafları malûm olduğundan buradan N , M zaviyesinin sağ tarafı yani L_1 , l_2

$$(3) \quad \dots L = l - \zeta \operatorname{tg} f.$$

formül ve L_1 için l_1 , f_1 , L_2 için l_2 , f_2 alınarak hesaplanır. Kûsufun başladığı veya nihayet bulunduğu anda $m = L_1$ olacağı halkavi veya külli kûsufun başladığı veya nihayet bulunduğu anda $m = L_2$ olacağı aşikâ dır. Şu:

Bu sörzlerdeki S' ler q' seklinde tahih edilmelidir.

$$(4) \dots \sin \psi = \frac{m \sin (M-N)}{L}$$

münasebetilē ψ zavivesi hesaplanır. L_1, L_2 den her birisi için arzın yerim ve tam gölge mahrutuna girdiğine veya çıktığına ait olmak ikişer adet ψ zaviyesi hesaplanmak iktiza eder. Bu dört φ zaviyesine mütenazıran mebdei olarak alınan T zamanını, aranılan küsunf safhası için tashih edecek τ miktarı zaman dakikası cinsinden:

$$(5) \dots \tau = - \frac{m \cos (M-N)}{n} + \frac{L \cos \psi}{m}$$

formülü ile bulunur. Eğer tahmini olarak veya diyağramdan alınan T mebde zamanları aranılan safhanın tam zamanı ise (5) formülünden $\tau = 0$ bulunmak iktiza eder. Halbuki: diyağramdan alınan T zamanları kaba olduğundan bu hal vaki olamıyacaktır. Bu sebepten (5)—(1) formül guruplarını $\tau = 0$ oluncıya kadar mütevaliyen tekrar tekrar hal etmek lâzımdır. İlk olarak alınan T_1 zamanına ait τ_1 koreksiyonu bulunur. Bu sefer $\tau_1 + T_2 = T_2$ mebdei zaman olarak alınup hesap tekrar edilir. Üçüncü bir tekrar için mebde zamanı $\tau_2 + T_2 = T_3$ ve ilâh..... alınıp mütevaliyen, ta formül gurupları kapanıncaya, yani $\tau_m = 0$ oluncaya kadar devam edilir. Her safha için ayrı ayrı hesap yapılmalıdır.

Safhaların pozisyon zaviyeleri, şems kursunun şimalinden, yani kursu üzerinde meyil azam noktasından (güneş merkezinden geçirilen meyil dairesinin kurs ile tekatu noktası) şarka doğru sayılmak üzere en son hesaptan:

$$6) \left\{ \begin{array}{ll} P = N - \psi + 180^\circ & \text{birinci dış kontak} \\ = N + \psi + & \text{son dış kontak} \\ = N - \psi + & \text{birinci iç kontak} \\ = N - \psi + 180^\circ & \text{son iç kontak} \end{array} \right.$$

formülü ile bulunurlar.

Safhaların pozisyon zaviyelerini, güneşin görünüşüne göre güneş kursunun noktai alâsından, yine aynı cihette olmak üzere, vermekte faidelidir. Güneş kursun noktai alâsı rasıt ile güneş merkezinden geçen müstevii şakulinin güneş kursunu yukarda kat ettiği noktadır. Bu sisteme göre verilecek pozisyon zaviyesinde şu: $z = p - \vartheta$ (7) yakın bir taribiyetle formül ile hesaplanır. Burada ihtilâfı manzari zaviyesi (mukabil zaviye) $\text{tg } \vartheta = \frac{\beta}{\eta}$ olur. Buradaki β, η kıymetleri en son hesaptan alınan kıymetlerdir.

Küsfun azami safhası anı, çok küçük kıymetleri ihmal ederek:

$$8) \dots [x - \beta + (x' - \beta')\tau](x' - \beta') + [y - \eta + (y' - \eta)\tau](y' - \eta) = 0$$

formülile hesaplanır. Bu formülün pratik tatbiki şu suretle vaki olur. Bidayeten iki harici temas zamanının T_1 vasatisi azami safha anı için ilk takribi zaman olarak alınıp buna göre yukardaki (1) ve (2) numaralı formül gurupları hal edilir. $T_2 = T_1 - \frac{m \cos (M - N)}{n}$ konarak aynı formüller ile ikinci bir hesap yapılır. Bu suretle $\frac{m \cos (M - N)}{n}$ kemmiyeti sıfır oluncuya hesaba devam olunur.

Bu koreksiyonun sıfır olduğu T anı azami safha zamanıdır.

Güneşin kutruna nisbetle küsfun g cesameti:

$$9) \dots g = \frac{L_1 - m}{2L_1 - 0.5450}$$

formülü verir. Burada L_1 ve m azami safha anına ait kıymetlerdir.

Her hangi bir anda çıplak göz ile görülecek küsf safhatını tersim etmek için güneş ve kamerin o ana ait merkezleri beynindeki mesafeyi tayin ettikten sonra mısıf kuturu

merilerile mütenasip birer daire çizmek maksadı temin eder.

Evvelâ istenilen an için (7) numaralı formül ile semtürrese göre vekamer merkezinin pozisyon zaviyesi hesap olunur. Kamer merkezinin güneş merkezinden mesafesi:

$$\frac{m}{L_1 - 0.273}$$

ve kamerine o andaki kutru da :

$$\frac{0.273}{L_1 - 0.273}$$

ifadesile hal edilir Buradaki 0.273 kemiyeti nısıf kuturu kamer ile üstüvâi nısıf kuturu arzın nisbetidir.

Bu kıymetler hazırlandıktan sonra, evvela o merkezinden ve vahit nısıf kutur ile (5, veya 10 santimetre) bir daire çizilir. Bu daire güneşi gösterir. Sonra semtürres noktasından, şark, cenup, garp cihetinde olmak üzere kamer merkezinin pozisyon zaviyesi ve kamer merkezinin güneş merkezine nazaran şekil üzerindeki mevkii tersim olunur. Bundan sonra kamerin hesap olunan kutru merisinin nısıfı ile kamerin merkez noktasından bir daire tersim olunursa matlup anda safhanın görülen şekli meydana çıkar.

Küsuf teorisi hakkında daha fazla malûmat almak isteyenler mülga Darülfünun mecmuasında Bay Fatinin bu hususdaki yazılarına muracaat etmelidirler.