İ Ç İ N D K İ L E R

I İŞ VE KİNEMATİK FORMÜLLER

.

ÖNSÖZ

Tarih derslerinde, uygar toplum ve ilkel toplum deyimlerini, yeteri kadar duyduk ve öğrendik. Burada bu toplumların, toplum bilim kapsamına giren özelikleri sıralanmayacaktır. Yalnız uygar toplumların düşünce düzeyinin, ilkel toplularınkinden daha yüksek olduğu söylenecektir. Tarih boyunca ilkel toplumlarla uygar toplumlar savaşmışlar ve uygar toplumlar, ilkel toplumları hep yenmişlerdir. Tarih öncesi dönemlerde ilkel toplumların, yani aile yaşamı olmayan toplumların soyu tükenmiştir. Bundan sonra savaşlar, uygarlık düzeyleri farklı olan toplumlar arasında, sürüp gitmiştir. Gene hep, uygarlık düzeyi yüksek olan toplumlar yenmiştir. Yukarda uygarlık, düşünce yeteneğine dayalı olarak tanımlandı. Bilimsel ve teknik çalışmalarımızı, düşünce yeteneğimizle yürütürüz. Olayların bu yönde akışı yorumlanırsa, konulacak yargı şudur. Uygar olan uluslar, bilimsel ve teknik alanda, öncü uluslardır. Buna dayalı olarak siyasi alanda da öncü, güçlü ve egemen devletler olurlar.

1517 yılında, Yavuz Sultan Selim, 13 günlük çetin bir yolculuktan sonra, Sina çölünü geçmiş ve Kahire önlerine gelmiştir. Keşif birlikleri, Kahire önlerinde Sina çölünden gelenlere karşı yöneltilmiş, sabit topların bulunduğu haberini getirirler. Sabit topların yeri ve doğrultusu değiştirilemez. Bu topların modası geçmiş olup, hareketli toplar, Osmanlı ordusunda çoktan beri kullanılıyordu. Bu haberi alan Padişah güneye, çöle yönelir ve topların menziline girmeden, çölü dolaşır, hareketli topları ile Kahireyi arkadan kuşatır. Çetin geçen savaşlardan sonra, kahramanca savaşan Tumanbay esir düşer. Padişah kendisini, devlet başkanı olarak karşılar. Konuşmalar sırasında Tumanbay, sinirli bir uslup ile, hareketli topları amaçlayarak, "Siz bizi mertlikle yenmediniz, silahlarınızla yendiniz." der. Padişah yanıt verir. " Siz bu silahlardan niçin yapmadınız? Kuranda Ayet var, düşmanınıza ondaki silahlarla karşı koyunuz " der.

Orta çağda Müslümanlar ve Türkler bilimsel alanda öncü uluslardır. Buna dayalı olarak, siyasi alanda da öncü, güçlü ve egemen devletler olurlar.

Türk saraylarında ve yönetimin bütün kademelerinde, bilim adamlarının ayrı bir yeri vardır. Şehzadelerin ve yönetim personelinin eğitimi ve öğretimini, aynı zamanda danışmanlık görevini üslenirler. Tarih boyunca, ulusal yaşama çok büyük katkılar sağlamışlardır. Büyük Selçuklu Hakanlığının en görkemli ulusal yaşamı, Melik Şah dönemidir (1073-1093). Doğuda Çin seddine, batıda Ege denizine dayanır. Bir gün Melik Şahın sarayında, bütçe görüşmeleri yapılmaktadır. Bilim adamlarının maaşları ve yollukları için, yüklüce bir fon ayrılır. Kumandanlardan biri karşı çıkar. "Haşmetlim, bu kadar parayı orduya verseniz, biz Anadolunun her yanını fethederiz" der. Melik Şah soylu, ileri görüşlü ve kalıtımsal yapısında özümsemiş bir Türk Hakanı anlayışı ile yanıtını verir. "O fetihler için bu da gereklidir, bu olmadan o fetihler de olmaz" der. Görkemli ve sürekli ulusal yaşam için, benim burada ortaya koymağa çalıştığım doğa gerçekleri ile uygun düşen, Melik Şahın bu anlayışı, soyuna örnek olmalıdır. Bu söylediklerim beyin göçü nedeni ile, demokratik Türkiyede görülmez. Beyinleri yurdundan süren, Hitler Almanyasının içine düştüğü acı son, bizleri beklemektedir. 1956-57 yıllarına gelindiğinde, Almanya, göçürülen bütün beyinleri, dönüş göçüne geçirmiş, dışarda bir tane beyin bırakmamış ve hepsini yurdunda toplamıştır. Günümüz Almanyanın kurucuları ve yapımcıları, dönüş göçü yapan beyinlerin yetiştirdikleri ve onların yetiştirdiklerinin yetiştirdikleridir. Acı sona düşmeden mutlu sona erişmenin yolları, Almanya örneğinde açık ve seçik olarak görülmektedir. Yeni çağda Copernicus, Kepler, Galile, Newton ve Gauss ile bilimsel, alanda öncülük batıya geçer. Batılılar buna dayalı olarak, siyasi alanda da öncü, güçlü ve egemen devletler olurlar. Bilimsel alanda öncülüğü sağlayanların da öncüsü, Copernicus'in (1473-1543) temel özeliği, Batlamyüsle çelişmesidir.

Bilim Dünyası, XX' nci yüzyılın ilk yarısına, yeni çağın bilimsel anlayışından çok daha farklı bir anlayışla girer. Bu anlayış Einstein'in görecelik ve atomun parçalanma kuramları ile ortaya konulur. Bu yeniliklerin kuramsal ve teknik yanını başaran uluslar, bilimsel alanda öncülüğü kaparlar. Buna dayalı olarak, siyasi alanda da öncü, güçlü ve egemen devletler olurlar. Amerikanın öncülüğü bu sayededir. Her iki kuramın da temel özeliği, kendisinden önceki kuramlarla çelişmesidir. Copernicus' den sonra XX'inci yüzyıla kadar, böyle bir çelişme görülmez.

Bu yapıtımı 1965 de yayınladım. Yapıtım Newton'la çelişmektedir. O yıllarda beyin göçü çok yoğundu. İ.Ü. Fen Fakültesinin yayınladığı bilimsel dergi, koyacak makale bulunamadığından kapanmıştı. Burada kalan görevliler, bana yapıtım hakkında olumlu veya olumsuz bir yanıt vermediler. Yalnız bir öğretmenim, bütün bilim kütüğünü araştırdıklarını, fakat çekim sabitinin sıcaklıkla değişmediğini gösteren bir deney bulamadıklarını söyledi. Görevliler, matematik kanıtım çok basit ve açık olduğu için olumsuz, karşılarında Newton olduğu için de, olumlu yanıt veremediler. Susmayı yeğlediler. Çünkü, Newton'a ancak yüksek düzeyde beyinler karşı çıkabilir. Onların da hepsi göçtedirler. Bu kadar putlaştırdıkları Newton, aşırma suçundan sabıkalıdır. Başkanı olduğu akademiden bir başka öğretmenin, matbaadaki yapıtından aşırma yapmış ve suçüstü yakalanmıştır. Bu suçtan dolayı, siciline mahkeme kararı işlenmiştir. Bu yüz kızartıcı suçu nedeni ile, kraliyat yetkilileri, kendisini akademi başkanlığından almışlar ve darphane müdürlüğüne atamışlarıdır..Kendisi çevresi ile kavgalı olup, çevresi üzerinde, dehşet ve korku verici bir izlenim yaratmıştır. Bu bilgilerimin kaynağı, 1 Şubat 1997 tarihli, Cumhuriyet gazetesinin Bilim ve Teknik ekidir. Diferansiyel ve Entegral hesabın yaratıcısı Newton ve Leipnitz olarak bilinir. Aynı zamanda her ikisi de, bu buluşu yapmışlar diye, kitaplardan ve öğretmenlerimizden öğrendik.Halbuki tarihte böyle bir örnek yoktur. Çünkü tarihte, Newtondan başka aşırma suçundan sabıkalı bir bilgin yoktur. Bu iki olayın birlikte bulunması, rastlantı değildir, zorunluluktur. Newton aşırmadan sabıkalı iken, böyle bir yorum, sağduyu ile bağdaşmaz.

Ulus olarak, bilimsel alanda öncülüğü alan çelişmeler, yukarda sıralandı. Bunlar ilk çağ anlayışıyla olan çelişmelerdir. Einstein yeni çağın Esir kuramı ile çelişir. Bu kuramın yapımcıları ve savunucuları, ünsüz kişilerdir. Bilim kütüğünde adları geçmez. Bu nedenle, Einstein, benim karşılaştığım türden güçlüklerle karşılaşmadı. Yeni çağın ünlü bir bilgini ile çelişme, ilk kez benim yapıtımda görülür.

İki yıl önce yazdığım Laiklik ve Şeriat adlı makalemi, toplum bilim profesörümüzün onayı olmasına rağmen, hiçbir yayın organına yayınlatamadım Bir yabancı dergiye de gitmedim. Bugün dışarda bir çok beyinlerimiz vardır. Bunlar orada, onların dili ile yayınlar ve teknik yapımlar yapmaktadırlar. Bunlar Türktürler. Fakat bizim ulus olarak, bilimsel alanda öncülüğümüze hiç katkıları yoktur. O ulusların öncülüğüne katkı yaparlar. Yurdumuzdaki beyinlerin de büyük çoğunluğu, yapıtlarını batının dergilerinde yayınlamaktadırlar. Bu yayınlar da, bizim ulus olarak bilimsel öncülüğümüze katkı sağlamazlar. Onlarınkine katkı sağlarlar. Bilimsel alanda öncülük, gene onların tekelinde kalır.

Newtonla olan çelişme nedeni ile yapıtım, ulus olarak öncülüğü alacak bir yapıttır. Konu oldukça verimli bir konudur. Bugüne kadar hiç kimse kalem oynatmamıştır. Ancak ulus olarak, bilimsel alanda öncülüğü alabilmek için, konuya girecek bütün beyinlerimizin yapıtlarını, Türkçe olarak, Türk yurdunda yayınlamaları, ulusallık anlayışı ön koşuldur, temel ilkedir.

Beyin göçü makalemi, Cumhuriyet gazetesi keserek ve değiştirerek yayınlamıştı. Laiklik ve şeriat makalemi, hiçbir yayın organına yayınlatamadım. Bu nedenle kitapçığımın sonuna koymak zorunda kaldım.

I İŞ ve KİNEMATİK FORMÜLLER

İş

Fiziğin mekanik dalında bir iş tanımı vardır. F kuvvetinin bir cismi kendi doğrultusunda s kadar yol aldırmasına iş denilir. Değeri F.s ye eşittir. Enerjinin korunumu nedeni ile yapılan iş, harcanan enerjiye eşittir. Bu olayda enerji harcayarak, bir kuvvet uygulanmış ve sonuçta bir iş elde edilmiştir. İş tanımı sayesinde mekanikte bir çok kolaylıklar elde edilir. Bu düşünceyi fiziğin bütün dallarına genelleştirip, aynı kolaylığı elde etmeye çalışalım.

Tanım: Enerji harcanması ile elde edilen sonuca, iş denilir. İş enerjiye eşdeğer olup, tersinir olaylarda, birinci olaydaki enerji, ikinci olayda iş, birinci olaydaki **iş**, ikinci olayda **enerji** adını alır.

Enerji harcanması ile cisim, eğer konumunu değiştiriyorsa **mekanik iş**, biçim değiştiriyorsa **elastik iş**, ısı değiştiriyorsa **termik iş**, bileşimini değiştiriyorsa **kimyasal iş**, elektrik oluşuyorsa **elektriksel iş**, protonun nötron sayısı değişiyorsa veya atom parçalanıyorsa **çekirdeksel iş** olarak bir sınıflama yapılabilir. Cismin konumundaki değişiklik, bir öteleme ise **öteleme işi**, dönme ise **dönme işi** olarak sınıflama ayrıntılara götürülebilir.

Bir cisme kuvvet etkisiyle F.s işini yaptırabilmek için, bir enerji harcamak gerekir. Kuvvet etkisiyle cisim hareket etmiyorsa, aynı enerji harcanmasını sürdürür. Fakat elde edilen sonuç, mekanik iş olmayıp, yukardakiler gibi bir başkasıdır. Enerji harcanmaksızın kuvvet uygulanamaz.

Bir cisme F kuvvetinin uygulanması ile yolu, enerjiyi ve işi, kuvvetin ve zamanın fonksiyonu olarak hesap edelim. Başlangıç koşullarının sıfır kılınması ile,

(1) $$F = m\, d^2s/dt^2, \quad \int_0^t F dt = m \int_0^t (d^2s/dt^2)\, dt, \quad \int_0^t Ft\, dt = m \int_0^t (ds/dt)\, dt$$

(2) $$s = F t^2/(2m), \quad E = F^2 t^2/(2m), \quad İ = F^2 t^2/(2m)$$

bulunur. (E enerji, İ iş) Cisim, kuvvetin etkisiyle yol almıyorsa, aynı enerjinin zamanın bir fonksiyonu olarak, harcandığı, (2) formülünde görülmektedir. Elde edilen sonuç, öteleme işi olmayıp, başka işlerdir. Kuvvetin uygulaması ile kesin olarak, bir enerji harcanır ve bir iş yapılır. Bu ilke açık ve seçik olarak görülmektedir. Bu gerçeğin doğruluğunu, (2) formülünü çeşitli konulara uygulayarak örnekleyebiliriz.

Kesiti S ve uzunluğu s olan bir A cismi F kuvvetinin etkisiyle, B dayanağından dolayı hareket etmesin. Cisim, (2) formülü ile harcanan enerjinin bir kısmını, direnci nedeni ile üzerinde alıkoyar. Geri kalan kısmını, B dayanağına iletir. Böylece cisim, enerji iletimine bir iletken görevi yapar. Bir iletkenin elektrik enerjisini iletiminde, direnci nedeni ile üzerinde kalan kısmı, kesiti ile ters, uzunluğu ile doğru orantılıdır. Benzer olarak, A iletkeninin mekanik enerji iletiminde üzerinde kalan enerji, kesiti ile ters, uzunluğu ile doğru orantılıdır. Üzerinde kalan enerjinin bir kısmı, biçim değiştirme işini ve geri kalanı da, moleküllerin sürtünmesi ile termik iş yapar. Payı s^2 ile, paydayı da S ile çarparsam boyut değişmez. (s uzunluk, S kesit, K kuvvet)

(3) $$E_e = F^2 s/[2mS/(s\, t^2)]$$

(4) $$E = [m/st^2] = [K/s^2]$$

boyutunda, cismin özel yapısını gösteren sabite Young modülü denilir.

(5) $$E_e = F^2 s/(2ES), \qquad İ_e = F^2 s/(2ES)$$

(E_e elastik enerji, $İ_e$ elastik iş)

(6) $$E_t = F^2 s/[2S\, (m/st^2)]$$

(7) $$T = [m/st^2] = [K/s^2]$$

Cismin özel yapısını anlatan T ye termik modül adı verilecektir.

(8) $E_t = F^2\, s/(2TS)$, $İ_t = F^2\, s/(2TS)$

Young modülü ve termik modül, cismin enerji iletimine gösterdiği dirençten doğar. Kalan enerji bu modüllerle ters orantılı olduğundan, modüllere cismin iletkenliği gözü ile bakılmalıdır.

Su ideal bir sıvı olup, sıkıştırılamaz. Basınç altında elastik ve termik işler yapmaz. Suyun iletkenliği sonsuzdur. Bu özeliği nedeni ile cenderede su kullanılır. F kuvveti belli bir düzeyin üzerine çıktıktan sonra, suyun bileşiminde bulunan hidrojenin protonuna, nötronlar eklenerek, atom ağırlığı artar. Denizin dibinde görülen bu suya, ağır su adı verilir. Suyun bu konudaki özeliğini belirten büyüklüğe, çekirdeksel modül dersek, çekirdeksel enerji ve çekirdeksel iş formülleri,

(9) $E_c = F^2\, s/(2GS)$, $İ_c = F^2\, s/(2GS)$

olarak bulunur.

Karmaşık sayılar

Bir doğru üzerindeki hareketin incelenmesinde kuvvet, yol, hız ve ivme büyüklükleri sayısaldır. Sayılar geometrik olarak, bir doğrunun noktalarını doldururlar. Karşıt olarak, doğru üzerindeki noktalar da, sayılar kümesini doldururlar. Bir doğru üzerindeki harekette, mekanik büyüklükler sayısaldır.

Bir noktanın düzlemdeki hareketinde, vektörel büyüklükler kullanılır. Vektör doğal bir büyüklük olmayıp, bizim tanımımızla ortaya çıkan, yapay bir kavramdır. Düzlemde vektörlerin düzlemi doldurması gibi, karmaşık sayılar da, düzlemin noktalarını doldururlar. Düzlemde mekanik kavramlar, karmaşık sayılarla ifade edilecektir. Karmaşık sayılar düzlemin doğal vektörleridir. Doğal logaritma ve ondalık logaritmada olduğu gibidir.

(10) $s = x + iy$, $s = s(t)$

(11) $ds/dt = dx/dt + i\, dy/dt$, $|ds/dt| = [(dx/dt)^2 + (dy/dt)^2]^{1/2}$

(12) $d^2s/dt^2 = d^2x/dt^2 + i\, d^2y/dt^2$

formülleri ile yol, hız ve ivme büyüklükleri ifade edilirler.

(13) $s' =(x'^2 + y'^2)^{1/2}.\, e^{i \,\mathrm{arctg}\, (y'/x')}$

$s'' = (x' x'' + y' y'' + i (x' y''- x'' y')].\, e^{i\,\mathrm{arctg}\,(y'/x')} /(x'^2 + y'^2)^{1/2}$

$e^{i\,\mathrm{arctg}\,(y'/x')}$ teğet doğrultu birim vektörü ve $i\, e^{i\,\mathrm{arctg}\,(y'/x')}$ teğete dik doğrultu birim vektörüdür.

(14) $a_t = (x' x'' + y' y'') / (x'^2 + y'^2)^{1/2}$, $a_n = (x' y'' - x'' y') / (x'^2 + y'^2)^{1/2}$

Teğetsel ve normal ivme ifadeleri bulunur. Normal ivme eğrilik yarı çapı ile basitleşir. Eğrilik merkezinde, ds yayını gören açı, du ve eğrilik yarı çapı R ile gösterilirse,

(15) $R = ds/du$, $\mathrm{tg}\, u = dy/dx$, $u = \mathrm{arctg}\, (dy/dx)$, $du = d(dy/dx)/[1 + (dy/dx)^2]$,

(16) $R = (dx^2 + dy^2)^{3/2} /[dx^2.d(dy/dx)] = (dx^2 + dy^2)^{3/2} /(d^2 y\, dx – dy\, d^2x)$

Pay ve payda dt^3 ile bölünürse,

(17) $R = (x'^2 + y'^2)^{3/2} /(x' y''- x'' y')$

bulunur. Normal ivmede bu değer yerine konularak,

(18) $a_n = V^2/R$

bulunur.

Kutupsal Koordinatlar

(19) $s = r\, e^{i\theta}$

(r kutupsal yarı çap, θ argüman)

(20) $ds = dr\, e^{i\theta} + i\, r\, d\theta\, e^{i\theta} = (dr + i\, r\, d\theta)e^{i\theta}$

(21) $s' = (r' + i\, r\, \theta')e^{i\theta}$, $v_r = r'$, $v_\theta = r\, \theta'$

(22) $s'' = (r'' + i (r' \theta' + r \theta'')]e^{i\theta} + i(r' + i\, r\, \theta')\, \theta'\, e^{i\theta}$

(23) $s'' = (r'' - r\, \theta'^2 + i (2r' \theta' + r\, \theta'')]\, e^{i\theta}$

(24) $a_t = r'' - r\,\theta'^2$, $a_n = 2r'\,\theta' + r\,\theta''$

$e^{i\theta}$ radyal ve $ie^{i\theta}$ radyale dik doğrultudaki hız ve ivme ifadeleri bulunur.

Enerji ve İş

Düzlemde iş ve enerji ifadeleri için, yukarda olduğu gibi, karmaşık sayıların kullanılması ile, bir takım kolaylıklar sağlanır. F kuvvet, s yol olmak üzere,

(25) $F = X + i\,Y$, $s = x + i\,y$

(26) $dİ_ö = Xdx + Ydy$

İfadesine **öteleme işi**,

(27) $dİ_d = Ydx - X\,dy$

ifadesine de, **dönme işi** adı verilecektir. Dönme işinde kuvvet yola diktir. Bu işler, karmaşık sayıların gerçel ve sanal kısımları olarak,

(28) $dİ = F\,d\bar{s} = (X + i\,Y)(dx - i\,dy) = Xdx + Ydy + i\,(Ydx - Xdy)$

($d\bar{s}$ yolun eşleniğidir.) diferansiyelin eşleniği ile kuvvetin çarpımıdır. Kuvvetin mutlak değeri F, dönebilen bir cisme etkiyen momentin mutlak değeri M, dönen cismin kat ettiği açının radyan değeri α olsun. Öteleme ve dönme işleri sırayla,

(29) $İ_ö = F\,s$, $İ_d = M\,\alpha$

olur.

Kuvvetin potansiyeli yoksa, iş entegrali yola bağlı, eğer kuvvetin potansiyeli varsa, yola bağlı değildir.

(30) $P(x + i\,y) = U(x,y) + i\,V(x,y)$

analitik fonksiyonunun gerçel ve sanal kısımları, bir kuvvetin potansiyeli iseler, P (x + i y) fonksiyonuna, **karmaşık potansiyel** adı verilir.

(31) $\partial U/\partial x = \partial V/\partial y$, $\partial U/\partial y = -\,\partial V/\partial x$

analitik fonksiyonlarda Cauchy – Riemann koşullarının göz önüne alınması ile

(32) $(\partial U/\partial x)dx + (\partial U/\partial y)dy = -\,[(\partial V/\partial x)dy - (\partial V/\partial y)dx]$

$(\partial U/\partial x)dy - (\partial U/\partial y)dx = (\partial V/\partial x)dx + (\partial V/\partial y)dy$

bağıntıları yazılırsa, U fonksiyonundan türetilen kuvvetin öteleme işi, V fonksiyonundan türetilen kuvvetin dönme işine ters işaretle, dönme işi ise, diğerinin öteleme işine, aynı işaretle eşit olduğu görülür. Dönmenin de bir iş olduğu ve yapılması için enerji harcanması gerektiği, bu gösterilimden anlaşılmaktadır.

Bir elektrik motoru üzerinde, dönme işinin gerçekleşmesi için, enerji harcamak gerektiğini görmeye çalışalım. Dönme düzlemsel bir olay olduğundan, karmaşık sayılar uygulanabilir. Karmaşık sayıların uygulanması ile, ilginç sonuçlar bulunur. (28)'den,

(28) $dİ = F\,d\bar{s} = (X + i\,Y)(dx - i\,dy) = Xdx + Ydy + i\,(Ydx - Xdy)$

$İ = Pt = e\,j\,t = e\,(j_1 + i\,j_2)\,t = İ_ö + i\,İ_d$

(P motorun harcadığı güç, t uygulama süresi, e zıt elektro-motor kuvveti, j akım şiddeti, i sanal sayılar birimi). j akımı gerçel ve sanal olmak üzere, iki bileşene ayrılmıştır. Gerçel akım bileşeni öteleme işini ve iletkenlerde oluşan termik işleri, sanal akım bileşeni de, gerçel bileşenle birlikte dönme işini yapar. Dönme işinden dolaylı olarak gelen, yatakların ısınmasıyla oluşan termik işleri, geriel bileşen yapar. Dönme için gerekli olan moment, iki akım bileşeninin oluşturduğu kuvvet çifti ile sağlanır. İki bileşen olmadan kuvvet çifti sağlanamaz. Çünkü moment, iki boyutlu bir kavramdır ve ifadesinde, iki tane kuvvet bileşeni vardır. Lokomotifte piston kolunu göz önüne alalım. Piston kolu, mafsallarla pistona ve tekerleğe bağlı olup, pistonun yatay kuvvetinin doğrultusunu değiştirerek, tekerleğe iletir. Doğrultusu değişen kuvvet, düzlemde değişen kuvvet olur ve iki bileşene sahip olur. (28)'in dönme işi ifadesinde de, momentin iki kuvvet bileşeni ile nasıl oluştuğu görülmektedir. Motor dönmesinde, bir öteleme yapmadığından, öteleme işi sıfırdır. Eğer yük, motorun güç sınırının üstünde ise, motor dönmez ve yanar, değilse motor döner ve yanmaz...Birinci halde, motor dönmediği için, dönme işi sıfırdır, sanal akım bileşeni sıfırdır. Bütün akım termik iş yapar. Olay kısa devre olduğundan, devreden çekilen akım büyük olur ve motor yanar. İkinci halde dönme işi sıfır olmadığından, dönmeyi sağlayan sanal akım bileşeni, sıfırdan farklıdır. Termik iş yapan gerçel akım bileşeni azalır, dönme olduğundan kısa devre olmaz ve motor yanmaz. Bu iki bileşen akım, aynı iletkende akarlar, fakat karmaşık sayılarda olduğu gibi, birbirlerine karışmazlar. Senkron motorlarda yük, motorun gücünü aşmamak üzere, ne olursa olsun, açısal hız sabittir. Yapılan dönme işi, yükle orantılıdır. Dönme işi değiştikçe, devreden çekilen akım değişir. Çünkü motorun kutuplarına uygulanan, elektro-motor kuvveti, motorda oluşan zıt elektro-motor kuvvetini yenmeli ki, dönmeyi sağlayabilsin. Yük değişimi motorun güç sınırının altında olduğundan, devreden çekilen akım, yükle orantılı olarak değişir. Devreden çekilen elektrik enerjisinde ve yapılan dönme işinde akım çarpandır.

Akım bileşenleri arasında,

$$j^2 = j_1^2 + j_2^2$$

bağıntısı vardır. Eğer yük artınca gereken akımı hesaplamak istersek, yükün eriştiği $İ_d$ dönme işinin ve uygulama süresinin ve ya motorun devreden çektiği gücün bilinmesi gerekir. Üç tane bilinmeyen vardır. Bunlar e, j_1, j_2 bilinmeyenleridir. Bu üç bilinmeyen çözülmelidir. Üç denklemden ikisi,

$$İ_d = e\, j_2\, t \quad \text{veya} \quad P = e\,(j_1 + i\, j_2)\,, \qquad j^2 = j_1^2 + j_2^2$$

denklemleridir. $İ_d$ veya P bilinmelidir. Üçüncü denklem, motor senkronize olduğundan, açısal hız formülünün sabite eşitlenmesi ile oluşturulur.

Yukarda karmaşık sayılarla, kinematik formüller çıkarılmıştır. Bu işlemler, karmaşık sayıların kinematikle uygun düştüğünü gösterir. Çünkü kinematik yol, hız ve ivme kavramlarının üzerine kurulmuştur. Kütle katılmış kinematiğe, **dinamik** denilir. Kütle sayısal bir kavram olup, karmaşık sayıların vektör özeliklerini etkilemez. Karmaşık sayıların, Cauchy-Riemann (Kuvvet fonksiyonu süreklilik koşulu) diferansiyel denklemlerinin, dinamiğe uygulanmasında bir sakınca yoktur.

Bir vektörel alanda, kapalı bir eğri boyunca iş entegrallerinin her ikisi de sıfır ise, cismin hareketi için hiç bir enerji harcanmaz. Eğer iş entegrallerinden bir tanesi sıfırdan farklı ise, cismin hareketi için enerji harcamak gerekir.

Yerin Yörüngesi

Karmaşık sayıların yardımı ile Yerin yörüngesi, basit bir hesapla elde edilir. Yerin Güneş etrafındaki dönme işini hesaplayalım.

(33) $$F = -\,kMme^{i\theta}/r^2, \qquad s = re^{i\theta}$$

(34) $$dİ = F d\bar{s}\,, \qquad dİ = -\,kMme^{\,i\theta}(dr - i\, rd\theta)\, e^{-\,i\theta}/r^2\,, \qquad dİ = -\,kMm\,(dr / r^2 - i\, d\theta/r)$$

Gerçel terim öteleme işini, sanal terim de dönme işini verir.

(35) $$İ_d = kMm \int_0^{2pi} d\,\theta/r$$

Sanal terimin entegrali, kuvvet potansiyelli olduğundan, yola ve dolayısıyla r'ye bağlı değildir. M(p,π /2) noktasından başlayarak, tam bir dönü için, işi hesaplayalım. Entegralin yola bağlı olmaması için,

a) $$1/r = 1/p$$

r sabit olmalıdır. Yörünge çemberdir.

b) Sin x ve Cos x fonksiyonlarının, 0 dan 2π ye kadar entegralleri sıfır olduklarından, bunların doğrusal toplamları a) çözümüne eklendiğinde, entegral denklem sağlanır. Genel çözüm,

(36) $1/r = 1/p + k \cos\theta$, $r = p/(1 + e\cos\theta)$

yörünge bir koniktir.

Gerçel kısmın entegrali ile, gezegenin bir noktadaki hızı bulunur.

(37) $$\int_{r1}^{r} dE = -\int_{r1}^{r} kMmdr/r^2 ,$$

$$E = kMm(1/r - 1/r_1)$$

Yerin küçük eksen köşesindeki hızı V_0, Güneşe uzaklığı a (yarı eksen uzunluğu) olsun. Bu noktadaki ilk enerjisi ile, E enerjisi toplamının, herhangi bir noktada yapacağı kinetik iş,

(38) $$İ_ö = 1/2\, mV^2 = 1/2\, mV_0^2 + kMm\,(1/r - 1/a)$$

$$V^2 = V_0^2 + 2kM\,(1/r - 1/a)$$

olur. (18) ifadesinde normal ivme yerine, (44) ten Güneşin gezegene uyguladığı ivmeyi yazar, kısaltmalardan sonra, r = a, $V^2 = V_0^2$ yazarsak, gezegenin yörüngesi üzerindeki hızını buluruz.

(39) $V_0^2 = kM/a$, $V^2 = kM(2/r - 1/a)$

II GÜNEŞİN ENERJİ YASASI

Güneş Enerjisi

Sanal terimin entegrali, kuvvet potansiyelli olduğundan yola bağlı olmaz. Değeri, $2\pi kMm/r$ veya $2\pi Fr$ dir. İş entegrali sıfırdan farklıdır. Kutupsal koordinatlarda yapılan iş entegrali dönme işini verir. Çünkü entegralin diferansiyeli, yay elemanıdır, merkezsel kuvvete diktir. Bu sonuç, klasik mekaniğin çok kullanılan bir formülüdür. Potansiyelli bir vektörel alanda, kaynak veya kuyu içermeyen, kapalı bir yol boyunca, iş entegrali sıfırdır. Eğer kapalı yol, kaynak veya kuyu içeriyorsa, iş entegrali $2\pi Fr$ dir. Newton " Yer, Güneş etrafında dönmekle, kuvvet yörüngeye dik olduğundan, iş yapmaz, Güneş de hiçbir enerji harcamaz." der. Halbuki Güneş, Yeri çevresinde döndürmek için, enerji harcar.

Güneşte çekirdek tepkimelerinde patlama nedeni ile, potansiyel enerji açığa çıkar. Bu enerji Güneşin potansiyel enerjisine eklenir ve potansiyel enerji olarak, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılır. Uzay cisimlerine ivme uygulayarak geçer. Böylece Güneş, çevresinde dönen gezegenlere, yaptıkları işi karşılayacak, potansiyel enerjiyi vermiş olur.

Vakümle bir yerin havasını boşaltalım. Havanın var olduğu nokta ile yok olduğu nokta arasında, bir gerilim farkı doğar. Bu gerilim farkı havayı, var olduğu noktadan yok olduğu noktaya doğru, itici bir kuvvet doğurur. Bu kuvvete biz, basınç kuvveti diyoruz. Isı enerjisinin, var olduğu nokta ile yok olduğu nokta arasında, bir gerilim farkı doğar. Bu gerilim farkı, ısı enerjisini, var olduğu noktadan yok olduğu noktaya doğru, itici bir etki doğurur. Bu etkiye biz sıcaklık diyoruz. Güneşte, çekirdek tepkimelerinden, kütlenin yok olduğu nokta ile var olduğu nokta arasında, bir gerilim farkı doğar. Bu gerilim farkı kütleyi, var olduğu noktadan, yok olduğu noktaya doğru, itici bir kuvvet doğurur. Bu kuvvete biz, çekim kuvveti diyoruz.

Güneş, Yerin etrafında dönerek yaptığı işi, vereceği potansiyel enerji ile karşılayacaktır. Vereceği enerji, mekanik bir enerji olmalıdır. Isı enerjisi ile gezegeni döndürmesi düşünülemez. Güneşteki çekirdeksel tepkimelerde, üç türlü olay oluşur. Birinci olarak, ısı enerjisi açığa çıkar, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılır. Sıcaklık, ısı enerjisi yoğunluğu ile orantılıdır. Isı enerjisi, sıcaklık biçimine girer ve cisimlere geçer. İkinci olarak, çeşitli frekanslarda ışınlar ortaya çıkarlar, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılırlar, aydınlatma etkisi ile cisimlere geçerler. Üçüncü olarak, patlama ile mekanik enerji (potansiyel enerji) açığa çıkar, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılır, ivme uygulayarak cisimlere geçer. Burada ivme, enerjinin cisme geçmesi için biçimlenmesidir. Yani enerji, ivme biçimine girmiş ve cisimlere geçmiştir. İvme enerji türünden bir kavramdır. Isı enerjisinde sıcaklık ne ise, potansiyel enerjide de, ivme odur. Her ikisi de, enerjilerin yoğunluğu ile orantılıdırlar.

Güneşin merkezinde, birim yarı çaplı küre içindeki, çekirdek tepkimeleri ile oluşan enerjiyi göz önüne alalım. Bu enerji ışık hızı ve ışıma ile yayılacak ve A noktasına geldiğinde, birim kalınlığında, Güneş merkezli küre halkasını dolduracaktır. Küre halkasını dolduran enerjiye, enerji yoğunluğu veya enerji akısı adı verilecektir. Birim küre ve küre halkasının hacimleri,

(40) $$V_1 = 4\pi/3$$

$$V_2 = 4\pi/3\ ((r + 0,5)^3 - (r - 0,5)^3 = 4\pi r^2 + \pi/3$$

dür. $\pi/3$, r^2 yanında ihmal edilir. E_y enerji yoğunluğunu hesaplayalım. E_a azalan Güneş enerjisi ve dM yok olan Güneş kütlesi olmak üzere,

(41) $$E_a = dMc^2 , \qquad E_y = E_a\ (V_1/V_2) = E_a/3\ r^2$$

(c ışık hızı, Einstein formülü) dır. dM, M Güneş kütlesi ile orantılıdır.

(42) $$dM = pM , \quad E_y = dM\ c^2 /3\ r^2 , \quad E_y = p\ M\ c^2 /3\ r^2$$

Güneş merkezindeki birim yarı çaplı küre içinde bulunan enerji, A noktasına geldiğinde, yoğunluğu E_y olup, ivme etkinliği ile cisimlere geçer. a_k kaynağın A noktasında yarattığı ivme E_y enerji yoğunluğu ile orantılı olup,

(43) $$a_k = g\ E_y = g\ p\ M\ c^2/3\ r^2$$

olur. Kısaca yayılan potansiyel enerjinin bir A noktasındaki yoğunluğuna **ivme** denilir. Bütün sabitlerin çarpımı k ile gösterilirse,

(44) $$a_k = k\ M/r^2$$

olur. Bu ivme, Güneşin yayınladığı potansiyel enerjinin bir parçasıdır. Bu enerji, gök cismine giriş yapar, gök cisminin yayınladığı potansiyel enerji ile, aynı işarette olup, ona eklenir ve çekim katsayısı ile orantılı olarak, gök cismi bu ivmenin yarattığı kuvvetle çekilir. ..

Güneşin Enerji Yasası

Çekirdeksel tepkimelerle kütle yitiren Güneş, enerjilerinden birazını yitirir. Yok olan bu enerjiler, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılırlar. Uzay cisimlerine, bulunduğu yerdeki enerji yoğunluğu ve cismin kütlesi ile orantılı, kendi türünden bir ivme uygulayarak geçer. Örneğin ısı enerjisi sıcaklık, ışık enerjisi aydınlatma, potansiyel enerji çekim ivmesi, kinetik enerji sürükleme ivmesi, dönme kinetik enerji açısal ivme, dönme konum enerjisi doğrultma ivmesi ile cisimlere geçerler. Bu enerjiler ilerde gündeme gelecektir. Enerjileri taşıyan ışınlar, kaynaktan aldıkları genlik, frekans, renk, mekanik enerjilerde hız, ivme, açısal hız ve açısal ivme vektörlerinin doğrultularını ve yönlerini, şiddetlerini de uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak, yani kaynağın bütün fiziksel özeliklerini gittikleri yerlere taşırlar. Bu ışınlar bütün cisimlerden geçerler. Bu özelikler yasanın temel ilkeleridir (postülat).

Temel ilkelerin nedenlerini bilmiyoruz. Bunlar gözlemlerle uygunluğu görülmüş ve kanıtsız olarak kabul edilmiş gerçeklerdir. Newton, çekimin nedenini bilmiyordu. Çünkü çekirdeksel tepkimeleri bilmiyordu. Gözlemlerle uygun düşen bir formül koydu, adına da yasa denildi. Yukarda çekimin nedeni, ortaya konulmuştur. Çekim yasası artık yasa olmaktan çıkmış ve Güneşin enerji yasasının bir uygulaması olmuştur. Kepler yasalarının, çekim yasasından sonra, yasa olma niteliğini yitirip, çekim yasasının bir uygulaması olduğu gibidir. Ortaya konulan ilkeler, bilinir olduktan sonra, Güneş enerji yasası da, yasa olma niteliğini yitirecek ve bir uygulamadan ibaret olacaktır.

Güneşin yayınladığı enerjiler şunlardır. Isı, ışık, potansiyel, kinetik, dönme kinetik ve dönme konum enerjilerdir. Bunları sıra ile inceleyelim. Konumuz yalnız mekanik enerjiler olup, son dördüdür.

Potansiyel Enerji ve Kuvvet Tanımı

Bir A noktasında, Güneşin yayınladığı ısı enerjisi yoğunluğunu göz önüne alalım. Enerji yoğunluğu, sıcaklık biçimine girip, cisme geçecektir. Cisme geçen ısı enerjisi, cismin kütlesi ve ortamın sıcaklığı (ısı enerjisi yoğunluğu) ile orantılıdır. Bir A noktasında, Güneşin yayınladığı, potansiyel enerji yoğunluğunu göz önüne alalım. Enerji yoğunluğu, ivme biçimine girip, cisme geçecektir. Cisme geçen potansiyel enerji, cismin kütlesi ve ortamın ivmesi (enerji yoğunluğu) ile orantılıdır. Potansiyel enerji yayınlanan bir ortamda, bir maddesel noktanın hareketinde, birim yol başına, cisme geçen enerjiye veya yapılan işe, **çekim kuvveti**, birim kütleye etkiyen kuvvete de, maddesel noktanın **ivmesi** denilir, tanımı çıkarılır. Potansiyel enerjinin yayınlandığı Güneşin çekim alanında, bir cismi Güneş merkezinden r uzaklığında, A noktasına götürmek için yapılan işe, cismin A noktasında Güneşe göre, **potansiyel enerjisi** denilir.

(45) $F = m\, a_k$, $E_p = F\, r = m\, a_k\, r$

E_a azalan enerji, E_y enerji yoğunluğu, ivme, güç, F kuvveti, E_p potansiyel enerji, kavramlarının hepsi de, enerji türünden kavramlardır. Ancak boyutları farklıdır. Burada kuvvet ile enerjinin aynı türden kavramlar olduğu, açık olarak görülmektedir. Newton bunları ayrı kavramlar olarak yorumlamış ve Güneş, Yere çekim kuvveti uyguladığı halde, enerji harcamaz demiştir. Enerji harcamadan kuvvet uygulanamaz. Newton'un bu anlayışının etkisiyle olsa gerek, astronomi kitaplarının gök mekaniği bölümlerinde, enerji sözcüğü geçmez. Yalnız gelgit olayında geçer. Newton'un bu anlayışı yara aldıktan sonra, enerji kavramı, gök mekaniğine de girmiştir.

Bir Cismin Çekim Alanında Potansiyel Enerjisi

M kütleli bir cismin çekim alanında, M nine merkezinden r uzaklığında bir noktaya, m kütleli cismi, sonsuzdan çekim kuvvetiyle getirmek için yapılan işe, m kütleli cismin **çekim alanındaki potansiyel enerjisi** denilir.

(46) $W = -\, k\, M\, m/r^2\, dr$, $W = -\, k\, M\, (1/r_\infty - 1/r)$, $W = k\, M\, m/r$

Kuvvetle yolun değişim yönleri ters olduğundan, önüne eksi işareti gelmiştir.

Çekim Kuvveti (Çekim Yasası)

Güneş bir saniyede 4 280 000 ton kütle yitirmektedir. Güneş bir dakikada 1 Cm^2 ye 1,96 Çal ısı enerjisi gönderir. Bu değere Güneş sabiti denilir. Einstein formülünden, yukarda verilen yok olmuş kütle hesaplanır. Klasik fizikte bu hesap yapılırken, mekanik enerjiler hesaba konulmamıştır. Yiten kütle nedeni ile, Güneşin Karateliğe göre potansiyel enerjisi azalır ve yiten kütle büyük bir patlama ile mekanik enerjiye dönüşür. Açığa çıkan mekanik enerjiler, uzaya ışık hızı ve ışıma ile potansiyel enerji olarak yayılırlar. Güneşin enerji yasası gereğince, Güneş yukarda hesaplanan a_k ivmesini yaratır. Bu ivmenin anlamı, birim kütleye etkiyen kuvvet demektir. Aynı zamanda, çevrede bir vektörsel alan oluşur. Bu ivme, vektörsel alanın, çekim alanının A noktasındaki alan şiddetidir. Kuvvet (45) nedeni ile

(47) $F = m.\, _{ak} = -\, Mm/r^2$

olur. İvme kaynak doğrultusunda ve kaynak yönündedir. Kuvvet de aynıdır. Kuvveti, çekim alanının potansiyel enerjisinin türevinden de bulabiliriz. Potansiyelin gradiyenti, kuvvet alanıdır. r ye göre türev alınırsa, (46) nedeniyle

(48) $E_p = k\, M\, m/r$ $F = dE_p/dr = -\, kMm/r^2$

bulunur. – işareti, kuvvetin kaynak doğrultusunda ve yönünde olduğunu gösterir.

Yukarda Karadelik ve potansiyel enerji deyimleri geçti. Karadelik kavramı Güneşin yerini belirlemek için gereklidir. Bir karşılaştırma sistemidir. Karşılaştırma sistemi olmadan, bir noktanın yeri ve hareketi belirlenemez ve bu kavramların anlamı da olmaz. Karşılaştırma sistemi olarak Evrenin bütün gök cisimlerini de alabiliriz. Evrenin maddesel noktaları arasında çekim etkileşimi vardır. Bu nedenle maddesel noktanın yer değiştirmesinde, yer değiştirmeye karşı koyan, bir dirençle karşılaşılır. Bir maddesel noktanın yer değiştirmesinde bu direnç yenilir ve iş yapmak deyimi ile ifade edilir. Her işin yapılması, bir enerji gerektirir. Yapılan iş pozitif ise, maddesel nokta enerji kazanır, negatif ise, enerji harcar. Bir maddesel noktanın iki ayrı noktadaki konumları farklıdır. Çünkü birinden diğerine gitmesi için, bir enerji harcaması ve bir iş yapması gerekir. Bu farklı konum, maddesel noktaya verilecek **potansiyel enerji** kavramı ile belirlenir. Maddesel noktanın hareketinde, karşılaşılan farklı konum da, maddesel noktaya verilecek **kinetik enerji** kavramı ile belirlenir. Topaç (dönen bir cisim) için bu enerjiler, **dönme konum** ve **dönme kinetik** enerjiler adını alırlar. Güneşte oluşan çekirdeksel tepkimelerle kütle yok olur ve Güneşin Evrene göre enerjisi azalır. Azalan enerji uzaya ışık hızı ve ışıma ile yayılır, her enerji gök cisimlerine, kendi türünden bir ivme uygulayarak geçer.

Kuvvet formülündeki k sayısı, çekim sabitidir. Bu sabit Güneşteki çekirdek tepkimelerinin düzeyine bağlıdır. Güneş ve daha küçük yıldızlarda çekirdek tepkimeleri proton proton zinciri, büyük yıldızlarda ise karbon siklidir. İkincide yok olan kütle ve açığa çıkan enerji, çok daha yüksektir. Soğuk cisimler de, kütle yitirir ve birbirlerini çekerler. Bunu, çekirdeksel tepkimelerin üçüncü türü olarak sayabiliriz. Olay çok küçük olduğundan henüz laboratuara girmemiştir. Çekim kuvveti, ancak kütlenin yok olması ile, ortaya çıkan bir kuvvettir. Kuvvet, moment, ivme ve açısal ivme, enerji türünden oldukları için, bu etkinlikler, ancak enerji harcanarak uygulanabilir. Bu enerji de, yok olan kütlenin dönüştüğü enerjidir. Gezegenler Güneşe göre daha soğuk ve çekirdek tepkimeleri daha azdır. Bu farklılıklar göz önüne alındığında, çekim sabitinin farklı olması gerektiği anlaşılır. Rigelin yüzey sıcaklığı, 100 bin derece santigraddır. Çekim katsayısı Güneşle aynı olmaz. Çekim katsayısı, her iki gök cisminin de, çekirdeksel tepkimelerinin düzeyine, yani yok olan kütle miktarına bağlı bir sayıdır. Her iki gök cisminin ayrı birer çekim katsayısı vardır. Bunların çarpımı bu iki cismin, arasındaki çekim kuvvetinin çekim katsayısıdır. Çekim kuvveti her iki gök cisminin, çekim katsayıları ile orantılıdır.

Negatif elektrik, pozitif elektriği çeker. Güneş gezegenleri çeker. Gezegenlerle Güneşin yapısı aynıdır. Bugün laboratuarda, negatif hidrojen elde edilmiştir. Negatif hidrojene dayalı bir yıldız varsayalım. Bu yıldıza **negatif madde** denilir. Bu yıldızın, çekim katsayısı negatif olacak ve Güneş bunu itecektir. Bir de çekim katsayısı sıfır olan gök cismi varsayalım, buna da **nötr madde** diyelim. Nötr maddenin kütlesi, pozitif ve negatif kütlelerin geçiş noktasında olduğundan, sıfırdır. Güneş bu cismi çekmez. Güneşe, çekme gücü yoktur diyemeyiz. Ancak, nötr maddenin çekim gücü yoktur diyeceğiz. Anlamı, nötr maddeye yaklaşan bir cismin, çekim katsayısı küçülür. Her cisim zamanla kütle yitirir, hem kendisi ve hem de, çekim katsayısı küçülür

Çekim yasası altında, iki cisim bir diğerine elips bir yörünge çizdirir. Bu yörüngelerin odak noktası, iki cismin oluşturduğu sistemin kütle merkezi ve yarı büyük eksen uzunlukları da, cisimlerin kütle merkezine uzaklıkları olup, kütleleri ile ters orantılıdır. Güneşin, Yerin çekimi ile oluşturduğu elipsin yarı büyük eksen uzunluğu, 450 km dir. Güneşin yarı çapının 1/1500 dir. Bu elips, gözlenemediği için, iki yörünge olduğundan hiç söz edilmez. Çift yıldızlarda, kütleler yakın olduğundan, iki yörünge gözlenir ve iki yörüngeden söz edilir. Gerçekte iki tane çekim kuvveti vardır. Bunlar Güneşin ve Yerin çekim kuvvetleridir. Yerin yörüngesi üzerinde, bir A noktasında, Güneşin çekim kuvvetinin normal bileşeni, merkezkaç kuvvetle, teğetsel bileşeni de, Yerin eylemsizlik kuvvetiyle denge halindedirler. Yerin Güneşi çektiği kuvvet, boşluktadır. İkili sistemin iç dengesi yoktur. Eğer Yerin çekim kuvveti ile, Güneş de bir elips yörünge çizerse, Yerin çekim kuvveti de, benzer biçimde dengesini kuracaktır. Burada Yerin çekim kuvveti ile, Güneşin çekim kuvvetinin, aynı olduğu ileri sürülebilir. Bu defa da, çift yıldızların iç dengesi olmaz. Kuyruklu yıldızın Jüpitere düşmesi de, her ikisinin birbiri üzerine düşmesi biçiminde anlatılmalıdır. Her ikisinin de, yörüngeleri bozulmuş, ikili sistemin kütle merkezine doğru çekim kuvveti ile, yol almaya başlamışlardır. Kütle merkezinde karşılaşırlar ve orası birleşik cismin kütle merkezi olur. Jüpiterin aldığı yol, kütlesi ile ters orantılı olduğundan, gözlenemez.

Gezegenlere Güneşten, çekim kuvveti ile potansiyel enerji, sürükleme kuvveti ile kinetik enerji, dönme momenti ile dönme kinetik enerji, doğrultma momenti ile de, dönme konum enerjisi gelir. Potansiyel enerji, kuvvet, yol doğrultusunda ise, kinetik enerjiye dönüşür. Serbest düşmede, kuvvet yol doğrultusunda olduğundan, potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşmüştür. Çekim kuvvetinin getirdiği potansiyel enerji, teğetsel bileşen ile, kinetik enerjiye dönüşür ve gezegene öteleme işi yaptırır. Çünkü teğetsel bileşen hareket doğrultusundadır. Potansiyel enerji, normal bileşen ile gezegene dönme işi yaptırır. Gezegen Güneş etrafında döner.

Öteleme Mekaniğinin Dinamik Formülü (Newton Yasası)

Kütlesi m olan bir cisme, F kuvvetini uygulayalım. Cisim kütlesi ile ters orantılı bir ivme kazanır(Potansiyel Enerji ve Kuvvet Tanım paragrafında, ısı enerjisi ile karşılaştırma yaparak açıklandı). Bu ivme mekanikte tanımlanan ivmedir. (45) nedeni ile,

(49) $$F = m\, a_k = m\, d^2s/dt^2$$

olur. Kuvvet ve ivme arasındaki bu bağıntı, Güneşin enerji yasasından çıkarılmıştır.

Sürükleme Kuvveti (Sürükleme Yasası)

Güneşte çekirdeksel tepkimelerle, yok olan kütle nedeni ile, Güneşin Evrene göre hareketindeki, kinetik enerji azalır. Azalan bu kinetik enerji ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılır ve enerji yoğunluğuyla orantılı bir ivme uygulayarak, gök cisimlerine geçer. İvmenin doğrultusu ve yönü, kaynağın hızının doğrultusu ve yönüdür. Şiddeti de uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Etkileşme karşılıklıdır. Her iki gök cismi de, bu ivmeyi karşılıklı olarak birbirlerine uygularlar. Burada eşpotansiyel yüzeylere benzer, eşkinetik yüzeyler tanımlayalım. Potansiyeli aynı olan noktaların karşıtı, hız vektörü aynı olan gök cisimleridir. Hız vektörü aynı olan gök cisimleri, **eşkinetik yüzey** oluştururlar. Eşkinetik yüzey üzerinde bulunan gök cisimleri arasında, kinetik enerji geçişi olmaz. Eşpotansiyel yüzeylerde olduğu gibidir. Kinetik enerji, hız vektörü üzerine kurulmuş bir kavram olduğundan, hız vektörünün temel ögeleri, kinetik enerjinin de temel ögeleridir. Eşkinetik yüzey kavramı, kinetik enerjiye, düzey kavramını getirir. Belirli bir eşkinetik yüzey, başlangıç alınırsa, diğer eşkinetik yüzeylerin düzeyi, başlangıç eşkinetik yüzeye göre belirlenirler. Herhangi bir eşkinetik yüzeyin düzeyi, şiddet, doğrultu ve yön ögelerinin, başlangıç eşkinetik yüzeyin şiddet, doğrultu ve yön ögelerindan farkı ile belirlenir Eşkinetik yüzeyin düzeyi, üç bileşenli bir vektördür. **Bu vektöre eşkinetik yüzeyin düzeyi denilir**. Kinetik enerji düzeyleri farklı olan, gök cisimleri arasında, kinetik enerji geçişi, başka bir deyimle, kinetik enerji etkileşimi olur.

Azalan kinetik enerji yayınından elde edilecek ivmeye(enerji yoğunluğuna), **sürükleme ivmesi,** kuvvete de **sürükleme kuvveti**, denilecektir.

(50) $$E_a = dM\, V^2/2 = kM\, V^2/2 \quad , \qquad E_y = kM\, V^2/3r^2$$

(E_a azalan kinetik enerji, E_y enerji yoğunluğu). Bütün katsayılar h ile gösterilirse,

(51) $$a_k = g\, E_y \quad , \quad F = h\, Mm\, V^2/r^2$$

formülleri ile sürükleme ivmesi ve sürükleme kuvveti verilir. Eğer her iki gök cisminin hız vektörü eşitse, bunlar eşkinetik yüzey üzerinde olduklarından, aralarında enerji geçişi olmaz. Hız vektörleri farklı ise, etkileşme karşılıklı olduğundan, pozitif veya negatif enerji geçişi olur. Kutupları arasındaki, gerilimleri eşit veya farklı akülerin, paralel bağlanmaları gibidir. Bulunan sürükleme kuvveti, yayılı kuvvet olup, her birinden diğerinin her molekülüne uygulanır. Anlatımı kolaylaştırmak için, büyük gök cisminin diğeri üzerinde yarattığı sürükleme ivmesinden, küçüğünün büyük üzerinde yarattığı sürükleme ivmesi çıkarılacak ve fark ivme, küçüğe uygulanacaktır. Çünkü hızlar ve ivmeler aynı doğrultuda ve aynı yöndedirler. Etkili olacak ivme, ikisinin farkıdır. Bileşke sürükleme kuvvetinin yönü, hızı büyük olanın yönüdür. Güneşin hızı 20 km/sn olup, sabittir. Gezegenlerin, Güneşin hareket doğrultusundaki hız bileşenleri sabit olup, Güneşinkine eşittir. Güneş ve gezegenleri, eşkinetik yüzey oluştururlar. Hız vektörleri farklı ise, sabit olsun veya olmasın, aralarında pozitif veya negatif kinetik enerji geçişleri olacaktır. Fark ivme pozitif veya negatif olacağına göre, küçük gök cismi hızlanacak veya yavaşlayacaktır. Büyük gök cisminde hızlanma ve yavaşlama çok küçük olacağından, gözlenemez. Büyük gök cisminin etkilenme boyutları, kütlesi ile ters orantılıdır. Sürükleme kuvveti, eşit hızlarla, birlikte hareketi sağlamak için, kararlı denge etkenidir.

Gezegenler, Güneşin hareket doğrultusunda, sabit hızla gittikleri için, eşkinetik yüzey üzerinde bulunurlar, kinetik enerji düzeyleri aynıdır. Aralarında sürükleme etkileşimi yoktur. Ancak Ay için durum farklıdır. Çünkü Yer ivmelidir. Hareket doğrultusunda, pozitif veya negatif sürükleme etkinliği vardır Aya, Yerle ayni ivmeyi verecek kuvveti uygulayacak, klasik mekaniğe göre, yalnız Güneşin çekim kuvveti vardır. Yer – Güneş uzaklığı 23000R, Yer – Ay uzaklığı 60R dir. (R Yer yarı çapıdır). Güneşin Ay üzerinde çekim etkisi ile, karşımıza çıkan olumsuzluklar şunlardır.

1) Aya iki farklı noktadan kuvvet uygulanmaktadır. Kararlı denge olmaz, yörünge kapalı bir eğri değildir. Güneşin Aya uyguladığı çekim kuvveti, Yerin Aya uyguladığı çekim kuvvetinin, max uzaklıkta 2.2566, ortalama uzaklıkta 2.2684, min uzaklıkta 2.2803 katıdır. Bu nedenle Güneşin etkinliği göz ardı edilemez.
2) Ayın Güneşe uzaklığı 23000R + 60R ile 23000R – 60R arasında değişir. Farklı noktalardaki Güneşin Aya uyguladığı kuvvetin, yörünge teğeti üzerindeki izdüşümleri, farklı olacağından, Yerin ve Ayın ivmeleri de, farklı olurlar. Bu ivmeler mutlak değerce de farklıdırlar. Güneş, Yerin ivmesini, 23000R uzaklığından sağlamaktadır. Uzaklık farkı nedeni ile, Güneş, Yerin Aya uyguladığı kuvvetin, 0.0119 katı kadar, fazla veya eksik kuvveti, Aya uygulamaktadır,.Bu kuvvetlerin farkı, Ayı Yere göre, 15 gün hızlandırır, 15 gün yavaşlatır. Ayın hızlanma ve yavaşlama miktarları da, eşit değildir. Hızlanmayı sağlayan kuvvet, min uzaklıkta, Yerin Aya uyguladığı kuvvetin 0.0001 katı kadar daha fazladır. İç ve dış yörüngenin noktaları, Güneşe farklı uzaklıklarda olduklarından, aralarında yörünge elemanları simetrik değildir. Hızlanma daha fazladır. İç ve dış yörüngelerde hızlar simetrik olmadığından, yörünge kapalı bir eğri olmaz. Ay ile Yer arasında, hız vektörleri bakımından uyumsuzluk vardır. Güneşin etkinliği, yörüngeyi bozucu etkendir.
3) Güneşin Ay üzerindeki farklı etkinliği yok edilmediğinden, Ayın yörüngesi üzerinde değişiklik yapar, Ayın hızlanma fazlalığı, zaman içerisinde birikir, hız artar. Oluşacak merkezkaç kuvvetler, çekim kuvvetleri ile dengelenmez..

Bu açıklamalar, Ayın iki kuvvet etkisi altında, kuvvetlerin kararlı dengesinin ve iç yörünge ile dış yörünge arasında, simetrinin, olmadığını gösterir. Gerçekten, iki çekim kuvvetin etkisinde, dengenin diferansiyel denklem sistemi kurulsa, bu sistemin bir çözümü bulunamaz ve kararlı dengeye sahip bir yörünge, ortaya konulamaz. Bu özeliklerden yoksun olan bir yörüngede hareket sürekli olmaz, kararlı denge olmaz, gök cismine etkiyen kuvvetlerin bileşkesi daima sıfırdan farklı olur. Gök cismi, bu bileşkenin etkisi ile, hızlanarak hareket eder, uydu olmaktan kurtulur, gezegen olur. Bileşke kuvvet, ne kadar küçük olursa olsun, gök cismini gezegenden kurtulma hızına eriştirecek zaman vardır. Yani bu kural, uzak gezegenler için de geçerlidir.

. Güneş, çevresine yaydığı kinetik enerji ile, Yeri ve Ayı da, aynı doğrultuda, yönde ve şiddette sürükler. Bu hız vektörü, Güneşin, Yerin ve Ayın birinci hız bileşenidir. Güneş, Yere çevresinde, elips yörüngede bir hareket verir. Bu hareketin hız vektörü, Yerin ikinci hız bileşenidir. Güneş, Aya çevresinde hareket edeceği bir yörünge çizdirir. Bu hareketin hız vektörü, Ayın ikinci hız bileşenidir..Bu yörünge elips değildir. Çünkü Ayın Güneşe uzaklığı değişir. Bu yörünge üzerinde, kararlı denge yoktur. Kararlı denge, ancak elips(konik) yörüngeler üzerinde olur. Çünkü bir çekim kuvveti etkisinde, dengenin diferansiyel denklem sisteminin çözümü, yalnız koniktir. Hareket bileşenlerinden bir tanesinde, kararlı denge yoksa, bileşke harekette de, kararlı denge olmaz. Yer Aya, çevresinde elips yörüngede, bir hareket verir. Bu hareketin hız vektörü, Ayın üçüncü hız bileşenidir. Ayın üçüncü hız bileşeninin, elips yörünge çizdiği, gözlemlerden biliniyordu. Yer ve Ay, bu hız bileşenlerinin bileşkesinde hareket ederler. Yerin ve Güneşin çekim kuvvetlerinin yaptıkları bu işler, Ayın hareketi için gerekli olan işlerdir. Yalnız Güneşin Aya uzaklığı değiştiği, fakat Yere uzaklığı değişmediği için, Güneşin çekim kuvvetinin teğetsel bileşenleri ile, Aya ve Yere uygulanan ivmeler ve dolayısıyla hız vektörleri, yani kinetik enerji düzeyleri farklı olacaklardır. Güneşin bozucu etken olması, buradan gelmektedir. Bu anda Yer ile Ay arasında, hız farklılığı nedeni ile, iki gök cismi arasında, kinetik gerilim doğar ve kinetik enerji etkileşimi, yani sürükleme kuvveti uygulaması ile, kinetik enerji geçişi başlar ve eşkinetik yüzey oluşuncaya kadar sürer. Eşkinetik yüzey, kararlı hız dengesi konumudur, hızlar eşitlenir. Gerçekte, her ikisine de, sürekli olarak, birinden diğerine, sürükleme kuvveti uygulanır. Yörüngelerin kesim noktalarında, her ikisi de, Güneşe eşit uzaklıktadırlar ve hızları eşittir. Bu noktalarda Güneşin her ikisine de uyguladığı çekim ivmeleri eşit ve sürükleme kuvvetleri sıfırdır. Diğer noktalarda hızlanana yavaşlatıcı yönde, yavaşlayana da, hızlandırıcı yönde sürükleme kuvveti uygulanır. Uyguladıkları bu kuvvetler, uygulayanın kendi kütlesi ile doğru orantılı ve uygulananın kütlesi ile, kazanacakları hız bileşenleri, ters orantılı olacağından, küçükten büyüğe uygulanan sürükleme kuvvetleri, ihmal edilirler. Sürükleme kuvveti, kararlı hız dengesini, koruyucu etkendir. Bunun için, Ayın Güneşe uzaklığının değişimi nedeni ile, Ay üzerinde Yerden farklı oluşan, Güneşin eksik veya fazla ivmesinden kaynaklanan kuvvet farkını, yok eder. Böylece Güneş, Yere ve Aya, sürekli olarak, eşit uzaklıktan çekim kuvveti uyguluyormuş gibidir. Yer ve Ay birlikte hareket ederler, ikinci hız bileşenleri eşitlenmiş ve paralel olmuşlardır. Bugüne kadar ikinci hız bileşenleri arasında bir fark gözlenmemiştir. Bu sonuç sürükleme yasası sayesindedir. Ayın iç ve dış yörüngelerdeki, Güneşe uzaklığının değişimi ile oluşan hız farkları olsaydı, Ayın ikinci hız bileşenindeki hız artımı iç yörüngede büyük olduğundan, birikim yapar ve gözlenmesi gerekirdi.. İkinci hız bileşenlerinin eşitliği, ancak sürükleme kuvveti ile sağlanabilir. Sürükleme kuvveti ile, Güneşin bozucu etkisi yok edilmiş ve Ayın ikinci hız bileşeninin, Aya çizdirdiği yörünge de, elips olmuştur. Birinci hız bileşenleri sabit ve doğrusal hareket hızı olduklarından, oluşumu için kuvvet uygulaması yoktur. Ayın ikinci ve üçüncü hız bileşenleri, elips yörüngeler oluşturduklarından, Ay bu bileşenlerde kararlı dengededir. Bu üç bileşenin bileşkesinde de, Ay kararlı dengede olacaktır. Oluşacak merkezkaç kuvvetler, çekim kuvvetleri ile ayrı, ayrı dengeleneceklerdir. Yani Güneşin yarattığı merkezkaç kuvveti, Güneşin çekim kuvveti ile, Yerin yarattığı merkezkaç kuvveti de, Yerin çekim kuvveti ile dengeleneceklerdir. O halde Ay, yörüngesinde, sürükleme kuvveti sayesinde, kıyamete kadar hareketini sürdürecektir. Ay ve Yer sürükleme kuvvetini, Güneşe de uygularlar. Güneşi de, hız vektörleri doğrultusunda sürüklerler. Fakat Güneş uzak olduğu ve bu uygulama, küçükten büyüğe olduğu için, gözlenemez, ihmal edilir. Ayın sürekli ve düzgün hareketi, sürükleme yasasının kanıtıdır.

Çift yıldızlar, ikili sistemin ağırlık merkezi odak noktası olacak biçimde, küçük büyüğün çevresinde, büyük kendi halinde, küçüğün yörüngesi içinde, elips yörüngelerde dönerler. Her ikisi de, hareketli olduklarından, Ayda olduğu gibi, birinin diğerine olan uzaklığı değişir, yörüngeleri elips olmaz. Çünkü bir çekim kuvvetinin etkisinde, yörüngenin elips olması için, odak noktası ve ya aralarındaki uzaklık sabit olmalıdır. Güneş de yerinde sabit değildir. Fakat Güneş sabit hızla hareket ettiğinden, kendisine uyum sağlanması için, kuvvet uygulanması gerekmez. Çift yıldızların hızları ivmelidir. Bu nedenle kendisine uyum sağlamak için, kuvvet uygulanması gerekir, yörüngeler elips olmazlar, kararlı dengelerini kuramazlar. Fakat sürükleme kuvveti sayesinde, çift yıldızlardan biri diğerini, kendi hız vektörü ile sürükler ve elips yörüngelerin gereği olan uzaklık değişimleri dışında, konumları nedeni ile, aralarında var olan uzaklık değişmez. Çift yıldızlardan birinin diğerine göre hız vektörünün yörüngesi, elips olur ve kararlı dengesini kurar.

Çekim kuvveti ve sürükleme kuvveti aynı kaynaktan gelirler. Birincisi potansiyel enerji yayını ile, potansiyel enerji geçişi esnasında uygulanır. İkincisi ise, kinetik enerji yayını ile, kinetik enerji geçişi esnasında uygulanır. Her ikisi de, Güneş Enerji Yasasının uygulamalarıdır. İlerde anlatımı verilecek olan, dönme ve doğrultma momentleri de, aynı kaynaktan gelirler. Bunlar dönme kinetik ve dönme konum enerjilerinin, geçişi esnasında uygulanan momentlerdir, Güneş Enerji Yasasının uygulamalarıdırlar.

. Bu gözlemlerin ışığında, konulacak yargı şudur. Aya ve Yere, Güneşin ve Yerin çekim kuvvetlerinden başka, sürükleme kuvvetleri de etki eder. Ay, bu sürükleme kuvvetlerinin bileşkesinde, Güneş ve Yerle birlikte uyum içinde hareket ederler. Sürükleme kuvveti ile, birlikte hareketi sağlamak için, her gök cismi, kinetik enerji yayınlar, çevresindeki gök cisimlerinden, kinetik enerji düzeyi düşük olanlara kinetik enerji verir, yüksek olanlardan kinetik enerji alır ve hız vektörlerini eşit kılarlar. Böylece Güneşin Yere ve Aya verdiği farklı hız vektörleri eşitlenmiş olur.. Güneşin bozucu etkisi kalkar.

Dönme Momenti (Dönme Yasası)

Mekaniği iki alt kümeye ayıralım. Öteleme ve dönme olaylarını içeren bu alt kümelere, **öteleme mekaniği** ve **dönme mekaniği** diyelim. Bu iki alt küme, eş yapılıdır. Yani bir kümenin elemanları, diğerinin elemanlarının karşıtıdır. Örneğin yolun karşıtı açı, kuvvetin karşıtı moment, kütlenin karşıtı, hareket miktarının momenti (topaç), potansiyel enerjinin karşıtı, dönme konum enerjisi, kinetik enerjinin karşıtı, dönme kinetik enerjidir. İki alt küme arasında bire bir, bir dönüşüm kurulabilir. Bu dönüşümün, değişmez elemanı zamandır. Dönme momenti, sürükleme kuvvetinin dönme mekaniğindeki karşıtıdır.

Ekseni etrafında dönen cisimlere **topaç** denilir. Topaç, kütle yitirdiği için potansiyel enerji yayınında olduğu gibi, dönme kinetik enerji yayınlar. Güneş enerji yasasına uygun olarak, diğer topaçlar bu enerjiyi algılarlar. Açısal hız vektörleri farklı topaçlar arasında, dönme kinetik enerji etkileşimi vardır. Hızlarını(hız vektörlerinin şiddetlerini), doğrultularını ve yönlerini eşitlemeye çalışırlar.

Güneşin açısal hızı $2\pi/25$ rad/gün dür. Çekirdeksel tepkimelerle yok olan kütle nedeni ile Güneşin Evrene göre dönme kinetik enerjisinde azalma olur. Azalan bu dönme kinetik enerji,, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılır. Dönen gök cisimlerine bir açısal ivme uygulayarak geçer. E_a ve E_y daha önce olduğu gibi hesaplanır.

(52) $$E_a = d\dot{I}\, w^2/2 \quad , \qquad E_y = E_a/3r^2 = k\dot{I}\, w^2/6r^2$$

(dİ yiten kütle nedeni ile, yok olan eylemsizlik momenti, w açısal hız, k katsayı). Gezegeni etkileyen açısal ivme, Güneşin açısal ivme vektörünün, gezegen ekseni üzerindeki bileşenidir. Katsayıların hepsi birden f ile gösterilirse,

(53) $b_k = g\,E_y$, $M = f\,\dot{I}\,\dot{I}'\,w^2 \cos\alpha / r^2$

olur. (b_k Kaynağın yarattığı açısal ivme, İ' gezegenin eylemsizlik momenti, α Güneş ve gezegen eksenleri arasındaki açı). Merkür ve Venüste dönme, henüz belirginleşmemiştir. Buradan anlaşıldığı kadarıyla, f katsayısı çok küçüktür.

Sürükleme kuvvetinde hızlar, eşitleniyordu. Burada da aynı durum olmalıdır. Fakat Yerin Güneş üzerinde yaratacağı ivmenin çok küçük, Güneşin eylemsizlik momentinin de çok büyük olması ve f katsayısının da çok küçük olması nedeni ile, Yerin Güneş üzerinde etkinliği, ölçülemez. Ancak, sonsuz zaman sonra eşitlenir. Yerin ekseni etrafında dönmesi, Güneşin dönme momenti alanı oluşturduğunun kanıtıdır.

Gezegenlerin, eksenleri etrafındaki açısal hızları, ivmeli olduğundan, yaşları ile ilgilidir. Güneşin Evrene göre dönme kinetik enerjisi, kütle yok olması nedeni ile azalır, ışıma ve ışık hızı ile uzaya yayılır . Güneşin çevresinde bir moment alanı oluşur ve gezegenlere açısal ivme uygulanır. Momentin gezegene geçişindeki katsayı, çok küçük olup, laboratuarda ölçülemez. Ancak Güneş sisteminde gözlenebilir. Gezegene uygulanan çok küçük açısal ivme ile dönme, uzun zaman sonra belirginleşir ve zamanla hızlanır. Bu kurala yalnız Satürn ile Jüpiter uymazlar. Satürnün günü 10^h 14', Jüpiterin günü ise 9^h 50' dır. Satürnün gününün, daha yaşlı olması nedeni ile, daha kısa olması gerekirdi. Fakat, Güneş ekseni ile Jüpiterin ekseni arasındaki açı, Satürnün ekseni ile Güneş ekseni arasındaki açıdan daha küçüktür. Moment geçişinde bu açının kosinüsü çarpandır. Jüpitere moment geçişi daha fazladır. Bu nedenle Jüpiterin açısal hızı, Satürnünkinden daha büyüktür. Gezegenlerin eksenleri, Güneşin ekseni ile küçük açılar yaparlar. Nedeni Güneşin gezegenlere uyguladığı doğrultma momentidir. Gezegenlerin konik hareketi nedeni ile, Güneşe sınırlı uzaklıklarda bulunmalarının, dönme mekaniğindeki karşıtı, eksenleri de Güneş ekseni ile küçük açılar yapmalarıdır. Bu kurala yalnız Uranüs uymaz. Uranüsün ekseni yörünge düzlemine çok yakın olup, uyduları ekvator düzlemi içindedir. Güneş ve Uranüsün eksenleri dik durumdadırlar. Dönme yönü de diğer gezegenler ve Güneşle ters yöndedir. Yaş sırasında da değildir. Bu özelikleri ile, diğer gezegenlerden büyük farklılıklar gösterir. Buradaki açıklamalarla uyuşmaz. Bir tek açıklama olanağı kalıyor. Gezegen, Güneş sistemine dışardan girmiştir. Akla şu soru gelir. Gezegenin açısal hızı çok yüksektir. Uranüsün günü 10^h 49' dır. Güneşin moment alanı, açısal hızı niçin düşürmedi? Moment geçişinde, eksenler arası açının kosinüsü çarpandır. Bu açı dike çok yakın olduğundan, Güneşin moment alanından, Uranüse moment geçişi sıfırdır. Güneşin moment alanında, Uranüsün açısal hızı korunur. Uranüs Samanyolu gökadasının bir yıldızından fırlatılmalıdır. Çünkü uydular gezegenlerin patlayarak parçalanmasından oluşurlar. İlerde söz konusu edilecektir. Gezegenler ise, yıldızlardaki patlamalarla oluşurlar. Bu nedenle gezegenlerin hızı, uyduların hızından çok yüksektir. Bir uydu gezegenin çekim alanından kurtulabilir, fakat Güneşin çekim alanından kurtulamaz. Bir gezegen, kendisini fırlatan yıldızın çekim alanından kurtulabilir, fakat gökadasının merkezindeki Karadeliğin çekim alanından kurtulamaz. Uranüs, Samanyolu gökadasındaki bir yıldızdan, sonsuza fırlatılmıştır. Bu yıldızdan uzaklaştığı için, bu yıldızın moment alanı etkisinde değildir. Uranüs bu kadar yüksek açısal hızı, hangi moment alanının etkisinde kazanmıştır? Bu konu ilerde gündeme gelecektir. Uranüsü bu açısal hıza yükselten, Karadeliğin moment alanıdır. Karadeliğin moment alanı ile, Güneşin moment alanının eksen doğrultuları aynı değildir. Çünkü Uranüs ile Güneşin eksenleri dike çok yakındır. Diğer gezegenlerin açısal hızları, Güneşin dönme momentinin etkinliği altında oluşmuştur, fakat eksenleri paralel değildirler. Başlangıçta eksenleri paralel olabilirler. Zamanla Güneşin ve Karadeliğin doğrultma momentlerinin etkisi ile doğrultularını değiştirirler. Güneşin ekseni etrafında dönmesi, Karadeliğin moment alanının etkisi iledir. Fakat eksenlerinin paralel olması zorunlu değildir.

Yerin sürükleme kuvveti alanı ile dönme sağlanamaz. Moment alanı zorunludur. Dönme hareketi için, Yerin açısal hız vektörünün düşey bileşeninin, Yer çekimi ve Yerin sürükleme alanında olduğu gibi, yayınladığı dönme kinetik enerji ile, moment alanı yaratır ve suyun girdap hareketi, bu yayının dönme yasasının kanıtıdır.

Televizyonda yayınlanan bir habere göre, bir girişimcimiz yakıtsız motor yapmış. Gazeteler bu haberi Con Ahmetlik olarak topluma duyurdular. Con Ahmet olan girişimcimiz değil, Con Ahmet olan üniversitedir. Ben dönme yasasını 1964 de yayınladım. Olay dönme yasasının bir uygulamasıdır. Benim fiziksel yasalarım hala üniversiteye giremedi. Çünkü üniversiteden beyinler göçmüştür, yalnız Con Ahmetler kalmıştır.

Yer ekseni etrafında döner. Bu dönme ivmelidir. Satürnün dönme peryodu 10^h. 14^m, Jüpiterin dönme peryodu 9^h. 50^m dır. Yer de bu gezegenlerin yaşına geldiği zaman, dönme peryodu 24 saatten, 10 saate düşecektir. İvmeli bir dönme için, bir enerji harcanması zorunludur. Bu dönme sonsuzdan geliyor, sonsuza kadar da gidecektir. Buradan Güneşin gezegenlere, dönme momenti uyguladığı anlaşılır. Bu olay Con Ahmetlik değildir. Yerin bu dönmesi için gerekli olan enerjiyi, Güneş yayınladığı dönme kinetik enerjisi ($İ\omega^2/2$) ile karşılar. Olay Yerle Güneş arasında olan, dönme kinetik enerji etkileşimidir. Erke adı altında yapılan motorun yaptığı iş de, Yerin yayınladığı dönme kinetik enerji ile karşılanır. Yerin dönme kinetik enerji yayınının temelinde, çekirdeksel tepkimelerle yok olan kütle vardır. Mağma tabakasında gerçekleşen çekirdeksel tepkimeler ile, Yer bir miktar kütle yitirir ve Güneşe göre potansiyel enerjisi azalır. Eksilen potansiyel enerji, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılır. Uzayın bir A noktasında oluşan potansiyel enerji yoğunluğu, bir maddesel noktaya, ivme etkinliği ile, kütlesi ile orantılı çekim kuvveti uygular ve yapılan işin enerji karşılığı olur. Düşen bir elmanın yaptığı işin enerji karşılığı, sözü edilen Yerin yayınladığı potansiyel enerjidir. Yakıtsız motorun yaptığı işle, düşen elmanın yaptığı iş, aynı kaynaktan gelen enerji yayını ile karşılanırlar. Yerin yok olan kütlesi ile, Yerin eylemsizlik momenti küçüleceği için, Yerin açısal hız vektörünün düşey bileşeninin yayınladığı, dönme kinetik enerjisi ve dönme konum enerjisi de azalırlar. Eksilen bu enerjiler, ışık hızı ve ışıma ile uzaya yayılırlar. Bu yayılma sırasında, her yere kaynağın hız ve ivme vektörlerini taşırlar. Uzayın bir A noktasında oluşan, dönme kinetik enerji yoğunluğu ve dönme konum enerji yoğunluğu, açısal ivme etkinliğinde olup, bir topaca eylemsizlik momenti ile orantılı, dönme momenti ve doğrultma momenti uygularlar, bu enerjileri topaca geçirirler, yapılan dönme işinin ve presesyon işinin enerji karşılığı olurlar.. Olaylar dönme yasasının ve doğrultma yasasının bir uygulamasıdırlar. Yerin açısal hız vektörü, doğrultma momenti uygulaması ile, jiro pusulasının kuzeyi göstermesini, düşey bileşeni de, doğrultma momenti uygulaması ile topacın presesyon hareketini, dönme momenti uygulaması ile de, suyun girdap hareketini ve yakıtsız motorun dönme işini sağlar,.Bu işleri Yerin yayınladığı dönme kinetik ve dönme konum enerjileri yaparlar.

Doğrultma Momenti (Doğrultma Yasası)

Topaç, ekseni etrafında dönerken, düşey düzlem içinde, ekseni biraz itelim. Topaç, düşey eksen etrafında, konisel bir hareket yapmağa başlar. Bu harekete, **presesyon** hareketi denilir. Saptırılan topaç ekseninin düşeyle yaptığı açı, belli bir sınırın altında ise, topaç presesyona girmez, eksen hemen düşey duruma gelir. Topaç eksenini, düşey kılmağa yönelen bir moment uygulandığı görülür. Bu momente, **doğrultma momenti** denilecektir. Eğer topaç, presesyon hareketi yapıyorsa, topaca etki eden dış kuvvetlerin, topacın uç noktasına göre momentlerini dengeleyen bir moment belirir. Bu moment doğrultma momentidir. Jiro pusulanın kuzeyi göstermesi için, pusulaya uygulanan moment doğrultma momentidir.

Çekim kuvvetinin dönme mekaniğindeki karşıtı, doğrultma momenti ve konik hareketin karşıtı da, presesyon hareketidir. Newton, çekim kuvvetini, iki cisim arasıda, uzaklığı sıfır kılacak yönde, karşılıklı etkileşim olarak tanımlar. Bunun karşıtı olan doğrultma momentini de, iki topaç arasında, yani ekseni etrafında dönen iki cisim arasında, eksenleri arasındaki açıyı sıfır kılacak yönde, karşılıklı etkileşim olarak tanımlayalım. Bulunduğumuz yerin düşeyi üzerinde, Yerin açısal hız vektörünün bileşeni vardır.

Tanım: İki topaç arasında, eksenlerini paralel kılmağa yönelen etkileşime, **doğrultma momenti** denilir. Bu momenti iki topaç arasında görmek, küçüklüğü ve Yerin açısal hız vektörünün düşey üzerindeki bileşeni nedeniyle, mümkün değildir. Ancak, Yerle topaç arasında belirgin olarak görülür. Eksenleri paralel olan topaçlar arasında bu etkileşim, paralelliğin bozulmaması, kararlı dengenin sağlanması yönündedir. Düşey, topaç eksenlerinden biridir.

Her hangi iki topacı ve bunların hareket miktarlarının moment vektörlerini göz önüne alalım. Birinci vektörü, iki bileşene ayıralım. Birinci bileşen ikinci vektörün doğrultusunda, ikinci bileşen de, buna dik olsun. Birinci bileşen ikinci vektöre paralel olduğundan aralarında topaç etkileşmesi olmayacaktır. İkinci topaç ile topaç etkileşmesi, yalnız ikinci bileşenle olur. Topaçların karşılıklı etkileşimiyle ortaya çıkan moment ifadesinde, topaç eksenlerinin oluşturduğu açının sinüsü çarpan olacaktır. Çünkü dik bileşenin ifadesine, vektörler arası açının sinüsü gelir. Bu nedenle doğrultma momenti, iki topacın hareket miktarının momenti vektörlerinin, vektörel çarpımı olacaktır. İlerde işaret özeliklerinin de, vektörel çarpımla uygun düştüğü görülecektir.

Öteleme mekaniğinde, potansiyel enerji kavramı vardır. Bu enerjiye gereksinim duyulmasının nedeni, cisimlerin Yer çekimi alanında, konumlarının değer taşımasıdır. Konum enerjisidir. İki topaçtan birinin, diğeri üzerinde uyguladığı doğrultma momenti nedeni ile, birinin diğerine göre eksenler arasındaki açısı, yani açısal konumu, değer taşır.

Doğrultma momentinin etkinliği, uzayda Euler formülleri ile hesaplanmaktadır. Bu hesaplarda etkin olan, dönen cismin hareket miktarının momentidir(Dönme impulsu). Topacı etkileyen dış kuvvetlerin momenti ifadesinde, hareket miktarının momenti çarpandır. Dönme mekaniğinin dönme olaylarında, kütlenin karşıtı olarak hareket miktarının momenti gelir. Çünkü dönmesi olmayan bir cisim, dönme mekaniğinin bir elemanı olmaz. Dönmesi olmayan cisimler arasında, doğrultma momenti doğmaz. Buradaki hesaplarda da, kütlenin karşıtı olarak, hareket miktarının momenti gelecektir. Yerin, bulunduğumuz yerin düşeyi üzerinde, açısal hız vektörünün bileşeni, yukarda açıklandığı gibi, kütle yitirmesi nedeni ile, enerji yayınlar. Bu enerjiye **dönme konum enerjisi** denilecektir. Düşeyle **v** açısı yapan bir doğrultuda, dönme konum enerjisi yoğunluğu, topaç ekseni üzerinde bir açısal ivme(dönme konum enerjisi yoğunluğu) yaratır. Bu açısal ivmeye **doğrultma ivmesi** denilecektir. Şiddeti açısal ivmenin şiddeti, rad/sn^2, doğrultusu açısal ivmenin uygulandığı düzleme dik doğrultu, yönü matematik dönme yönünde pozitif olan vektör, doğrultma ivmesi vektörüdür. Doğrultma ivmesi, enerji yoğunluğu ile orantılı, sayısal bir kavramdır. Ancak enerjiyi yayınlayan ışınlar, kaynağın hız ve ivme kavramlarında, doğrultu ve yön özeliklerini gittikleri yerlere taşıdıkları, ilke(postüla) olarak kabul edilmişti. Bu nedenle ışınların getirdiği hız ve ivmeler, kaynağın hareket doğrultusunda ve yönünde vektörlerdir. Yerden topaca geçen dönme konum enerjisi, **v** (topaç ekseni ile düşey arasındaki açı vektörü olup, üzerinde bulunduğu düzleme dik doğrultuda, radyan değeri kadar şiddetinde ve matematik dönme yönünde pozitif olan, bir vektördür) doğrultusundaki ortamın doğrultma ivmesi (dönme konum enerjisi yoğunluğu) $\mathbf{b}_k$, topacın hareket miktarının momenti ve topaç eksenleri (biri düşey) arasındaki açının sinüsü ile orantılıdır. Dönme konum enerjisinin yayıldığı ortamda, radyan başına topaca geçen enerjiye, **doğrultma momenti** denilecektir. Doğrultma momenti ile topaç eksenini, düşeyden, **v** doğrultusuna getirmek için yapılan dönme işine, topacın **v** doğrultusundaki **dönme konum enerjisi** (dönme potansiyel enrjisi) denilecektir.

(54) $\mathbf{M} = (\dot{I}\mathbf{w})\Lambda\mathbf{b}_k$ $\qquad E_{dk} = [(\dot{I}\,\mathbf{w})\,\mathbf{b}_k\,\mathbf{v}]$

(E_{dk} dönme konum enerjisi, İ topacın eylemsizlik momenti, **w** topacın açısal hızı, $\mathbf{b}_k$ Yer düşeyinin yarattığı açısal ivme), Birinci, dış çarpım, ikinci ise karma çarpımdır.

. E_a azalan enerji, E_y enerji yoğunluğu veya $\mathbf{b}_k$ doğrultma ivmesi, güç, **M** doğrultma momenti, yani hareket miktarının momenti (İ **w**), topaca geçen enerji kavramlarının hepsi de, enerji türünden kavramlardır. Ancak boyutları farklıdır.

Yerin, mağma tabakasında olan, çekirdeksel tepkimeler ile açığa çıkan ve uzaya yayılan enerjiler içinde, dönme konum enerjisi de vardır. Yerin açısal hız vektörünün düşey üzerindeki bileşeni de, aynı özeliklere sahiptir. Topaca, düşeyin yayınladığı enerjinin etkinliğinden korumak için, jiro-pusulasında olduğu gibi, Yer eksenine, paralel düzlem içinde, hareket serbestliği sağlanarak, Yer ekseninin topaç etkinliği görülebilir. Burada topacın düşeye göre olan dönme konum enerjisi incelenecektir.

. Ekseni düşey eksen ve tepesi düşey eksen üzerinde olan koni yüzeylerine, **eşkonumlu yüzeyler** denilecektir. Eşkonumlu yüzeylerde $\mathbf{b}_k$ açısal ivmesini, eşkonumlu yüzeylere gelen enerji yoğunluğunu veya enerji akısını bulalım. Küresel koordinatların kutup ekseni, düşey doğrultu, v zenit açısı ve u da azimut açısı olsun.

(55) $x = a \text{ Cos } u \text{ Sin } v \qquad y = a \text{ Sin } u \text{ Sin } v \qquad z = a \text{ Cos } v$

(56) $dS = a^2 \text{ Sin } v \, du \, dv$

Ekseni düşey eksen ve tepesi topacın ucu, aynı zamanda koordinat merkezi olan koninin tepe açısı 2e olsun. Zenit açıları v – e ve v + e, tabanı küre kapağı olan ikinci halka koniyi göz önüne alalım. Birinci koni içinde azalan dönme konum enerjisi, yayılarak ikinci halka koniyi doldursun. Birinci konide v yi, 0 dan 2e ye kadar, ikinci halka konide v yi, v – e den v + e ye kadar ve u yu da, sıfırdan 2π ye kadar entegral alınırsa, tabanı küre kapağı, yüksekliği küre yarı çapı olan konilerin hacimleri hesaplanır.

(57) $V_1 = 2\pi a^3 (1 - \text{Cos } 2e) /3 = 2\pi a^3 (2 \text{ Sin}^2 e)/ 3$

$V_2 = 2 \pi a^3 (\text{Cos } (v - e) - \text{Cos}(v + e)]/3 = 4\pi a^3 \text{ Sin } e \text{ Sin } v/3$

Enerji halka koniye geldiği zaman, yoğunluğu ve yaratılan açısal ivme,

(58) $E_y = E_a V_1/V_2 = E_a \text{ Sin } e/\text{Sin } v$, $\quad \mathbf{b}_k = \mathbf{g}\, E_y = \mathbf{g}\, E_a \text{ Sin } e/\text{Sin } v$

olur.

Yerin yayınladığı dönme konum enerjisi, hem yer ekseni ve hem de bunun bir bileşeni olan, düşey eksen boyunca yayınlanır. Düşey eksen üzerindeki yayın, asıl eksendeki yayının izdüşümüdür. Yeni bir yayın değildir. Düşey eksenin yayınladığı dönme konum enerjisinin, topaç ekseni doğrultusunda yarattığı, enerji yoğunluğu ve açısal ivme,

(59) $E_a = (d(\dot{I}_o\, \mathbf{w}_o \text{ Sin } \varphi)\, \mathbf{c}_k\, \mathbf{u}] = k ((\dot{I}_o\, \mathbf{w}_o \text{ Sin } \varphi)\, \mathbf{c}_k\, \mathbf{u}]$, $\quad E_y = k ((\dot{I}_o \mathbf{w}_o \text{ Sin } \varphi)\, \mathbf{c}_k\, \mathbf{u}]\text{Sin } e/\text{Sin } v$

$\mathbf{b}_k = \mathbf{g}\, E_y = \mathbf{g}\, k ((\dot{I}_o\, \mathbf{w}_o \text{ Sin } \varphi)\, \mathbf{c}_k\, \mathbf{u}]\text{Sin } e/\text{Sin } v$

olur. (d ($\dot{I}_o \mathbf{w}_o$ Sin φ) Düşeyin yok olan hareket miktarının momenti, e seçime bağlı, $\mathbf{c}_k$ ve **u** da Güneşe ait açısal ivme ve eksenler arası açı, φ bulunduğumuz yerin enlem açısı). Yerin açısal hız vektörünün düşey üzerindeki bileşeni için, Sin φ çarpanı gelmiştir. Düşeyin, topaç ekseninin düşeyden **v** açısı kadar saptığı doğrultuda, yarattığı açsal ivmeyi bulalım. Katsayıların hepsi p ile gösterilsin.

(60) $\mathbf{b}_k = \mathbf{g}E_y = p\, (\dot{I}_o \mathbf{w}_o \text{ Sin } \varphi)/\text{Sin } v$

(54) yardımı ile,

(61) $\mathbf{M} = (\dot{I}\mathbf{w})\, \Lambda\, \mathbf{b}_k = p\, (\dot{I}\, \mathbf{w})\Lambda(\dot{I}_o \mathbf{w}_o \text{ Sin}\varphi)/\text{Sin } v$

(62) $|\mathbf{M}| = p\,(İ\,|\mathbf{w}|)\,(İ_o|\mathbf{w}_o|\ \mathrm{Sin}\ \varphi)\ \mathrm{Sin}\ v\ /\mathrm{Sin}\ v = p\,(İ\,|\mathbf{w}|)\,(İ_o\,|\mathbf{w}_o|\ \mathrm{Sin}\ \varphi\,)$

M doğrultma momentinin şiddeti, **v** zenit açısına bağlı olmayıp, sabittir.

Her hangi iki topaç arasında oluşan doğrultma momenti, eksenler kesişiyorsa,

(63) $\mathbf{M} = p\,(İ_1\mathbf{w}_1)\ \Lambda\ (İ_2\mathbf{w}_2)/\mathrm{Sin}\ v\ ,\qquad |\mathbf{M}| = p\,(İ_1|\mathbf{w}_1|\,)\,(İ_2|\mathbf{w}_2|)$

olur. Eksenler kesişmiyorsa ve eksenlerin ortak dikmesinin uzunluğu r ise,

$$|\mathbf{M}| = p\,(İ_1|\mathbf{w}_1|)\,(İ_2|\mathbf{w}_2|)\,/(3r^2)$$

olur.

Yerdeki topacın ekseni doğrultusundaki, düşeye göre dönme konum enerjisi, ivme değiştiğinden, diferansiyel ile tanımlanmalıdır. **v** topaç ekseni ile düşey arasındaki açısal vektör olmak üzere, (62) nedeni ile,

(64) $dE_{dk} = p\,[(İ\mathbf{w})\quad (İ_o\mathbf{w}_o\ \mathrm{Sin}\ \varphi\,)/\mathrm{Sin}\ v\quad d\mathbf{v}] = p\,(İ|\mathbf{w}|)\,(İ_o|\mathbf{w}_o|\ \mathrm{Sin}\varphi)\ |d\mathbf{v}|\,)$

enerjinin diferansiyelidir. Karma çarpım içinde bulunan **M** doğrultma moment vektörü ile **v,** d**v**/dt ve $d^2\mathbf{v}/dt^2$ vektörleri aynı doğrultuda ve aynı yöndedirler. Çünkü **v** açısal vektörü, topaç eksenlerinin açısal vektörü olup, **M** doğrultma moment vektörü ile kat edilmektedir. Karma çarpımdan gelecek kosinüs çarpanı birdir. $\mathbf{w}_o$ ve **w** açısal hızları sabit olduğundan, entegral,

(65) $E_{dk} = p\,(İ\,|\mathbf{w}|)\,(İ_o\,|\mathbf{w}_o|\ \mathrm{Sin}\ \varphi)\,(|\mathbf{v}| - |\mathbf{v}_o|)$

olur. Eğer Yer ile Güneş arasında hesaplama yapılırsa, fazladan paydaya $3r^2$ gelir. (r Yer – Güneş uzaklığıdır.) Çünkü topaç ile düşey eksenin ortak noktası olduğundan, arada uzaklık etkeni olmayıp, yalnız açısal etken vardır. Güneşte, eksenler kesişmediğinden, uzaklık etkeni de gelir.

Dönme mekaniğine göre, ekseni etrafında dönebilen bir cismi etkileyen **M** momenti, o cisme, eylemsizlik momenti ile ters orantılı bir açısal ivme kazandırır.

(66) $\mathbf{M} = İ\mathbf{b}$

(İ eylemsizlik momenti, **b** açısal ivme). (54) ve (66) karşılaştırıldığında, kaynağın yarattığı $\mathbf{b}_k$ ivmesinin, mekanikte tanımlanan açısal ivme olmadığı, değişik boyutta bir açısal ivme olduğu görülür. Bu açısal ivme, doğrultma ivmesi olup, açısal hız boyutu ile çarpıldığında, mekanikte tanımlanan **b** açısal ivmesi elde edilir. Formülde geçen p katsayısının boyutu vardır. Sayısal değildir. Bu katsayının boyutu sonuçlara uygun olarak belirlenir. Doğrultma ivmesinin farklı boyutta olması doğaldır. Çünkü Yer çekim ivmesi, bütün cisimleri etkiler. Doğrultma ivmesi ise, yalnız topacı etkiler. Doğrultma ivmesi, önce hiçbir cismi etkilemez. Topaçla karşılaştığı zaman, topacın açsal hızıyla çarpılır, yani birleşir, mekanik açısal ivme oluşur ve açısal ivme etkinliği başlar. Doğrultma ivmesine **sanal ivme,** mekanikte tanımlanan ivmeye de **gerçel ivme** denilir. (54) deki ivme ve moment sanal, (66) daki ivme ve moment gerçeldir. (67) de ikisi arasındaki bağıntı verilmiştir.

Çekim kuvveti ve sürükleme kuvveti alanları ile, doğrultma ve presesyon hareketi sağlanamaz. Moment alanı zorunludur. Yerin yayınladığı çekim kuvveti alanında olduğu gibi, Güneş ve Yer, topaç olarak doğrultma momenti alanı yaratırlar. Topacın presesyon hareketi ve jiro pusulasının kuzeyi göstermesi, doğrultma yasasının kanıtı olurlar..

Dönme Mekaniğinin Dinamik Formülü

Ekseni etrafında dönen topacın açısal hızı **w** olsun. Topaca, dönme eksenine dik olan ikinci bir eksen etrafında döndürmek için, bir **M** momenti uygulayalım. Topaç yalnız kendi ekseni ve ikinci eksen etrafında dönme serbestliğine sahip olsun. Topaç ekseni, bu uygulama ile **v**(t) radyan kadar dönsün. Topaca uygulanan **M** momenti, topaç eksenine, topacın hareket miktarının (İ**w**) momenti ile ters orantılı, bir açısal ivme kazandırır. Bu açısal ivme doğrultma ivmesidir, sanal ivmedir. (54) nedeni ile,

(67) $\mathbf{M} = (İ\mathbf{w})\Lambda\mathbf{b}_k = (İ\,|\mathbf{w}|)\,(\mathbf{w}\,/\,|\mathbf{w}|\,)\Lambda\mathbf{b}_k = (İ\,|\mathbf{w}| + İ_2\,)d^2\mathbf{v}/dt^2,\quad (\mathbf{w}\,/|\mathbf{w}|)\Lambda\mathbf{b}_k = d^2\mathbf{v}/dt^2$

olur. ($İ_2$ Topacın dışındakilerin, yani dönmeyen kısımların, yalnız ikinci eksen etrafında dönen kısımların, ikinci eksene göre eylemsizlik momenti). **M** nin ifadesindeki son değer, gerçel açısal ivmenin etkilediği bütün terimlerin alınmasıyla yazılmıştır. |**w**| topacın açısal hız vektörünün şiddeti olup, sayısal bir kavramdır. İ |**w**| topacın yeni eksene göre kazandığı eylemsizlik momentidir. İ |**w**| artık hareket miktarının momenti değildir. Çünkü boyutu eylemsizlik momentinin boyutudur. Topaç ikinci bir eksen etrafında dönmeye zorlanırsa, önceki eksen etrafındaki eylemsizlik momentinin |**w**| katına, yeni kazandığı eylemsizlik momenti de eklenir. Diğer çarpanın mutlak değeri bir olup, boyutu açısal hız vektörünün boyutudur. Sanal ivme ile çarpımı, mekanikte tanımlanan açısal ivmedir, gerçel ivmedir. Topaç, açısal hızının şiddetini eylemsizlik momentine vermiş ve yeni bir eylemsizlik momenti kazanmıştır. Açısal hız boyutunu da, sanal ivmeye vermiş ve onu gerçel ivme yapmıştır. Yeni elde edilen büyüklüklerle, topacın açısal hızı yokmuş gibi işlemlere girilmelidir. Bu hareketin doğal örneği, presesyon hareketine girmemiş bir topacın ekseninin, Yerin doğrultma momentinin etkisi ile, düşey duruma gelmesidir.

Topaca **M** momenti uygulayacağımız yerde, topaç üzerinde **M** momenti ile eşdeğer olacak, doğrultma ivmesi yayınlayan bir topacın olduğunu varsayalım. Yukarda verilen işlemler, benzer biçimde sıralanacak ve aynı sonuca ulaşılacaktır. (67) formülü de Güneşin enerji yasasından çıkarılmıştır.

Eğer topaç, kendi ekseni ve yalnız ikinci eksene dik bir üçüncü eksen etrafında da dönebiliyorsa, serbestlik kısıtlanmışsa, yukardaki olay geçekleşmez, Poinsot teoremi gerçekleşir. **Bir topaç eksenini, etkisi altında bulunduğu dış momentlerin bileşkesinin doğrultusuna ve yönüne getirmeye çalışır.** Doğrultma momentinin tanımında geçen, iki topacın karşılıklı etkileşmesi, Poinsot teoremini sağlar. Sözü edilen momentin etkisi ile topaç ekseni, üçüncü eksen etrafında döner.

$$\mathbf{M}_x = (d\mathbf{u}_y/dt) \Lambda (\dot{I}\mathbf{w})$$

($\mathbf{M}_x$ yz düzleminde uygulanan moment vektörü, $\mathbf{u}_y$ xz düzleminde kat edilen açı vektörü). Poinsot, vektörel özelikleri dikkate almamıştır. Bu olayda topaç ekseni, uygulanan momentin şiddeti ile doğru, hareket miktarının momenti ile ters orantılı bir açısal hız kazanır. Yukardaki olayda, ivme kazanıyordu. Bu örnek, dönme mekaniği kavramlarının, işaret özeliklerinin, vektörel çarpım işlemine, uygun düştüğünü gösterir. Poinsot teoremi, gerçekte teorem değildir, dış çarpımın sonucudur.

Dönme konum enerjisi yayınlanan bir ortamda, dönen bir topaca, birim açı başına geçen dönme konum enerjisine veya yapılan işe, **moment** denilir, (66) formülü gereğince, topacın birim eylemsizlik momentine uygulanan momente de, **gerçel açısal ivme** denilir.

Eğer topaç ekseni hareketi sırasında, bir düzlem içinde kalıyorsa, topacın **düzlemsel**, bir regle yüzey içinde kalıyorsa, topacın **yüzeysel** hareket ettiği söylenecektir. Moment vektörüne dik düzleme, momentin **etki düzlemi** denilir. Topaca etki eden momentlerin veya açısal ivmelerin etki düzlemleri, sabit bir doğrudan geçiyorlarsa, momentler veya açısal ivmeler **ekseneldir** denilir. Eksenel momentlerin etkisi altında, topacın yüzeysel hareketine, **presesyon** hareketi denilir. Yerin topaca uyguladığı doğrultma momenti, eksenel olup, şiddeti sabittir. Bu nedenle topacın presesyon hareketi dairesel konidir. Eliptik koni yüzeyi olacak presesyon hareketi de tasarlanabilir. Öteleme mekaniğinin doğrusal hareketinin, eğrisel hareketinin ve merkezsel kuvvetinin, dönme mekaniğindeki karşıtları sıra ile, düzlemsel hareket, yüzeysel hareket ve eksenel momenttir.

Yerin topaca uyguladığı doğrultma momenti çok küçüktür. Fakat topaçta bu etki belirgin olarak görülebilir. Çünkü topaç bir noktasından yere dayanmaktadır. Bu noktadaki sürtünme kuvvetlerinin ve dış kuvvetlerin, topacın ucundan geçen düşey eksene göre momentleri, doğrultma momentine karşı olan momentleri oluşturur. Bu da sıfırdır. Bir motorun çevirdiği topacı, kendi eksenine dik, ikinci bir eksene dayandırırsak, yatakların sürtünme kuvvetlerinin kendi eksenlerine göre momentleri yok edilemez. Doğrultma momenti, bu momentler arasında yiter. Topaç ekseni doğrultma momentinin etkisi ile, düşey duruma getirilemez. Ancak motorun dönmesi, dakikada 20 000 e çıkarılır ve yataklar yüksek sanayi ürünü olursa, topaç ekseni düşey duruma getirilebilir ve doğrultma momenti görülür. Topaç eksenini iki yatağa dayandırır ve bir noktasından asarsak, dış kuvvetlerin, dayanak noktasından geçen düşey eksene göre momentleri gene sıfır olur. Sürtünme kuvvetleri de yeteri kadar azaltılmışsa, doğrultma momentine ve presesyon hareketine ait bazı deneyler yapılabilir.

Yer, Güneşin doğrultma momentinin etkisi ile presesyon hareketi yapacaktır. Çünkü Güneşin doğrultma ivmesinin etki düzlemleri, daima Güneş ekseninden geçerler. Oluşacak doğrultma momentleri ekseneldir. Yerin presesyon hareketinin peryodu bir yıl olacaktır. Ancak bugüne kadar böyle bir hareket gözlenmemiştir. Ya böyle bir hareket yoktur, ya da p katsayısı çok küçük olduğundan, Yer ekseninin açısal değişimleri gözlenememiştir. İkinci olarak Yerin, Samanyolundaki Karadeliğin doğrultma momentlerinin etkisinde, presesyon hareketi yaptığını varsayalım. Bu presesyon hareketinin peryodu, 200 milyon yıl olacaktır. Halbuki, Yerin presesyon hareketinin peryodu 26 000 yıldır. O halde Yer, Güneşin ve Karadeliğin doğrultma momentlerinin bileşkesinin etkisinde, presesyon hareketi yapar. Bu sonuç Karadeliğin bir topaç olduğunu, yani ekseni etrafında döndüğünü, sıcaklığının ve p doğrultma ivmesi katsayısının çok büyük olup, Yer üzerinde, Güneşin doğrultma ivmesi ile bileşke oluşturacak düzeyde, doğrultma ivmesi yarattığını gösterir. Eğrisel hareket yapan bir cisme, etki eden bir normal ivme bileşeni olduğu kesindir. Bu yargının dönme mekaniğindeki karşıtı, yüzeysel hareket yapan bir topaca, etki eden bir açısal ivmenin, normal bileşeni olduğunun kesinliğidir. Yerin presesyon hareketi yüzeysel bir harekettir. Yere etki eden, normal açısal ivme bileşeni olduğu kesindir. İvme, kuvvet, açısal ivme ve moment kavramlarının enerji türünden kavramlar olduğuna, yukarda işaret edilmişti. Yerin gerek Güneş etrafındaki dönmesi ve gerekse presesyon için, bir enerji harcanır ve sonuçta bir iş yapılır. Çünkü Güneş enerji yasası gereğince, Yere uygulanan ivmelerle, Yere potansiyel ve dönme konum enerjileri girişi olur. Yer, Potansiyel enerji ile konik hareketi, yani dönme işini, dönme konum enerjisi ile de, presesyon hareketini, yani presesyon işini yapar. Potansiyel enerjinin yarattığı çekim kuvveti, merkezsel kuvvet olduğundan dönme işi yapar. Dönme konum enerjisinin yarattığı doğrultma momenti, eksenel moment olduğundan, presesyon işi yapar. Böylece, mekanikte olduğu gibi, gök mekaniğine de, enerji kavramı girmiştir. Yeri etkileyecek düzeyde, yakın çevremizde, Güneş ve Karadelikten başka, enerji kaynağı yoktur. Peryot uygunluğu ve Yere uygulanan normal açısal ivme bileşeni de göz önüne alınırsa, Güneş ve Karadeliğin doğrultma momentlerinin bileşkesinin etkisinde, Yerin presesyon hareketi yaptığı kesinleşir. Yerin presesyon hareketi, Güneşin ve Karadeliğin doğrultma momenti alanı oluşturduklarının ve Yere doğrultma momenti uyguladıklarının kanıtıdır.

Topaç, düşeyin yayınladığı dönme konum enerjisi ile, v_o dan v azimut açılı doğrultuya gelinceye kadar dönme işi yapar ve aldığı dönme konum enerjisini, dönme kinetik enerjiye dönüştürür, **w** açısal hızı artar.

(69) $\mathbf{M} = p\,(\dot{I}\,\mathbf{w})\Lambda(\dot{I}_o\mathbf{w}_o \mathrm{Sin}\,\varphi)/\mathrm{Sin}\,v = (\dot{I}\,\mathbf{w})\Lambda\mathbf{b}_k = (\dot{I}\,|\mathbf{w}|)\,(\mathbf{w}\,/|\mathbf{w}|)\Lambda\mathbf{b}_k = (\dot{I}|\mathbf{w}| + \dot{I}_2)(d^2\mathbf{v}/dt^2)$

Fiziksel olay, ancak gerçel açısal ivme oluştuktan sonra başlar. Son eşitlik semboliktir. Bundan önceki olaylar sanal ivme üzerinde olup, deneyi ve gözlemi yoktur. Bir fiziksel olay da yoktur. Bu nedenle gerçel ivmenin etkinlik alanına giren bütün terimler alınmış ve fiziksel olay, bu andan itibaren başlatılmıştır.

$$(70) \qquad (\dot{I}|\mathbf{w}| + \dot{I}_2)\,(d^2\mathbf{v}/dt^2).(d\mathbf{v}/dt) = p((\dot{I}\,\mathbf{w}) \quad (\dot{I}_o\mathbf{w}_o \,\mathrm{Sin}\,\varphi) \quad (d\,\mathbf{v}/dt)]\,/\mathrm{Sin}\,v$$

İkinci yanın, (63) den yaralanarak mutlak değeri konulur, entegrali alınırsa,

$$(71) \qquad (\dot{I}|\mathbf{w}| + \dot{I}_2)\,(d\mathbf{v}/dt)^2/2 = p(\dot{I}\,|\mathbf{w}|)\,(\dot{I}_o\,|\mathbf{w}_o|\,\mathrm{Sin}\,\varphi)\,(|\mathbf{v}| - |\mathbf{v}_o|) = E_{dk}$$

bulunur. Birinci yan dönme kinetik enerjisi, ikinci yan ise, düşeyin yayınladığı dönme konum enerjisinden, topacın $\mathbf{v}_o$ dan $\mathbf{v}$ azimut açılı doğrultuya gelinceye kadar, kendisine geçen enerjidir.

Öteleme mekaniğinde yolun boyutu vardır. Açı ise boyutsuzdur. Öteleme mekaniğine paralele olarak dönme mekaniğine de açı, açısal hız, açısal ivme ve zaman bağıntıları geldiğinden, açının da boyutu olmalıdır. Açının boyutu radyan olarak a ile gösterilirse, açı, açısal hız ve açısal ivmenin boyutları sıra ile a, at^{-1}, at^{-2} olur. Sanal ivmeyi gerçel ivme yapan çarpanın boyutu at^{-1} dir, t^{-1} değildir.

Doğrultma İvmesinin Entegrali

Doğrultma ivmesinin açı zaman bağıntısını bilmiyoruz. Bu nedenle gerçel ivme oluştuktan sonra, gözlemlediğimiz gerçel ivmenin entegrali alınacaktır. (71) den arka akaya entegral alalım.

$$(72) \qquad dv/dt = (2p\,(\dot{I}w)\,(\dot{I}_o w_o \,\mathrm{Sin}\,\varphi)\,(v - v_o)/(\dot{I}w + \dot{I}_2)]^{1/2}$$

$$dv/(v - v_o)^{1/2} = (2p\,(\dot{I}w)\,(\dot{I}_o w_o \,\mathrm{Sin}\,\varphi)/(\dot{I}w + \dot{I}_2)]^{1/2}\,dt$$

$$2(v - v_o)^{1/2} = (2p\,(\dot{I}w)\,(\dot{I}_o w_o \,\mathrm{Sin}\,\varphi)/(\dot{I}w + \dot{I}_2)]^{1/2}\,t + C$$

Hareketin başlangıç koşulları, $t = 0$ için $v = v_o$ ve $(dv/dt) = 0$ olsun. $C = 0$ olur.

$$(73) \qquad 2(v - v_o) = p(\dot{I}w)\,(\dot{I}_o w_o \,\mathrm{Sin}\,\varphi)\,t^2 / (\dot{I}w + \dot{I}_2)$$

Presesyon hareketinin ve doğrultma momentinin ancak iki topaç arasında olabileceğini savundum. Bu konuda yapılacak bir tek iş vardır, o da deneydir. Kenyanın Ekvator köyünde, ekvatorun geçtiği çizgi, bir beton kemerle belirlenmiş, girdap hareketinde suyun, tam çizgi üzerinde doğru, çizginin bir karış sağında ve solunda, ters yönlerde dönerek aktığının, gezginlere gösterildiğini, televizyonda izledim. Gerek suyun girdap hareketi ve gerekse, topacın presesyon hareketi, Yerin açısal hız vektörünün, düşey üzerindeki bileşeninden kaynaklanırlar. Aynı sonuçlar presesyon hareketinde de görülmelidir.

Güneşin yayınladığı potansiyel ve kinetik enerjiler, kuvvet uygulaması ile, dönme konum ve dönme kinetik enerjileri de, moment uygulaması ile gök cisimlerine geçerler. Kuvvet ve moment kavramları fiziksel büyüklüklerdir. Çünkü yayınlanan bu enerjiler, kaynağın fiziksel özeliklerini, gittikleri yerlere taşırlar.

III GEZEGENLER

Gezegenlerin Yaşları

Gezegenlerin yoğunlukları yaşları ile ilgilidir. Bunların kaynakları aynı olduğundan, madde farklılığı düşünülemez. Güneşin yüzeyinde ve yüzeye yakın yerlerinde, fışkırmalar ve patlamalar, karıştırıcı etkide bulunduklarından, Güneşin belli bir derinliğe kadar olan kısmı türdeştir. Gezegenlerin mağmalarında oluşan, çekirdeksel tepkimelerle kütle yok olur. Oluşan boşluklara, kabuk ince iken jeolojik dönemlerde, çökmeler oluyordu. Fakat kabuk yeteri kalınlığa geldikten sonra, kemerlenme yapar ve boşluklar oluşur. Güneşteki kütle yitmesine uygun olan, bir kütle yitmesi varsayımı ile, gezegenlerin yoğunluk hesabına girersek, bugün gözlenen yoğunluklara erişemeyiz. O halde, gezegenlerde yoğunluğu düşüren bir başka neden arayalım. Gezegenler yaşlandıkça soğur, mağmanın yakıtı, çekirdeksel tepkimeler ve kütle yitmesi azalır. Bunlara bağlı olarak, çekim katsayısı küçülür ve kütle küçük gözlenir. Yoğunluğu en küçük olan gezegenin, en yaşlı olduğu söylenecektir. Yoğunluk sırasını, yaş sırası olarak alırsak, sıralama Satürn, Jüpiter, Uranüs, Neptün, Plüto, K.Gezegenler, Mars, Yer, Venüs, Merkür biçiminde olur. Plütonun yoğunluğu henüz kesinlik kazanmamıştır. Bazı yazarlar, 3 ile 10 arasıda olduğuna, kesin gözle bakıyorlar. 3 alınırsa, sıralamaya uygun düşer. Bu sırada gezegenlerin yoğunlukları sıra ile 0,68, 1,33, 1,60, 2,25, 3,   3,40, 3,97, 5,52,   5,79,   6,14 dür. Merkür ve Venüsün yoğunlukları, Yerden küçüktür. Burada tahmini olarak büyük alınmıştır. Merkürün Güneşe bakan yüzü, 340 derece santigradtır. Venüsün 65 derece santigrad olması gereken yüzey sıcaklığı, CO_2 nedeni ile 250-300 derece santigradtır . Genleşme nedeni ile, yoğunluk küçük gözlenmektedir. Mutlak yoğunluk tanımı yapılırsa, Merkürün ve Venüsün yoğunlukları, Yerden büyük çıkar. Güneşin yoğunluğu 1,41 dir. Eğer Güneşin yüksek sıcaklığı nedeni ile genleşmesi göz önüne alınırsa, kütlesinin ve yoğunluğunun çok daha küçük olmaları gerekir. Gök cisimlerinin kütle ve yoğunlukları, ancak çekim katsayısının, sıcaklığa ve yaşa bağlı olarak, belirlenmesinden sonra hesaplanabilirler.

Gezegenlerin Güneşe olan uzaklıkları ve büyüklükleri, yaşları ile ilgilidirler. Gezegenleri fırlatan güç, çekirdeksel tepkimelerin patlama gücüdür. Fırlatılan gezegenin büyüklüğü, patlama evresine gelmiş protonların yayılı bulunduğu alanın genişliğine ve ilk hızı da, patlama evresine gelmiş protonların yoğunluğuna bağlıdır. Patlama evresine gelmiş protonların miktarını, Güneşin enerji düzeyi belirler. Satürnün fırlatıldığı dönemlerde, Güneşte çekirdeksel tepkimelerin düzeyi, bugünkünden yüksekti. Güneş 95 Yer kütlesindeki Satürnü, 10 A.B. ye fırlatmıştır. Arkadan gelen Jüpiterin döneminde, Güneşin enerji düzeyi daha da artmış, parlaklık, sıcaklık ve çekim katsayısı maksimum olmuştur. 317 Yer kütlesinde Jüpiteri, 5,2 A.B. uzaklığına fırlatmıştır. Jüpiterden sonra, Güneşin enerji düzeyi düşmeye başlar. Neptün ve Plütonun fırlatıldığı dönemde, patlama evresine gelmiş protonların, yayılı olduğu alan küçülmüş, gezegenler küçülmüş, Güneş yüksek enerji düzeyinde olduğundan, şiddetli patlama ile, ilk hız büyük olmuştur. Uranüsten daha ilerde, bir yörüngeye girmişlerdir.

Gezegenlerin Güneşe göre potansiyel enerjileri ve kinetik enerjileri toplamı, başlangıç enerjisidir, gezegenin yaşamı boyunca sabittir. Bu enerjiyi, fırlatılırken Güneş verir. Güneşin enerjisi, Jüpiterden sonra azalmaya başlar. Gezegenlerin başlangıç enerji düzeylerinde, Neptün ve Plüto yaş sırasındaki yerlerine getirilirse, Güneşin enerjisine paralel olarak, düzgün biçimde azalma görülür. Yalnız bu kurala Plüto ve Mars uymazlar. Eğer kurala uysalardı, Plütonun 10 – 12 Yer kütlesi, Marsın da, 3 – 4 Yer kütlesi olması beklenirdi. Bunların kütleleri, Plütonun 0.8, Marsın 0.1 Yer kütlesidir. Astronomların gözü önünde, bir yıldızın ikiye ayrıldığı ve ayrı yollarda, yollarına devam ettikleri, bilinen bir olaydır. K.gezegenlerin büyük bir gezegen olduğu, tahminen 7 – 8 Yer kütlesinde olduğu ve bilinmeyen bir nedenle parçalandığı, astronomların ortak yargısıdır. Bu parçalanmalar çarpışma olmayıp (Bir sonraki paragrafta açıklanacaktır), gezegenin içinden gelen bir patlamadır. Büyük yıldızlarda görülen süpernova patlamasının, fiziksel yapısı ile, küçük yıldızlarda ve gezegenlerdeki patlamaların fiziksel yapısı aynıdır. Bu tasarıma uygun olarak, Marsın ve Plütonun da, büyük bir gezegen oldukları, içlerinden gelen bir patlama ile parçalanıp, büyük parçanın yörüngede kaldığı, küçük parçaların K.gezegenlere karıştıkları tasarımı yapılacaktır. K. gezegenlerin geniş bir alana yayılmış olmaları, bu savı destekler. K.gezegenlerle Marsın ve Plütonun, yaş komşuluğunda olmaları ve Güneş enerjisinin azalma döneminde fırlatılmaları nedeni ile, bunların parçalanmasının aynı bir nedenle oldukları, bu nedenin de, gezegenin içinden gelen bir patlama olduğu ve Güneşin enerjisinin azalma dönemine özgü, kütlelerinin belli sınırdan sonra görülen bir özeliği olduğu söylenecektir. Plütodan daha yaşlı gezegenlerin de, patladıkları kesindir. Çünkü bu gezegenlerin kaynakları aynıdır, özelikleri de aynı olacaklardır. Bu gezegenlerin farklı özelikleri, kütlelerinin büyük olmalarıdır. Kütlelerinin, proton, proton zinciri patlamalarla oluşacak, parçalanma sınırının üstünde oldukları yorumu yapılacaktır. Güneşte de patlamalar olur, fakat parçalanmaz. Çekirdeksel tepkimeleri proton, proton zinciridir. Süpernovalar patlamalarla parçalanırlar. Çekirdeksel tepkimeleri, karbon siklidir. Karadelikler patlamalarla parçalanmazlar, kütleleri, karbon sikli patlamalarla oluşacak, parçalanma sınırının üstündedirler. Patlamalar, büyük gök cisimlerinde çekirdeksel tepkimelerle, her an olur. Burada söz konusu edilen patlamalar, gök cismini parçalayıcı şiddette olanlardır. Çekirdeksel tepkimelerin türüne göre, kütleler için bir parçalanma sınırı tanımlanmıştır.

Tanrı Elçimiz saygı değer Muhammet, kıyametten söz etmiştir. Kıyamet olayı yukarda sözü edilen, gezegenin içinden gelen bir patlama ile gerçekleşecektir. Plütoda, K.gezegenlerde ve Marsta kıyamet kopmuştur, sıra Yerdedir. Bu gezegenler yaş sırasındadırlar. Günümüzde çarpışma ile kıyamet senaryoları üretilmektedir. Büyük cisimlerin çarpışmasına Kepler yasaları engeldir. 300 m yarı çapında bir gök taşının Yere çarpacağından söz ediliyor. Hermes K.gezegeninin yarı çapı 300 m dir. Yarı çapı daha küçük olup, ölçülemeyen gezegenler de vardır. 300 m yarı çapındaki gök cismi, gök taşı olmaz, gezegen olur. Yukarda ifade edildiği gibi, bir gezegen bir küçük gezegenle çarpışabilir. Fakat gezegenlerin yörüngeleri çembere yakın olduklarından, bu yörüngeler aynı merkezli çemberler görünümündedirler. Bu nedenle kesişmezler. Ancak peryodu büyük kuyruklu yıldızların yörüngeleri, çok basık olduklarından ve Güneşe çok yaklaştıklarından, gezegenlerin yörüngeleri ile kesişebilirler. Fakat Kepler yasaları çarpışmaya engeldir. Büyük gök cisimlerinin çarpıştığını varsayalım. Çarpışma, olasılığa dayalı bir olaydır. Patlama olayı ise, kesindir. Protonların patlama evresine geleceği ve patlayacağı kesindir. Tanrı Elçimizin sözü, olasılığa dayalı olan bir olayı değil, kesin olan bir olayı ifade eder.

Merkür ve Venüs gezegenlerinin uyduları yoktur. Bunların kabukları, çekirdeksel tepkime düzeylerinin bir hayli azaldığını gösterirler. Bu nedenle, bundan sonra uydu fırlatmaları düşünülemez. Bu gezegenlerin, diğerlerinden farkları olmaması gerekir. Çünkü hepsinin kaynağı aynıdır. Ancak bu iki gezegenin, Güneşin enerjisinin azaldığı dönemde fırlatıldığı, çekirdeksel tepkime düzeylerinin, kaynaktan düşük geldiği ileri sürülebilir. Uydu fırlattılarsa da, enerji düşüklüğü nedeni ile, ilk hız, belirlenen sınıra çıkmamış ve geriye düşmüş olabilir. Diğer gezegenlerin de, uydu fırlatmadıkları düşünülebilir. Eğer her gezegen, kendi uydusunu kendi fırlatmış olsaydı, gezegenin kütlesi ile, uydunun kütlesi arasında, orantılılık uyumu olması gerekirdi. Gezegenlerle uyduları arasında, bu uyum yoktur. Ayın yarı çapı, Yer yarı çapının ¼ dür. Jüpiterin küçük uydularının yarı çapları 6, 8 ve 7 km dir. Kütlesi en büyük olan uydu Titandır, Satürnün uydusudur, Jüpiterin uydusu değildir. 0.1 Yer kütlesine sahip Marsın, iki uydusu, Jüpiterin 12 uydusu ve Satürnün halkalarında, binlerce uydusu vardır. Bunlar, gezegenlerle uydularının, kütle ve sayı yönü ile, uyumsuzluk örnekleridir.Gezegenlerdeki çekirdeksel tepkimeler, bir uydu fırlatacak şiddette değildir. Marsın iki uydusu, patlayan Marsın iki parçasıdır. Marsta birden fazla patlamalar olmuş, bu iki parçayı fırlatan patlama, düşük şiddette olmuştur. Bu nedenle büyük Mars parçasının çekiminden kurtulacak ilk hıza ulaşamamışlardır. Ayı Yer fırlatmamıştır. Çünkü, Ayın yoğunluğu 3,3, Yerin yoğunluğu 5,5 dur. Yaşları farklıdır. K.gezegenlerin yoğunluğu ortalama 3,4 alındı. Ay, K.gezegenlerin yaşındadır. Plüto, K.gezegenler ve Marsta kıyamet kopmuş ve bu gezegenler parçalanmışlardır. Parçalardan bazıları diğer gezegenlerin çekimine kapılarak, uydu olmuşlardır. Regrotrat harekette bulunan uyduların varlığı, bu tezi destekler. Bu tez, Satürnün halkaları için de, bir açıklama getirir. Plüto patlamıştır. Açığa çıkan yüksek çekim katsayılı lavlarda, patlamanın verdiği hız, Plütonun hızı ile vektörel olarak toplanırlar ve her doğrultuda yayılırlar. Hızlarının radyale dik bileşeni, merkezkaç kuvvet yaratır. Güneşin çekim kuvveti, merkezkaç kuvvetten büyükse, gök cismi Güneşten tarafa hareket eder ve (76) hız formülüne uygun, daha küçük yarı çaplı bir yörüngeye girer. Merkezkaç kuvvet büyükse, gök cismi dışarıya doğru gider ve daha büyük yarı çaplı bir yörüngeye girer veya Güneş sistemini terk eder. Bu iki kuvvet eşitse, gök cismi Plütonun yörüngesinde hareketini sürdürür. Güneş tarafına yönelenlerin hızları, Satürnün hızında olduğundan, yörüngeleri Satürnün yakınındadır ve Satürnün çekimine kapılırlar. Parçaların yüksek hızları nedeni ile, Neptün ve Uranus gezegenleri bu parçaları tutamazlar. Bir gezegen, kendisinden daha hızlı bir gök cismini uydu yapamaz. Neptün, patlayan Plütonun bir paçasını, uydu yaptığını varsayalım. Bu gök cisminin Güneşin ve Neptünün çekim kuvvetlerinden kaynaklanan, iki tane hız bileşeni vardır. Eğer gök cisminin Güneş çevresindeki hız bileşeni, Neptünün hızına eşitse, Güneşe göre yörünge elemanları eşittir ve (39) hız formülünü sağlarlar. Her iki hız bileşeni de, elips yörüngeler oluştururlar, bu yörüngeler kararlı dengededirler. Çünkü (39) hız formülü, elips yörünge için, gerek ve yeter koşuldur. Bir sonraki paragrafta kanıtlanacaktır Uydu hareketi süreklidir. Gök cisminin Güneş çevresindeki hız bileşeni, gezegenin hızından farklı ise, Güneşin gök cismine sağladığı yörünge elemanları, (39) hız formülünü sağlamazlar, bu yörünge elips değildir, kararlı denge yoktur, gök cismi uydu olmaktan kurtulur, gezegen olur. Ancak hız farkları, sürükleme kuvvetinin uygulanması ile giderilebiliyorsa, uydu hareketi sürekli olur. Fakat Neptün ve Uranüsün, kütlelerinin, Satürnün kütlesinin yaklaşık olarak, 1/6'sı olmaları ve hız farklarının yüksek olmaları nedenleri ile, gök cisimleri ile olan kinetik enerji etkileşimlerinde, hız farkları giderilememişlerdir. Plütonun parçalarının hızları, Satürnün hızı ile aynı olduklarından, yörüngesine girdikleri, Satürn gezegeni tarafından tutulmuşlardır. Bu hızlarda biraz farklılık varsa da, Satürnün kütlesi büyük olduğundan ve hız farkları da küçüldüğünden, kinetik enerji etkileşimi ile bu hız farkları giderilmişlerdir. Gerçekten kuyruklu yıldızlar, Güneşin çok yakınlarına sokuldukları halde, yüksek hızları nedeni ile, hiçbir gezegen tarafından tutulmazlar. Plütodan Satürne, lav akışı olmuştur. Patlama aralıklı olarak, şiddetleri azalan bir tempoyla, üç defada gerçekleşmiştir. Satürnün çekimine kapılan lav kütleleri, farklı zamanlarda, üç küme halinde ve farklı hızlarla Satürne gelmişlerdir. Satürne eriştiklerinde öbek, öbek küçük kütleler halinde katılaşmışlar, (76) hız formülüne uygun düşen, farklı yarı çaplı, uydu yörüngelerine girmişlerdir. Böylece A, B, C halkaları oluşmuştur. Bu parçalardan Jüpiterden tarafa gelenler, soğumuş, katılaşmış, uzun yol boyunca lav kümeleri dağılmış, birbirlerinden uzaklaşmışlar ve küme olarak halka oluşturma özeliğini yitirmişler, yörüngeleri Jüpiterin uzağından geçmiştir, hızları da, Jüpiterin yakınında bir yörüngeye uygun değildir. Jüpiterin 12 uydusundan bir kaçı, büyük hızlarla Plütodan gelmiş olabilir. Diğer uyduları, K.gezegenlerin parçalarındandır. Halka oluşturma olayı, Marsın patlamasından sonra, Yerde de olması beklenirdi. Bu iki olayda, farklı koşullar şunlardır. Birinci farklı koşul, Satürnün kütlesi, Yerin kütlesinin 95 katıdır. Satürn bu sayede, geniş bir alanı, çekim etkisi altında tutmuş ve halka oluşturacak sayıda, gök cismini uydu yapmıştır. Yer için böyle bir olanak yoktur. İkinci farklı koşul, patlayan gezegenlerin kütleleridir. Patlayan Plüto 10 – 12 Yer kütlesi, patlayan Mars 3 – 4 Yer kütlesi olduğu tahmin edilmişti. Farklı büyüklükteki kütlelerin patlamaları, çok farklı özelikler göstereceklerdir. Örneğin, Plütonun parçalarının sayısı, daha fazladır. Halka oluşturmak için yeterlidir. Plütonun patlamasının şiddeti, çok yüksek olmuş ve fırlayan kütlelerin hızları da, yüksek olmuştur. (76) hız formülüne uygun düşen, Güneş çevresindeki yörüngelerin yarı büyük eksen uzunlukları, küçülmüş, Güneşe uzaklığı, 39 A.B'den, 10 A.B'ye düşmüş ve Satürnün yörüngesine yaklaşmışlardır. Yere düşen gök taşlarının içinde, Yerden daha büyük yaşta olanlar, patlayan Marsın parçalarıdır. Marstaki patlamaların şiddeti, kütlesi küçük olduğundan, düşük olmuş, fırlayan gök cisimlerinin ilk hızları, düşük olmuş ve Yere yakın yörünge oluşturanlar, yalnız Yere düşen gök taşları olmuşlardır. Üçüncü farklı koşul sıcaklıktır. Plütonun sıcaklığı bilinmiyor, Neptünün sıcaklığı -223^{o} C, Satürnün sıcaklığı -150^{o}C, Marsın öğle vakti ekvatorda 10^{o}C, yıllık ortalama -23^{o}C tır. Plütonun lavları başlangıçta yüksek sıcaklıktadır. Çekim katsayısı yüksek olur, Güneş çevresindeki yörüngesi, Güneşe yakın olur. Zamanla soğur, çekim katsayısı küçülür ve Güneşten uzaklaşır. Bu yörünge değişikliklerinin boyutlarını bilmiyoruz. Fakat Jüpiterin halkasının olmadığının, nedenlerinden olduğu söylenebilir.

Satürnün halkaları, Plütonun parçalandığının kanıtıdır. Çünkü halkalar, bilinen doğa yasaları etkinliğinde, bir başka türlü tasarımla, oluşturulamadığı için, günümüze kadar gizemi korumuşlardır. Ancak benim çekim katsayısının, sıcaklıkla ve yaşla değiştiği kuramımdan sonra, Satürnün halkalarının oluşumu konusunda, açıklama fırsatı doğmuştur. Konuyla ilgili yeni bir doğa yasası bulununcaya kadar, başka bir tasarım yapma olanağı yoktur. Bu kuram geçerli olacaktır. Gereken tartışmalar, yeni bir doğa yasasının bulunmasından sonra yapılacaklardır. Satürnün halkaları, ancak Plütonun patlaması ile oluşabilir. Bu halkalar gözlenebilen olgulardır. Bu nedenle Satürnün halkaları, dayandıkları temel ilkeler olan, çekim katsayısının sıcaklıkla ve yaşla değiştiğinin kanıtıdır. Marsın 0.1 Yer kütlesi ve iki uydusu, Marsın parçalandığının kanıtıdır. K.gezegenlerin parçalandığı, bütün astronomların ortak kanısıdır. Bu parçalanmalar, gezegenlerin patlamaları nedeni iledir.

Merkür ve Venüs gezegenlerinin uyduları yoktur. Bu gezegenler, parçalanan gezegenlerden de, bir uydu almamışlardır. Birinci akla gelen, bu gezegenler, patlayan gezegenlerin patlamasından sonra, fırlatılmış olabilirler. Daha önceden fırlatılmışlarsa, nedeni mekanik bir özeliktir. Yerin kabuğu, yarı çapın 1/100 dür. 99/100'lük kısım, yüksek sıcaklıkta mağmadır. Patlayan gezegenlerde de, durum buna yakındır. Bu gök cisimlerinin çekim katsayıları yüksektir ve Kepler yasasına uyarak, konik yörüngeye girerler. Bu nedenle gezegenlerin parçaları, hızları ile (76) formülüne uygun düşen bir yörüngeye girdiklerinden, Güneşin yakınlarına gelecek hızda değildirler. Güneşin yakınlarına, ancak yüksek hızlı olan gök cisimleri gelebilirler, kuyruklu yıldızlar gelebilirler. Bu nedenle bu gezegenler, patlayan gezegenlerden, uydu alamamışlardır. Bu gözlemlerin ışığında, konulacak yargı şudur. Merkür ve Venüsün uyduları olmadığından, diğer gezegenler de, uydu fırlatmazlar. Görülen uydular, patlayan gezegenlerin parçalarıdır veya uzaydan gelirler. Çünkü gezegenlerin kaynakları aynıdır, yapı maddeleri aynıdır. Özelikleri de, aynı olmalıdır. Yalnız aralarında, yoğunluklarına esas olan, yaş farklılıkları vardır. Yerde kıyamet koptuktan sonra, Venüsün de, bir uydusu olacaktır.

Merkür ve Venüs gezegenlerinin uyduları yoktur. Yerde kıyamet koptuktan sonra, Venüsün yakınlarına gelebilecek hızda ve uydu olacak yarı çapta, Yerin bir parçanın bulunduğunu varsayalım. Venüsten 60R (R Yer yarı çapı, Venüs – Güneş uzaklığı = 16636R) uzaklığında, uydu yörüngesine girsin. Bu uyduya gelen Güneşin çekim kuvveti, Venüsten bu uyduya gelen çekim kuvvetinin 5,3151 katı olur. İki kuvvetin etkisi altında, kararlı dengeye sahip bir yörünge oluşmaz. Sürükleme kuvveti paragrafında, Ay için hesaplanan bu oran, 2,2684 idi. Güneşin bozucu etkisi, Aydakine göre artmıştır. Ayda sürükleme kuvveti, Güneşten gelen bozucu etkenlerle oluşan farklı hız vektörlerini, kinetik enerji etkileşimi ile eşitlemiş, kararlı dengeye sahip bir yörünge kurmuştu.. Burada da, aynı düşünceyi yürütürsek, uydunun sürekli bir yörüngeye, girebilmesi için, Güneşin bozucu etkilerinin, yani uyduya Güneşin max ve min uzaklıkta uyguladığı kuvvetler farkının yarısının teğetsel bileşeninin, sürükleme kuvveti ile giderilmesi gerekir. Güneş burada daha etkin olduğu için, Aydaki sonuca bakıp, karar veremeyiz. Çünkü Ay ile Yer arasında, yapılan kinetik enerji etkileşmesinin, bir güç sınırı vardır. Sürükleme kuvveti, Ayın ve Yerin kinetik enerji yayını ile sağlanır. Güneşin etkinliği ile oluşan hız vektörlerinin farkı, kinetik enerji etkileşiminin güç sınırını geçebilir. Sürükleme kuvvetindeki, sürükleme katsayısı bilinmiyor. Sürükleme kuvvetinin değeri hesaplandıktan sonra, hız vektörlerinin eşitliğinin sağlanıp, sağlanamayacağı söylenebilir. Eğer hız vektörleri eşitlenemezse, kararlı denge olmaz, kurulan yörünge sürekli olmaz, uyduya gelen bileşke kuvvet daima sıfırdan farklı olur, uydu bileşke kuvvetin etkisi ile, hızı arttığından, uydu olmaktan kurtulur, gezegen olur. Güneşin, Venüsün uydusuna uyguladığı, min ve max uzaklıklardaki kuvvetler farkını hesap edelim.

$F_v = kMm\ [1/(r - b)^2 - 1/(r + b)^2] = kMm\ 4br/(r^2 - b^2)^2 \approx kMm\ 4b / 0.7^3 \approx F_y / 0.343 = 3F_y$
Yerin ve Venüsün Güneşe uzaklıklarını, astronomik birimle ifade edelim ve paydadaki b'yi ihmal edelim. Venüsün bu kuvvetler farkı, Yerinkinin 3 katı olduğu görülür. Sürükleme kuvveti ile yok edilmesi gereken kuvvet, Yerdekinin 3 katıdır. Venüsün kütlesi Yerin kütlesine yakın olduğundan,sürükleme kuvveti de,Yerinkine yakındır. Güneşin Yerdekinden 3 kat daha büyük olan, Venüsteki bozucu etkisinin teğetsel bileşenini, sürükleme kuvvetinin yok edebileceği kuşkuludur.

Gezegenlerin Yörüngeleri

Bir gezegenin Güneşin çekim alanında, Güneşe göre potansiyel enerjisi ve Güneşten ayrılırken aldığı kinetik enerjisi vardır. Bu enerjilerin toplamı başlangıç enerjisidir.

(74) $E_p = k\ Mm/R$, $E_b = 0,5\ m\ V_0^2 + k\ Mm/R$

(E_b başlangıç enerjisi, E_p potansiyel enerji, R Güneşe uzaklık) Gezegenin yaşamı boyunca, çekim alanının potansiyel ve kinetik enerjileri toplamı, başlangıç enerjisine eşittir.

Gezegenlerde, elips yörüngede hız formülü (39) ile verildi

(39) $V^2 = kM\ (2/r - 1/a)$

(r gezegenin Güneş merkezine uzaklığı, a yarı büyük eksen uzunluğu) r yerine a koyalım. Küçük eksen köşesindeki hız,

(76) $V^2 = kM/a$, $a = kM/V^2$

olur. V hızındaki gök cisminin yörüngesinin büyük eksen uzunluğu belirlenir. (39) formülü, aynı zamanda yörüngenin elips olmasının, gerek ve yeter koşuludur. İlerde kanıtlanacaktır.

(77) $E_b = 0,5mV^2 + k\ Mm/a = 0,5\ k\ mM/a + k\ Mm/a = 1,5\ k\ Mm/a$

bulunur (E_b başlangıç enerjisi). (76) nın 0.5m ile çarpımı, gezegenin elips yörünge üzerinde hareket etmesi için, küçük eksen köşesinde, gezegenin çekim alanındaki potansiyel enerjisinin, kinetik enerjisinin iki katı olması gerektiğini göstermektedir. Bu koşul elips yörünge için, gerek ve yeter koşuldur. r = a konulduğundan, gezegenin küçük eksen köşesinde geçerlidir.

Güneşin bir gezegen fırlattığını varsayalım. Başlangıçta,

(78) $E_b = 0,5\ m\ V_0^2 + k\ Mm/R$

başlangıç enerjisi olacaktır. Olay fiziksel olarak, bir eğik atış olup, gezegen parabolik bir yörünge üzerinde yola koyulur. Güneşten uzaklaştıkça, çekim alanının potansiyel enerjisi azalacak ve kinetik enerjisi de azalacaktır. Bu azalmaların fonksiyonları (77) de görülmektedir. Çekim alanının potansiyel enerjisi, kinetik enerjinin iki katı olduğu andan itibaren, gezegen elips yörüngeye girer. Bu nokta, yukarda r yerine a konulduğundan, elipsin küçük eksen köşesi olur. Bu noktanın Güneşe uzaklığı a olup, elipsin yarı büyük eksen uzunluğudur. Bu noktadaki hız, gezegenin yaşamı boyunca, küçük eksen köşelerinde alacağı hızdır. Hız formülünde a yerine sonsuz koyarsak, sonsuzdan gelen bir cismin hızını buluruz. Büyük eksen uzunluğu sonsuz olan elips, bir paraboldür. Sonsuzdan gelen cismin, Güneşe r uzaklığında hızı,

(79) $V^2 = 2k\ M/r$

olur. İki taraf da 0,5 m ile çarpılırsa,

(80) $0,5\ m\ V^2 = k\ Mm/r$

olur. Sonsuzdan gelen cismin kinetik enerjisi, o andaki çekim alanının potansiyel enerjisine eşit olur. Bu sonuç, Güneşten uzaya fırlatılırken de geçerlidir. Sonuç olarak, gezegenin başlangıçtaki kinetik enerjisinin, çekim alanının potansiyel enerjisine oranının değeri, yörüngesini belirler. Bu oran,

a) Yarıma eşit veya küçükse, cisim Güneşe düşer,

b) Yarımdan büyük ve birden küçükse, gök cismi parabolik bir yörüngede yola koyulur, hız azalır, kinetik enerji azalır, çekim alanının potansiyel enerjisi azalır, Güneşe göre olan potansiyel enerji artar, kinetik enerji, (77) den çekim alanının potansiyel enerjisinin yarısına eşit olduğu andan itibaren, gezegen elips yörüngeye girer. Bu nokta elipsin küçük eksen köşesidir.

c) Bire eşitse, gezegen parabol yörünge üzerinde sonsuza gider,

d) Birden büyükse, gezegen hiperbol bir yörünge üzerinde sonsuza gider.

Bu sınırlar, konik hareketin türlerini belirleyen sınırlardır. Eğer konik hareket oluşmuşsa, bu sınırlar gündeme gelir. Herhangi iki gök cismi arasında, istenilenler yerine getirilse de, konik hareket oluşmaz. (76) ile verilen hız formülünde, ikinci yandaki k çekim katsayısı, gök cisimlerinin çekim katsayılarının çarpımıdır. Çekim kuvvetinin oluşmasında, her iki gök cisminin de etkinliği vardır. Konik hareketin oluşması için, sözü edilen çarpımın, ortak çekim gücünün, belli bir sınırın üstünde olması gerekir. Bu çekim katsayısı belli sınırın altına düşerse, gök cismi nötr maddeye yaklaşırsa, konik hareket oluşmaz, konik yörüngede ise, konik yörünge bozulur. Kuyruklu yıldız Jüpitere düşmüştür. Bu durumda gök cisimleri, yörüngeyi oluşturacak çekim gücünü uygulayamazlar, dönme işini karşılayacak potansiyel enerjiyi algılayamazlar, yani birinci bu enerjiyi verir, fakat ikinci bu enerjiden gereği kadarını algılayamaz.(Çekim katsayısı ve geçirgenlik paragrafında). Çekim kuvveti ile giriş yapan potansiyel enerji, gök cisminin çekirdeksel tepkimelerle yayınladığı potansiyel enerji ile aynı işarettedir. Bunlar toplanırlar. Elde edilen bu toplam potansiyel enerji ile, gök cisminin dönme işini, çekim kuvveti ile merkezkaç kuvvetin çekme gerilmesi altında, moleküllerin şekil değiştirmeleri ile oluşan, elastik işleri ve moleküllerin sürtünmeleri ile oluşan, termik işleri karşılanmalıdır. .

(76) ile verilen hız formülü, b şıkkına uygun olarak, herhangi bir yanın küçülmesi veya büyümesi ile bozulursa, çekim katsayılarının çarpımı olan k, belli bir sınırın üstünde ise, gezegen düzeyini değiştirerek, yeni yörüngesini kurar. (76) eşitliği, çekim alanında potansiyel enerjisi büyüyerek bozulursa, çekim kuvveti, dolayısıyla normal bileşen büyür, hız değişmediği için merkezkaç kuvvet değişmez. Gezegen alçalmaya başlar. Alçaldığı kadar potansiyel enerji , kinetik enerjiye dönüşür, hız büyür, denge sağlanır, (76) eşitliği ve elips yörünge yeniden kurulur. Çekim alanının potansiyel enerjisi küçülerek (76) eşitliği bozulursa, çekim kuvveti ve normal bileşen küçülür, hız değişmediğinden, merkezkaç kuvvet büyük kalır, gezegen Güneşten uzaklaşmaya başlar. Uzaklaştığı kadar kinetik enerji harcar ve hızı düşer, denge sağlanır, (76) eşitliği ve elips yörünge yeniden kurulur. (76) eşitliğinin bozulması hangi yönde olursa olsun, gezegen Güneşe göre alçalma veya yükselme ile, yörüngesini, kararlı dengesini yeniden kurar.

(76) eşitliği bozulsun. Gezegeni b kadar Güneşe yaklaştıralım. a dan, a – b ye kadar iş entegrali,

(81) $$F = -k\,M\,m/a^2\,, \qquad \dot{I} = \int_a^{a-b} F\,dr = -k\,M\,m \int_a^{a-b} dr/r^2$$

$$\dot{I} = k\,M\,m\,[\,1/(a-b) - 1/a] = k\,M\,m\,b/[a\,(a-b)]$$

olur. Bulunduğu noktadan, b kadar düşen bir gök cisminin yaptığı iş İ dir. b kadar düşerek elde edilen potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşecek, ve yeni çekim alanının potansiyel enerjisi ve (77) ile küçük eksen köşesinde dengelenecektir. Küçük eksen köşesindeki hız V, ve büyük eksen uzunluğu 2a olsun. (76) kullanılarak,

(82) $$0{,}5\,m\,V^2 + k\,M\,m\,b/[a\,(a-b)] = 0{,}5\,k\,M\,m/(a-b)$$

(83) $$V^2 + 2k\,M\,b/[a\,(a-b)] = k\,M/(a-b)\,, \quad G = k\,M\,, \quad V^2\,a\,(a-b) + 2G\,b - a\,G = 0$$

(84) $$2G\,b - V^2\,a\,b + V^2\,a^2 - G\,a = 0, \qquad b = a\,(1 - V^2a/G\,)/(2 - V^2a/G)$$

bulunur. b kadar düşmekle yapılan iş, kinetik enerjiye eklenmiştir. b ye göre birinci dereceden olan bu denklemin, bir çözümü vardır. Gezegen eğer elips yörüngede ise, pay sıfırdır. b = 0 olur. Payda sıfırsa, yörünge paraboldür. Sınıflamada verilen oranın, buradaki değer, iki katıdır. Buradaki oran,

(85) A) $1 < V^2 a / G = (mV^2 / a) / (kMm / a^2) < 2 \Rightarrow b < 0$, B) $1 > V^2 a / G \Rightarrow b > 0$,

C) $V^2 = G / a \Rightarrow b = 0$

değerlerini aldığında, b de karşılığında yazılan değerleri alır. 2 den büyük olması hali, hiperbol türüne girer. Bu formül, elips olma koşulundan çıkarıldığı için, 2 den büyükler için, geçerli olmaz. b > 0 ise gezegen alçalır, b < 0 ise, gezegen yükselir. Merkezkaç kuvvetle merkezcil kuvvetten, üstün olan tarafa gezegen gider, kararlı dengesini kurar. Gezegenin Güneş çevresindeki dönme işi, Güneşin potansiyel enerji yayınından, çekim kuvveti ile gezegene geçen kısmı ile ve kendi yayını olan potansiyel enerji ile karşılanır. Bir an için sabit olan, elastik ve termik işleri ihmal edersek, dönme işi, Güneşten gezegene geçen, potansiyel enerji ile, kendi yayınladığı potansiyel enerjinin toplamına eşit olur, b sıfırdır. Dönme işi büyükse, (85)'in birinci şıkkına göre b<0 olur, gezegen Güneşten uzaklaşır. Potansiyel enerji büyükse, (85)'in ikinci şıkkına göre b>0 olur, gezegen Güneşe yaklaşır.Yukarda söz edildiği gibi, bu kural gök cisimlerinin çekim katsayılarının çarpımı k, belli bir alt sınırın üstünde olmaları halinde geçerlidir. Karşıt durumda gök cisimleri yörüngeyi sağlayacak çekim gücünü uygulayamazlar, dönme işini karşılayacak potansiyel enerjiyi algılayamazlar, Kepler yasaları yürürlükten kalkar, yalnız çekim yasası yürürlükte kalır. Gök cismi çekim kuvveti etkisi ile, alçalmaya başlar ve düşer, yatay hız bileşeni de olduğundan, yörünge eğik atış yörüngesidir, paraboldür. Benzer biçimde, uzayda büyük gök cisimleri çarpışmazlar. Çünkü büyük cisimlerin soğumaları ve çekim katsayılarının belli bir alt sınırın altına düşmeleri, çok daha zordur, olanaksızdır. İki büyük gök cisminin birbirlerine yaklaşmaları halinde, uzaklıkları belli bir sınırın altına indikten sonra, çekim alanının etkisi ile, her iki gök cismi de, Kepler yasaları gereğince, ikili sistemin ağırlık merkezi, ortak odak noktası olacak biçimde, konik yörüngelere yönelirler. (39) hız formülünde hızın şiddeti vardır, doğrultusu ve yönü yoktur, doğrultusu ve yönü Kepler yasalarını etkilemezler. Kepler yasaları yürürlüğe girdikten sonra, gök cisimleri küçük eksen köşesinde, (76) ile belirlenen uzaklığın dışında, birbirlerine yaklaşamazlar. (39) hız formülü her an sağlanır. (39) hız formülü sağlanırsa, (39)'un gerek koşulu nedeni ile (Bu koşul aşağıda kanıtlandı.) yörünge elips olur. Yörüngenin elips olmaması için, hiçbir neden yoktur. Yalnız çekim katsayısının belli bir alt sınırın altına düşmesi neden olur. Karşıt durumda, yani başka bir nedenle yörünge elips olmasaydı, gök taşlarının uydu olmaları gerekirdi. Gök cisimlerinin çekim katsayılarının çarpımı k, belli alt sınırın altına düşmüşse ve çekim alanı içinde iseler, çarpışma olur. Örneğin gök taşları ile Yer çarpışırlar. Gök taşları küçük cisimler olduklarından, soğuk olurlar ve kütle yitirmeleri çok azdır. Mağmaları yoktur ve çekirdeksel tepkimeleri proton, proton zinciri değildir. Üçüncü tür bir çekirdeksel tepkimedir. Bu nedenle çekim katsayıları küçüktür ve yörüngeyi tamamlayamazlar. (39) hız formülünde, her iki tarafı r ile çarpalım ve r'yi sıfıra götürelim. Çekim katsayısı k da, sıfıra gidecektir. k belli bir alt sınırın altına düştükten sonra, Kepler yasaları ve (39) hız formülü yürürlükten kalkar, yalnız çekim yasası yürürlükte kalır ve gök cisimleri çarpışırlar. Kepler yasaları yalnız, çekim katsayısının alt sınırının üstündeki değerleri için, çekim yasası ise, her değeri .için geçerlidir. Kepler yasaları yürürlükte olduğu sürece, uzayda çarpışma olmaz. Kuyruklu yıldızın, Jüpitere düşmesinde olduğu gibidir. Güneşin çekim katsayısı, gezegenin çekim katsayısından büyüktür. Çekim katsayısı her ikisinden de küçük, bir gök cismi göz önüne alalım. Güneşle bu gök cisminin çekim katsayıları çarpımı, alt sınırın üstünde, gezegenle gök cisminin çekim katsayıları çarpımı ise, alt sınırın altında olsunlar. Bu gök cisminin (85) in birinci şıkkı gereğince, Güneş çevresinde dolanma yeteneği olacak, fakat gezegen çevresinde, (85) in ikinci şıkkı gereğince, dolanma yeteneği olmayacaktır. Bu nedenle Güneşin çevresinde dolanan bir küçük gezegen, Yer ile çarpışabilir. Fakat gezegenlerin yörüngeleri, çembere çok yakın olduklarından, yörüngelerin görünümü, aynı merkezli çemberler gibidir. Bu nedenle gezegenler çarpışmazlar. Yerin çevresinde dolanan yapay uydular da, belli bir süre sonra düşerler.

Ayın yoğunluğunun 3,3 olması K.gezegenler gezegeninin patladığının kanıtıdır. Gök cisminin parçalanması sonucu, parçaların her biri, yeni bir hız kazanırlar. Bu hızın ve yörünge hızının radyale dik bileşenlerinin toplamı ile, yeni bir merkezkaç kuvvet oluşur. Bu kuvvetle çekim kuvvetinin bileşkesi, sıfırdan farklı olur ve gök cismini yörüngesinden çıkartır. Kepler yasalarının yürürlükte olması için, hızın Güneşin yakınlarında birinci üst sınırı ve çekim katsayısının da, alt sınırının üstünde olması gereklidir. Yörüngenin elips olması için ek olarak, gök cisminin Güneşin ve ya gezegenin çekim alanından kurtulması için gereken hız da, ikinci üst sınır olmalıdır. Hızın birinci üst sınırı, Güneş yakınlarında elips yörüngenin oluşması için gereken Güneşe uzaklığın alt sınırındaki hızdır. (76) formülü ile elips yörüngede, küçük eksen köşesindeki hız formülü,

$$V^2 = kM/a$$

ile verilmiştir. Bu formül kuramsaldır. Çünkü uygulamada bir gök cisminin hızı, istenildiği kadar büyük değerler alamaz. Örneğin suyun girdap hareketinde, girdap deliği çevresinde su moleküllerinin hızı,

$$V = b/a$$

formülü ile verilir. (V su moleküllerinin hızı, b sabit, a su moleküllerinin girdap eksenine uzaklığı) Su molekülleri istenildiği kadar yüksek hız değerlerini alamazlar. Bu nedenle girdap yarıçapının bir alt sınırı vardır. Benzer biçimde elips yörünge için, gök cisimlerinin Güneşe uzaklığının bir alt sınırı olmalıdır. Merkezkaç kuvveti uzaklıkla ters, çekim kuvveti ise uzaklığın karesi ile ters orantılıdırlar. Kepler yasaları yürürlükte ise, bu özelikler (85) irdelemesi ile birlikte göz önüne alındığında, bir süre sonra bileşke kuvvetin sıfır olacağı ve yörüngenin sağlanacağı anlaşılır.

Patlama ile oluşan bir paçanın radyal doğrultuda ve Güneşten uzaklaşacak yönde fırlatıldığını varsayalım. Eğer hızın radyal bileşeni limit hıza ulaşmamışsa, Güneş sistemini terk edemez, radyal hız bileşeni sıfır olduktan sonra geri döner ve Güneşe doğru hızlanmaya başlar. Fırlatıldığı yörüngeye geldiği zaman, radyal hız bileşeni başlangıçtaki hızına ters yönde ulaşır. Fırlatılan parçaların doğrultusu ne olursa olsun, hepsi de radyal bileşen önceki ile aynı şiddette ve ters yönde olmak üzere, Güneşten tarafa yol alırlar. Bu gök cisimleri sonsuzdan gelmedikleri için, elips yörüngeye girerler. Patlamanın verdiği hız ne kadar yüksek ise, Güneşe de o kadar çok yaklaşırlar ve yörüngeye giriş o kadar uzun sürede olur. Çünkü bu hızın büyük olması, denge konumundaki bozulmanın büyük olmasını gerektirir. Ayın 2,8 A.B. uzaklıktan, 1 A.B. uzaklığa gelme süresi, oldukça uzundur. Bu kadar uzun yolculuk, ancak K. gezegenler gezegeninin patlaması ile oluşan hızla gerçekleşebilir, çarpışma ile olanaksızdır.

Güneşin çekim katsayısı artsın. Çekim kuvveti artar. Çekim katsayısı artarsa, gezegen Güneşe yaklaşır. Çekim katsayısı azalırsa, gezegen Güneşten uzaklaşır. (85)'in C şıkkını göz önüne alalım. G yerine kM yazalım. Gezegen bu halde yörüngesini değiştirmez. Eğer k çekim katsayısı büyürse, (85)'in B şıkkı gerçekleşir, gezegen Güneşe yaklaşır. k çekim katsayısı küçülürse, (85)'in A şıkkı gerçekleşir, gezegen Güneşten uzaklaşır.

Bilim ve Teknik dergisinin Ocak 2005 tarihli sayısında yerini bulan, Jüpiter'in Göçüne Yeni Kanıt adlı makalede, Jüpiter'in başlangıçta Güneşten daha uzaklarda oluştuğu, sonra yakınlara göç ettiği savunulmaktadır. Bu göç olayı Satürn gezegeni için de geçerlidir. Çünkü Satürn ve Jüpiter gezegenleri, en yaşlı gezegenler olup, Güneş enerjisinin arttığı dönemde oluşmuşlardır. Bu dönemde Güneşin enerjisi ile beraber, sıcaklığının yükselmesi nedeni ile, çekim katsayısı da artmıştır. Her iki gezegen de, Güneşe yaklaşmışlardır. Jüpiterden sonra Güneş enerjisi, maksimum olur ve azalmaya başlar. Çekim katsayısı küçülür, yeniden Güneşten uzaklaşırlar. Ancak çekim katsayısındaki değişimin ve Güneşe yaklaşıp, uzaklaşmalarının, boyutlarını bilmiyoruz.

Uydular içinde en küçük olan Deimos (Marsın uydusu), 3 km yarı çapındadır. K.gezegenler içinde yarı çapı ölçülen, en küçük Hermes olup, 300 m yarı çapındadır. Daha küçük olan, yarı çapı ölçülemeyen K.gezegenler de vardır. Uyduların yarı çapları 3 km'den daha aşağı inemezler. Çünkü merkezlerindeki sıcak kısım soğur. Çekim katsayısı soğuk cisimlerde daha küçük olduğundan ve gezegenin çekim katsayısı da, Güneşinkinden küçük olduğundan, bunların çarpımı gereken alt sınırın altında kalır, uydu gezegene düşer. Uyduların patlayan gezegenlerin parçaları oldukları, yukarda ifade edilmişti.. Patlayan gezegenlerde, her büyüklükte gök cismi oluşmuştur. Bunlar gezegenlere birlikte gelmişlerdir. Başlangıçta küçük olanlar sıcak olduklarından, uydu olmuşlardır. Zamanla soğumuşlar, merkezdeki sıcaklıkları, alt sınırlarının altına inmiş, bu sıcaklıktaki çekim katsayısına karşılık gelen, çekim kuvveti ile giriş yapan potansiyel enerji, kendi yayını olan potansiyel enerji ile birlikte, dönme işini ve diğer işleri karşılamamış, önce hızları azalmış, açığa çıkan kinetik enerji dönme işini karşılamış, ve hız alt limitin altına düştükten sonra, yapay uydular gibi, gezegene düşmüşlerdir. Böylece yarı çapı 3 km'nin altında olanlar, gök taşı adını almışlar ve gezegene düşmüşlerdir. Eğer yarı çapı 3 km'nin altında bir gök cismi uydu olsaydı, yukarda açıklandığı gibi, gezegenlere düşen gök taşlarının, gezegene yaklaşırken Kepler yasalarının yürürlüğe girmesi ve uydu olmaları gerekirdi, gezegene düşmezlerdi.. Çekim katsayısı, sıcaklığın belli bir sınırın altına düşmesi veya yaşın belli bir sınırın üstüne çıkması ile düşer. Bu nedenle, uydu olacak gök cisimlerinin merkezdeki sıcaklıklarını koruyabilmeleri için, yarıçaplarının, bir alt sınırı olmalıdır. Güneşin çevresinde dolanan gök cisimleri için de, durum aynıdır. Ancak yarı çapın alt sınırı, 3 km'nin çok altındadır. Bu sınırın da altında, yarı çapı olan ve hızı, Güneş sisteminden çıkacak düzeyde olmayan, gök cisimleri de vardır, uzaydan gelirler, yörüngeleri paraboldür, bir kısmı gezegenlere, diğerleri Güneşe düşerler. Eliptik hareket için, dönme işinin karşılanması zorunludur. Gök cismi yeteri kadar sıcak olursa, çekim katsayısı ve çekim kuvveti büyük olur. Büyük kuvvetin getirdiği potansiyel enerji de, büyük olur ve dönme işi karşılanır, eliptik hareket gerçekleşir. Bu olay, yani uydu ve gezegenin yarı çaplarının alt sınırlarının farklı olmaları, çekim katsayısının sıcaklıkla değiştiğini, Güneşin çekim katsayısının, gezegenin çekim katsayısından büyük olduğunu ve iki gök cismi arasındaki çekim katsayısının, iki gök cisminin çekim katsayılarının çarpımı olduğunu kanıtlar. Gök taşların ve yapay uyduların gezegene düşmeleri de, dönmenin bir iş olduğunu ve gerçekleşmesi için potansiyel enerjiye gereksinim olduğunu kanıtlar. Eğer yarı çapı 3 km'nin üstünde olan bir gök cismi, bir gezegenin çekim alanına girerse, Kepler yasaları yürürlüğe girer ve gök cismi gezegene uydu olur, yarı çapı yeteri kadar 3 km'nin altında ise, merkezindeki sıcaklığı ve çekim katsayısı belli bir sınırın altına düşeceğinden, Kepler yasaları yürürlüğe girmez ve gök cismi gezegene düşer.

(39) hız formülü, yörüngenin elips olması için, gerek ve yeter koşuldur. Formülün çıkartılışı, yeter koşul olduğunu kanıtlar. Gerek koşul olduğunu kanıtlayalım. Formülde hız bulunduğundan, bizim için mekanik kanıt yeterlidir. (39) hız formülü sağlanıyorsa, yörünge elipstir. (39) hız formülünü,

$$(39) \qquad V^2 = kM(2/r - 1/a) = kM/a + 2kM(a - r)/(a.r), \qquad mV^2/a = kMm/a^2$$

biçiminde yazalım. Gezegenlerin yörüngeleri, çembere çok yakın olduklarından, ikinci tarafın ikinci terimi, birinci terim yanında ihmal edilir. Yer için, ikinci terimin birinci terime oranı, 0.02 dir. Son eşitlik, ikinci terimin ihmalinden sonra, birinci teriminden, her iki taraf m/a ile çarpılarak yazılmış olup, (39) hız formülünde, merkezkaç kuvvetin, çekim kuvvetine yaklaşık olarak eşit olduğunu gösterir. Klasik mekanikte, gezegenlerin yörüngelerinin hesabında, kuvvetler dengesi yazılır ve bulunan diferansiyel denklem sistemi çözülürse, yörünge konik bulunur. Peryodik harekette bulunan gök cisimleri için elips, kuvvetler dengesinin, tam olarak sağlandığı, bir tek eğridir. Elipsten başka bir eğride, (39) hız formülünün sağlandığını varsayalım ve bu eğrinin, elips içindeki bir noktasını göz önüne alalım. Elips, kuvvetler dengesinin tam olarak sağlandığı eğri, varsayılan eğri ise, ihmalden dolayı kuvvetler dengesinin, yaklaşık olarak sağlandığı eğri olacaktır. Varsayılan yörünge üzerinde, elipsin içindeki noktada, (85)'in birinci şıkkına göre, merkezkaç kuvvet, merkezcil kuvvetten üstün olacak, $b<0$ olacak ve bu noktadaki gök cismi, elipse doğru itilecektir. Bu yörüngenin, elipsin dışındaki bir noktasını göz önüne alalım. Bu defa, (85)'in ikinci şıkkına göre, merkezcil kuvvet merkezkaç kuvvetten üstün olacak, $b>0$ olacak ve bu noktadaki gök cismi, elipse doğru çekilecektir. Elips, bu kuvvetlerin kararlı denge konumudur. Bu nedenle zaman içerisinde, varsayılan yörünge, elipse dönüşecektir. Bu teorem sayesinde, Kepler yasaları ile (39) hız formülünün özdeş oldukları görülür. (39) hız formülü, Kepler yasalarının formülle ifadesidir. Eğer Kepler yasaları varsa, (39) hız formülü vardır, (39) hız formülü varsa, Kepler yasaları vardır. Yapay uyduların, gök taşlarının ve Jüpitere düşen kuyruklu yıldızın, yörünge elemanları, Kepler yasalarını, yani (39) hız formülünü sağlarlar. Bu gök cisimlerinin elips yörüngede olmaları gerekir, halbuki bunlar gezegene düşerler. Çünkü bunların çekim katsayıları, Kepler yasalarına uymazlar, yarı çapları, merkezlerindeki sıcaklıkları ve dolayısı ile çekim katsayıları, alt sınırlarının altındadırlar. Kuyruklu yıldızın da, çekim katsayısı, ileri yaşı nedeni ile, alt sınırın altına düşmüştür. Çünkü bir gezegenin başlangıç enerjisinin yaşamı boyunca sabit kaldığı, yukarda ifade edildi. Bu kural kuyruklu yıldız için de geçerlidir. Evrende sürtünme yoktur. Sürtünme kaybı diye bir olay söz konusu değildir. Kuyruklu yıldızın hızının, alt sınırın altına düşmesi, kinetik enerjisinin azalması, dolayısı ile başlangıç enerjisinin azalması, ancak çekim katsayısının yaş nedeni ile, alt sınırın altına düşmesinden olabilir. Çekim katsayısı küçülünce, çekim kuvveti de küçülür. Gezegenin yayınladığı potansiyel enerjiden, küçük çekim kuvveti ile, gök cismine geçen potansiyel enerji ile, kendi yayını olan potansiyel enerji toplamı, dönme işini, çekme gerilmesi ile oluşan elastik ve termik işleri karşılamaz. Önce başlangıç enerjisinden harcama ile karşılanır, kinetik enerjisi ve dolayısı ile hızı, alt sınırın altına düştükten sonra, gezegene düşerler..(39) ve (76) hız formülleri, (79) da verilen hızın, yörüngenin elips olmasını sağlayan sınırları içinde geçerlidirler. Bu olaylar, çekim katsayısının sıcaklıkla ve yaşla değiştiğini, dönmenin de bir iş olduğunu, kesin olarak kanıtlarlar.

Plüto patladığı zaman parçalar, farklı yönlerde giderler. Bu parçaların hızları, elips olma sınırlarının içinde ise, (39) hız formülü sağlanıyorsa, Güneşin çekim kuvvetinden kurtulamıyorlarsa, (76) formülü gereğince, Güneşten tarafa, Satürnün yörüngesinin olduğu yere gelirler. Eğer hızları bu sınırın üstünde ise, parabol ve hiperbol sınırları içinde ise, Güneşin çekim kuvvetinden kurtuluyorlarsa, bu parçaların yörünge elemanları, (39) ve (76) hız formüllerini sağlamazlar, gerek koşul yoktur, Güneşin çekiminden kurtulmak için, karşı yönde giderler, Güneşten uzaklaşırlar. Bu parçalar önce, patlamanın verdiği doğrultuda ve yönde yüksek hızlarla hareket ederler. Güneşin çekiminden kurtulamayanların Güneş doğrultusundaki hız bileşenleri, Güneşin çekim etkisi ile, önce azalırlar, sıfır olurlar, sonra Güneş yönünde değerler kazanmaya başlarlar. Diğer parçaların hızları da azalırlar, fakat Güneşin çekiminden kurtulmayı başarırlar.

Bir gök cisminin yarı çapı, uydu ve gezegen olma sınırlarının üstünde ve Merkür veya Venüs gezegenlerinde uydu oluğunu varsayalım. Güneşin bozucu etkisi, kesin olarak bu gök cismini uydu olmaktan kurtaracak ve gezegen yapacaktır. Gök cisminin yarı çapı uydu olma sınırının altında ve gezegen olma sınırının üstünde olsun. Başlangıçta bu gök cisminin sıcaklığı, çekim katsayısını uydu olma sınırı içine getirecek yükseklikte olsun. Gök cismi uydu hareketini sürdürdüğü süre içinde, Güneşin bozucu etkisi, gök cisminin hızını, gezegenden kurtulma hızı olan, limit hıza çıkarabilirse, gök cismi uydu olmaktan kurtulur, gezegen olur, çıkaramamışsa, gök cismi gezegene düşer. Eğer gök cisminin yarı çapı uydu olma ve gezegen olma sınırlarının altında ise, başlangıçta sıcaklığı nedeni ile, uydu hareketini sürdürebilir. Bu süre içinde Güneşin bozucu etkisi, gök cisminin hızını, limit hızın üzerine çıkarabilirse, bu gök cismi uydu olmaktan kurtulur ve gezegen olur. Fakat gezegen yaşamını fazla sürdüremez, sıcaklığı gezegen olma sınırının altına düştükten sonra, Güneşe düşer. Uydu hareketi süresince Güneşin bozucu etkisi, gök cisminin hızını, limit hızın üzerine çıkaramamışsa, gök cismi gezegene düşer. Diğer gezegenlerin uydularının gezegen olma şansları yoktur. Çünkü Güneşten uzaklaştıkça, bozucu etki azaldığından, bozucu etki diğer gezegenlerde, sürükleme kuvveti ile yok edilebilir. .

Çekişmeler (Pertürbasyonlar)

Potansiyelli bir vektörel alanda, kaynağı içermeyen kapalı bir yol üzerinde, iş entegrali sıfırdır. Eğer yol kaynağı içeriyorsa, iş entegrali $2\pi Fr$ dir. Bu iş yola ve kaynağın iç bölgedeki yerine, hareketli olmasına bağlı değildir. Merkür ve Venüsü göz önüne alalım. Merkürün çizdiği kapalı bir eğri, Venüsü içine almadığından, iş entegrali sıfırdır. Bir dönü içinde, Venüsün, Merkür üzerinde bir etkinliği olmayacaktır. Merkür Venüsten bir dönü içinde, potansiyel enerji almayacak, Güneşten gelen potansiyel enerji ile, yörüngesini kuracaktır. Venüsün çizdiği kapalı bir eğri, Merkürü içine alacağından, bu eğri boyunca iş entegrali sıfırdan farklıdır. Merkürün yeri bu değeri değiştirmez. Venüs, Güneşten ve Merkürden alacağı potansiyel enerjilerin toplamı ile yörüngesini kuracaktır. Ancak gezegenler hareketli olduklarından, aralarındaki uzaklık sürekli değişecek ve Venüsün Merkürden aldığı potansiyel enerji de, değişecek, fakat bir peryotda aldığı toplam enerji değişmeyecektir. Buna bağlı olarak, yörünge elemanları da sürekli değişecektir. Potansiyel enerjinin değişmesi, (85) formülü ile çıkarılan sonuçla aynı olup, yörünge elemanları da, potansiyel enerji ile beraber büyür veya küçülür. Güneşin çekimi yanında, Merkürün çekimi çok küçük kalacağından, yörünge elemanları üzerindeki değişiklikler ve elipsten olan farklılıklar gözlenemezler. Sonuç olarak, içteki gezegenler bir dönü için, dıştakilerden etkilenmezler. Dıştakilerin yörünge elemanları, içtekilerden etkilenip, kararlı denge konumu yönünde bir limite giderler. Bu limit Titiüs-Bod dizisidir.

Başlangıçta Titiüs-Bod dizisinde olmasınlar. İç gezegenlerin ve Güneşin çekim kuvveti ile gelen potansiyel enerjiler, dıştaki gezegenin yörüngesini belirleyecektir. Yörünge üzerinde, her noktada, bu noktadaki gezegene gelen bütün kuvvetlerin bileşkesi ile belirlenmiş, farklı elipsler vardır. Sözü edilen bileşkenin bu elipsler üzerindeki, hesapla bulunan yörünge elemanları, gezegenin yörünge elemanları ile aynı ise, gezegen aynı yörüngede hareketini sürdürür. Eğer hesapla bulunan elemanlar büyükse, (85) gereği olarak gezegenin Güneşe uzaklığı ve hızı biraz büyür, eğer küçükse, yörünge elemanları da biraz küçülür. Yörünge elemanlarının bu değişimi, iç gezegenlerin, dış gezegene uyguladıkları, çekim kuvvetlerinin bileşkesi ile ve (85) yardımıyla sağlanır. Dış gezegenlerin iç gezegenler etrafındaki dönme işi, dış gezegeni, Güneşe yaklaşma ve uzaklaşma yönünde etkiler. Bu değer çok küçük olduğundan, yörünge elemanlarının değişimleri uzun zamanda belirginleşir. Bu değişimler ve gezegenlerin hareketleri, gezegenlerin dağılım durumunu değiştirir. Bu nedenle gezegenlerin yörünge elemanları, belirli sınırlar içinde salınırlar. Yörünge elemanlarının değişimlerinin sınırlı olması, çeşitli dağılım konumları içinde, ve uzun zamanda bir limite gitmesini gerektirir. Zamanla değişimler küçülür, sabitleşir ve kararlı denge konumu oluşur. İç gezegenlerin sayısı arttıkça, değişimlerin limiti sıfıra yaklaşır. Kararlı denge konumu, Titiüs-Bod dizisinde gerçekleşir.

(86) $$a_{n+1} = (4 + 3.2^{n-1})/10 \text{ A.B.}$$

Formülü Titiüs-Bod dizisinin formülüdür. (a, gezegenin Güneşe uzaklığı, n + 1 gezegenin numarası, ikinci yandaki n de, iç gezegenlerin sayısıdır. n = 0,1,2,...değerlerini alacaktır. n = 0, Merkür için olup, bir iç gezegen bağıntısını ifade etmez. Bu nedenle 2^{-1} yerine, $2^{-\infty}$ alınırsa, kuralla gerçeğin uygunluğu sağlanır. (A.B. Astronomik birim,Yer-Güneş uzaklığı). Açıklamalarda anlatılan, iç gezegenlerin etkinliği, formülle uyuşmaktadır. Formüldeki 3 yerine 3/2 yazılırsa, 2 nin üzerindeki n – 1, n olur. Gezegenin Güneşe uzaklığının, iç gezegenlerin sayısı olan, n ye bağlı olduğu görülür. Güneşe uzaklık sırasına göre, gezegenler 0.4, 0.7, 1, 1.6, 2.8, 5.2, 10, 19.6, 38.8, 77.2 A.B. uzaklığındadırlar. Kısaca gezegenlerin Titiüs-Bod dizisi düzeninde sıralanmaları, dış gezegenlerin iç gezegenler çevresinde dönme işi yapmaları ve iç gezegenlerin dış gezegenlere etkinliği nedeni iledir. İlerde gezegenlerin Güneşe uzaklıkları oranının, sabit olduğu görülecektir.

Gezegenlerin Sırası

Birinci yaşlı gezegen Satürnün yaşama girdiği dönemi göz önüne alalım. İlk hızla uygun bir yörüngeye girmiştir. Arkasından ikinci yaşlı gezegen Jüpiter yaşama girer. Bu da, ilk hızı ile uygun bir yörüngeye girmek için, yola koyulur. Satürne yaklaştığı zaman, aralarında çekişme başlar. Her iki gezegen de, biri diğerini, çevresinde elips yörüngeye zorlar. Fakat büyük olmaları nedeniyle, biri diğerini Güneşten koparıp, uydu yapamaz. Her gezegen, aralarındaki çekişme nedeni ile, diğer bir gezegene veya Güneşe, hızı ile (76) formülüne uygun düşen bir uzaklıktan daha fazla yaklaşamaz. Jüpiter de bu kurala uyacaktır. Güneşin ve Satürnün Jüpiter üzerindeki çekim kuvvetleri, gezegenler arası çekişmelerle, kararlı denge durumuna gelinciye kadar, (85) e göre yörünge elemanları üzerinde değişmeler olur. Üçüncü yaşlı gezegen Uranüs yaşama girer. Uranus, Güneş sistemine dışardan girmiştir. Saturn ve Jüpiter Uranüsü, çevrelerinde elips yörüngeye zorlayacaklardır. Jüpiterde olduğu gibi, Uranüs de belli bir uzaklıktan daha fazla bu gezegenlere yaklaşamayacak ve Uranüs, dışarda bir yörüngeye girecektir. Bir gezegenin yörüngesi, hızı, çekim katsayısı ve iç gezegenlerinin çevresinde yaptığı dönme işi(ilerde dönme işinin uygulaması paragrafında açıklanacaktır) ile belirlenir. Bu dönemde, Neptün ve Plüto henüz yaşama girmemişlerdir. Dördüncü yaşlı gezegen Neptün, yüksek ilk hızla Uranüstan daha ilerde yaşama girer. Kütlesi 17.2 Yer kütlesi olup, kütle büyüklüğü, Jüpiterin 317 Yer kütlesinden sonra, büyük bir düşme göstermiştir. Arada bir boşluk oluşmuştur. Aynı zamanda Jüpiterle Neptün arasındaki yoğunluk farkı, yani yaş farkı da, çok büyüktür. Uranüsün sisteme dışardan girdiği göz önüne alınırsa, bu iki gezegen arasındaki zaman aralığı da, çok büyüktür. Jüpiterden sonraki dönemler, Güneşin enerji düzeyinin maksimum olduğu dönemlerdir. O halde Güneş, yüksek ilk hızla sonsuza gezegen fırlatmış olmalıdır. İki tane fırlatmış olabilir. Plüto da, Neptün gibi yüksek ilk hızla yaşama girmiştir. Bu dönemde, Güneşin enerji düzeyi düşmüş ve sonsuza gezegen fırlatamaz olmuştur. Beşinci yaşlı gezegen K. gezegenlerin bütünüdür. Bu gezegen fırlatıldığında, Güneşin enerji düzeyi ve buna bağlı olarak, çekim katsayısı düşmeğe devam etmiş, Güneş artık Jüpiterden ileriye gezegen fırlatamaz olmuştur. Diğer gezegenlerin bir ayrıcalığı yoktur. Gezegenlerin sisteme girmeleri ile, karşılıklı çekişmeler başlar. Yukarda sözü edilen, kararlı denge oluşuncaya kadar, yörünge elemanlarında küçük değişmeler olur. Titiüs-Bod dizisi kararlı denge konumudur.

Kuyruklu Yıldızın Jüpitere Düşmesi

Bir süre önce Jüpitere bir kuyruklu yıldız düşmüştür. Kuyruklu yıldız son zamanlarda, Jüpiterin çekimine kapılmış ve yörüngeye girmiştir. Kuyruklu yıldızın üzerinde, yukarda sözü edilen karalı denge, ancak yörünge üzerinde vardır. Bu nedenle kuyruklu yıldız yörünge dışında bir noktadan geçemez. Kuyruklu yıldızın düşmesi için, hızının limit hızın altına düşmesi, (85) in ikinci şıkkının gerçekleşmesi zorunludur. Yerin atmosferi 120 km dır. Fakat kesin sınır bilinmemektedir. Hava moleküllerinin bulunduğu bir ortamdan geçmesi, ilk akla gelen bir nedendir. İkinci olarak, kuyruklu yıldız yeteri kadar yaşlıdır. Yaşlılık çekim katsayısını düşüren bir etkendir. Küçük olduğundan yeteri kadar soğuktur. Soğuk olması da, çekim katsayısını düşüren ikinci etkendir. Çekim katsayısı küçülen bir cismin, çekim gücü azalır. Kuyruklu yıldızın çekim katsayısı, alt sınırın altına düşmüştür. Hem enerji giriş katsayısı ve hem de enerji çıkış katsayısı (Bu kavramlar çekim katsayısı ve geçirgenlik paragrafında açıklanacaktır.) küçülmüştür. Enerji giriş katsayısı küçüldüğünden, Jüpiterin yayınladığı potansiyel enerjiyi, dönme işini karşılayacak kadar algılayamaz ve yörüngesi bozulur. Enerji çıkış katsayısı da küçüldüğünden, Jüpitere çevresinde dönme işi yaptıracak kadar, potansiyel enerji çıkışı sağlayamaz, Jüpitere yaptırdığı yörünge de bozulur. Çekim, gücü belli bir sınırın altına düşmüştür. Yukarda sözü edildiği gibi, Jüpiterin ivmeli hızı değişmemesi nedeniyle ve (76) nedeni ile Jüpitere uygunluk sağlayamaz. Kuyruklu yıldızın Jüpitere göre, görel hızı azalır. (85) in ikinci şıkkına göre, kuyruklu yıldız Jüpitere düşer. Bir başka anlatımla, çekim katsayısı alt sınırın altına düştüğünden, Kepler yasaları yürürlükten kalkar, yalnız çekim yasası yürürlükte kalır ve kuyruklu yıldız Jüpitere düşer. Fakat merkezcil ve merkezkaç kuvvetlerin farkı çok küçük olduğundan, çarpışma(düşme) çok yavaş olur. Çarpışma oluncaya kadar, birkaç dönü yapabilir. Her ikisi de birlikte, oluşturdukları sistemin kütle merkezinde çarpışırlar. Bu kütle merkezi, birleşik cismin de kütle merkezi olur. Jüpiterin aldığı yol, kütlesiyle ters orantılı olduğundan, bu yol gözlenemez. Kuyruklu yıldız alçalmaya başladıktan sonra, elips yörüngeden çıkar ve parabol yörüngeye girer. Olay, eğik atış olayının tersinden gerçekleşmesidir. Yapay uyduların düşmesi de, aynı nedene dayalı, aynı bir olaydır. Kuyruklu yıldızın Jüpitere düşmesi, çekim katsayısının yaşla küçüldüğünün kanıtıdır.

IV DÖNME İŞİ

Dönme İşinin Uygulaması

Bu uygulama ile, Titiüs – Bod dizisinin, gezegenler arası çekim kuvvetlerinin dönme işleri ile, nasıl oluştuğu anlatılacaktır. Güneşin çekim kuvveti ile gezegene geçen potansiyel enerji, gezegenin Güneş çevresindeki dönme işine ve çekme gerilmesinin neden olduğu, elastik ve termik işlere harcanır. Bunların dışında bir iş yapmaz. Güneşin çekim kuvveti, gezegenleri Güneşe yaklaştırıp,uzaklaştırmaz. Güneş yalnız, elips yörünge gereği olan, gezegenlerin yaklaşıp, uzaklaşmalarını sağlar. Gezegenler arası çekişmelerle, iç gezegenlerden dış gezegenlere geçen potansiyel enerji, dönme işi ile, gezegenlerin birbirlerine göre konumları düzenlenir, Titiüs – Bod dizisini oluştururlar. Dış gezegenden iç gezegene geçen potansiyel enerji, iç gezegen dış gezegen çevresinde dönmediği için, dönme işi yapmaz. Dış gezegen iç gezegen çevresinde döndüğü için, dönme işi yapar ve iç gezegen dış gezegeni, Güneşe yaklaştırır veya uzaklaştırır. Güneşle gezegenler arasındaki çekim kuvvetleri, gezegenler arasındaki çekim kuvvetlerinden çok büyük olduğu için, büyük kuvvetler büyüklerle, küçük kuvvetler de, küçüklerle dengelenirler. Birbirlerine karışmazlar.

Merkür ile Venüsü göz önüne alalım. Her gezegenin yoğunluklarının farklı olması, gezegenin yaşı ile ve çekim katsayılarının farklı olması ile açıklandı. Her gezegenin çekim katsayısı farklıdır. Çekim yasası formülünde geçen çekim katsayısı, her iki gök cisminin çekim katsayılarının çarpımıdır. Yukarda Güneşin nötr maddeyi çekmediği ifade edilmişti. Nötr maddeye yakın olan cisimleri, yani çekim katsayısı sıfıra yakın olan cisimleri daha az çeker.

Merkürün çekim kuvveti altında, Venüsün yaptığı dönme işini hesaplayalım.

(87) $$F = -k_v m_v m_m / r^2$$

Venüsün açısal hızı Merkürün açısal hızından daha küçüktür. Merkürü durdurur, Venüsü hareket ettirirsek, Venüs Merkürün çevresinde matematik dönme yönünün tersinde döner. Dönme açısı negatifdir. Merkürün çekim kuvveti, Merküre yönelir. Merkür kutup merkezi olduğundan, Venüse göre bu da negatiftir. Merkürün Venüsü çekme kuvvetinin normal bileşeni, Venüse, pozitif dönme işi yaptırır. Kutupsal koordinatlarda hesaplanan iş, dönme işidir. Çünkü iş entegralinin diferansiyeli, yay elemanı olup, merkezsel kuvvet yola diktir. Venüs bu dönme işi için Merkürden potansiyel enerji alır. Fakat bu potansiyel enerji, Güneşten aldığı potansiyel enerji ile ters işarettedir. Çünkü dönme yönleri terstir. Bu dönme işini hesaplayalım.

(88) $d\dot{I}_d = F\, ds = -k_v m_v m_m r\, (\theta_v - \theta_m) dt / r^2 = -k_v m_v m_m (\theta_v - \theta_m) dt / r$

$d\dot{I}_d = -k_v m_v m_m (\theta_v - \theta_m)\, dt / (r_2^2 + r_1^2 - 2 r_2 r_1 \mathrm{Cos}(\theta_v - \theta_m)\, t]^{1/2}$

Merkürün Venüse yaptırdığı dönme işinin diferansiyelidir. $\theta_v - \theta_m$ açısal hızların farkı da, negatif olduğundan, dönme işi pozitiftir. Bu entegral birinci tür eliptik entegraldir.

(89). $\mathrm{Cos}\,(\theta_v - \theta_m)\, t = 1 - 2\, \mathrm{Sin}^2(\theta_v - \theta_m)\, t/2$

Yarım açı formülü ile birinci tür eliptik entegral elde edilir.

(90) $d\dot{I}_d = -k_v m_v m_m (\theta_v - \theta_m)\, dt / \{(r_2 - r_1)^2 + 4 r_2 r_1 \mathrm{Sin}^2[(\theta_v - \theta_m)\, t/2]\}^{1/2}$

Sinüsten kosinüse geçilir ve (91) dönüşümüyle y ye geçilirse,

(91) $(\theta_v - m_1)\, t/2 = \pi/2 - y$

(92) $d\dot{I}_d = k_v m_v m_m\, 2dy / \{(r_2 + r_1)[1 - 4 r_1 r_2 / (r_2 + r_1)^2\ \mathrm{Sin}^2 y]^{1/2}\}$

$p = 4\,(r_1 r_2) / (r_2 + r_1)^2$

$\dot{I}_d = k_v m_v m_m\, 2 / (r_2 + r_1) \int_0^{pi/2} dy / (1 - p\, \mathrm{Sin}^2 y)^{1/2}$

olur. p<1 dir.

$4r_1r_2 / (r_1 + r_2)^2 < 1, \qquad 4r_1r_2 - (r_1 + r_2)^2 < 0, \qquad -(r_1 - r_2)^2 < 0$

Birinci tür eliptik entegralin değeri, Binom formülü ve Gama fonksiyonunun özeliklerinden,

0< k <1 ise,

$S(p) = \int_0^{pi/2} dy / (1 - p\, \mathrm{Sin}^2 y)^{1/2} = \pi/2\ \{1 + (1/2)^2 p + [(1.3)/(2.4)]^2 p^2 + [(1,3,5)/(2.4.6)]^2 p^3 + ...\}$

dür. k = ½ dir. Bu entegral y' nin 0 dan, π/2 ye kadar değerleri için,

(93) $\dot{I}_d = k_v m_v m_m.\ [\pi / (r_2 + r_1)]\ \{1 + (1/2)^2 p + [(1.3)/(2.4)]^2 p^2 + [(1.3.5)/(2.4.6)]^2 p^3 ....\}$

olur. Eliptik entegral formülünden gelen π/2 çarpanının paydası, 2y'nin katsayısı ile kısalır.

(94) $y = 0$ için $t = \pi/(\theta_v - \theta_m)$, $\quad y = \pi/2$ için $t = 0$

olur. Gezegenlerin peryotları, T_1, T_2 ve Venüsün ters yönde dönmesi için de T olsun. (91) den t ile y nin değişim yönlerinin ters olduğu görülüyor. y den t ye geçerken bu özelik nedeni ile, θ_1 ile θ_2'nin yerleri değiştirilecektir. t nin yarım açısına geçilirse, π/2, t/2 için üst sınır olur, t için üst sınır π olur. (93) yarım peryotdaki dönme işidir.

(95) $T = 2\pi/(\theta_m - \theta_v)\,, \qquad T = 2\pi/(2\pi/T_1 - 2\pi/T_2) = T_1 T_2/(T_2 - T_1)$

ters yönde dönüş için peryot bulunur. (93) işinin bir peryotdaki değeri için, 2 ile çarpılmalı ve 1 gündeki iş için, peryotla bölünmelidir veya frekansla çarpılmalıdır. Çünkü bilgisayar işleminde peryot, Keplerin üçüncü yasası ile hesaplanmış, bir günün saniye değerine bölünmüştür. Burada peryot birimi gündür. Her gün gezegenin Güneşe uzaklığı hesaplanacaktır.

$\dot{I}_d = k_v m_v m_m\, [2\pi / (r_2 + r_1)]\ [(T_2 - T_1) / (T_1 T_2)]\ \{1 + (1/2)^2 p^2 + [(1.3)/(2.4)]^2 p^4 ....\}$

1 gündeki dönme işi bulunur. Eğer iç gezegen birden fazla olursa, hepsinin işleri toplanır ve dış gezegenin iç gezegenlerden aldığı potansiyel enerji bulunur. Bu formül ile, elde edilecek ortalama uzaklıklar üzerinde yapılan ihmaller büyük olduğundan, bilgisayarda yörünge elemanlarının işlemleri yürütülemez. İkinci bir yöntem düşünülebilir. (92) formülünün üçüncüsü, Binom serisine açılacak ve gelecek trigonometrik terimlerin kuvvetleri, indirgeme formülü ile entegre edilecektir. (91) sinüse geçiş dönüşümünü kaldıralım ve (90) da, sinüs yerine kosinüs değerini koyalım

(96) $(1 - x)^{-1/2} = 1 + (1/2)x + [(1.3)/(2.4)]x^2 + [(1.3.5)/(2.4.6)]x^3 + ...$

(90) $d\dot{I}_d = -k_v m_v m_m (\theta_v - \theta_m)\, dt / \{(r_2 - r_1)^2 + 4 r_2 r_1 [1 - Cos^2(\theta_v - \theta_m) t/2] \}^{1/2}$

$$d\dot{I}_d = -k_v m_v m_m (\theta_v - \theta_m)\, dt / \{(r_2 + r_1)[1 - p\, Cos^2 (\theta_v - \theta_m) t/2]^{1/2} \}$$

$$(\theta_v - \theta_m)t = u$$

$$\dot{I}_d = -k_v m_v m_m / \{(r_2 + r_1) \int_{u1}^{u2} \{1 + (1/2)p\, Cos^2u/2 + [(1.3)/(2.4)]p^2 Cos^4u/2 ...\}du$$

$$I_n = Sin\, u\, Cos^{n-1}u / n + I_{n-2} (n-1)/n$$

Bu entegral rekürans formülü ile hesaplanır. Entegralden gelen terim Fd olsun.

(97) $\dot{I}_d = -k_v m_v m_m Fd/(r_2 + r_1)$

Bilgisayar programı bu formüle dayandırılmıştır.

Yerin bir yılda iç gezegenler çevresindeki dönme işi ve Güneş çevresinde dönmekle yaptığı dönme işi,

$\dot{I}_d$ = 1.5267683889778E0029 Jul, $\dot{I}_G$ = 3.40905804578463E0034 Jul

dur. Bu işler ve karşılığı olan potansiyel enerjiler, ters işaretlidirler. Eğer $\dot{I}_d$, $\dot{I}_G$ ile karşılansaydı, Yerin Güneşten aldığı potansiyel enerjiden bir kısmını, 1/200000 ini, iç gezegenlerin çevresindeki dönme işine harcayacak ve Yer Güneşten bir miktar uzaklaşacaktı. Gerçekte Yerin Güneşten aldığı potansiyel enerjiden bir kısmını Yer, yörüngesinden başka bir işe harcarsa, yörüngesinin bozulacağından, daha önce söz edilmişti. Halbuki bugüne kadar, Yerin Güneşten uzaklaştığı gözlenmemiş ve böyle bir anlayışa uygun düşen bir uzaklıkta da bulunmuyor. Bu işi yok eden bir etken arayalım. Önce önemli bir noktayı belirteyim. Çekişme karşılıklıdır. Çekişmenin olması için, her iki gezegen de, çekirdeksel tepkimeler nedeni ile potansiyel enerji yayınlamalıdırlar. Çekim katsayıları belli bir düzeyin üzerinde olmalıdır. Her biri diğerine, elips yörünge çizdirebilmelidir. Venüsün, Merkürden aldığı potansiyel enerji, dönme işine harcananın π katı olduğunu görelim. Önce Güneşle gezgen arasında düşünelim. Güneşin çekim kuvveti ile gezegene giren potansiyel enerjinin, (2) formülü, Keplerin üçüncü yasası ve dönme işi formüllerinden,

(98) $E_p = F^2 T^2 /(2\, m)$, $T^2 = 4\, \pi^2 r^3 /(G\, M + G\, m)$, $\dot{I}_d = 2\pi\, F\, r$

dır. $E_p / \dot{I}_d$ potansiyel enerjinin, dönme işine oranı hesaplanırsa,

(99) $E_p / \dot{I}_d = \pi / (1 + m/M)$

bulunur. F kuvvetinin bir peryot süresince uygulanmasıyla, E_p enerjisi gezegene geçmiş ve bundan $\dot{I}_d$ kadarı ile dönme işi yapılmıştır. m/M ihmal edilirse, bu enerjinin, ancak 1/ π si dönme işine harcanmış, geri kalan kısmı ile, merkezcil ve merkezkaç kuvvetlerin çekme gerilmesi altında, gezegen molekülleri, şekil değiştirme ve sürtünme nedenleri ile, elastik ve termik işler yapmışlardır.

Yerin, Güneşin çekim alanındaki potansiyel enerjisinde, çekim katsayısı ve kütleleri vardır. Bunların küçülmesi ile, potansiyel enerji içinde gizli olan enerji, serbest kalır ve gezegenin potansiyel enerjisine eklenir. Şimdi bunları sırayla inceleyelim.

a) Güneşin kütlesi küçülsün. Güneş çekirdeksel tepkimelerle kütle yitirir ve enerjiler yayınlar. Bu enerjiler içinde potansiyel enerji de vardır. Gezegenlere geçen potansiyel enerji, gezegenlere Kepler yasası gereğince bir elips yörünge sağlar ve dönme işi yaptırır. Yörüngenin elemanları, gelen enerjiye göre belirlenir. Bu enerjinin, gezegeni uzaklaştırma veya yaklaştırma etkinliği
b) yoktur. Bu etkinliği iç gezegenden gelen potansiyel enerji sağlar. Güneşten gelen potansiyel enerji, yalnız yörüngenin sürekliliğini sağlar, gezegene dönme işi yaptırır.

b) Güneşin kütlesinin küçülmesi nedeni ile, Karadeliğe göre potansiyel enerjisi azalır. Açığa çıkan gizli enerji yayınlanır.

c) Yerin kütlesinin küçülmesi ile açığa çıkan potansiyel enerji Yerin potansiyel enerjisinden çıkarılır. Bu enerji dönme işi ile aynı işarettedir. Dönme işini yok etmez. Ancak Yerin kütlesinin küçülmesi ile bir de, Güneşte olduğu gibi, çekirdeksel tepkimelerin enerjisi açığa çıkar. Açığa çıkan enerji, dönme işi ile ters işarettedir. Gezegenin Güneşten aldığı potansiyel enerji ile, aynı işarettedir. İkisinin çarpımını q ile gösterip, birlikte değişimini sağlayalım. Venüsün, Güneşin çekim alanındaki değişen potansiyel enerjisini hesaplayalım. Venüsün kütlesi ve çekim katsayısı küçülecek, buna karşılık Güneşe yeni uzaklık belirlenecektir.

$$q_0 = k_v\, m_v, \qquad \Delta E_p = M\, \Delta q_0 / r_0$$

olsun. ΔE_p Venüsün Güneşe göre potansiyel enerjisindeki değişimdir. Bilinen potansiyel enerji değişmez. Bir de, Güneşin yayınladığı potansiyel enerjiden, Venüse, çekim kuvveti ile giriş yapan potansiyel enerji vardır. Bu potansiyel enerji dönme işine harcanır. Benzer biçimde gezegenler arası çekim kuvveti ile de, bu potansiyel enerjiler, gezegenlere giriş yaparlar ve bir gezegenin diğeri çevresinde yapacağı dönme işine harcanırlar. Burada sözü edilen ΔE_p, potansiyel enerjisi, Güneş veya gezegen tarafından yayınlanan potansiyel enerjidir.

(100) $$M (q_0 - \Delta q_0) / r_0 - \Delta İ_d = M\, q_0 / r_0 - M\, \Delta q_0 / r_0 - \Delta İ_d = M\, q_1 / r_1$$

olur. q_0, Δq_0 kadar azaldı ve dış gezegenin, Venüsün dönme işi çıkarıldı, gezegen yeni yerini ve kütlesini aldı. Buradan r_1'i çekelim.

(101) $$r_1 = M\, q_1 / (M\, q_0/r_0 - \Delta E_p - \Delta İ_d) = r_0/\{1 + r_0[- \Delta E_p/(M\, k_v\, m_v) - \Delta İ_d/(M\, k_v\, m_v)] \}$$

q_0/q_1 limitte 1'e gider. Güneş ile Merkürün yayınladığı potansiyel enerjileri ve Venüsün, Merkür çevresinde dönme işi, kütleleri ile orantılıdırlar.

$$\Delta E_p = \Delta E_{pm}\, M / m_m, \qquad \Delta İ_d = \Delta İ_{dv}\, M/m_m$$

(ΔE_{pm} Merkürün yayınladığı potansiyel enerji, $İ_{dv}$ Venüsün, Merkürün çevresinde dönme işi)
Bu değerler (101) de yerlerine konulursa,

$$r_1 = r_0/\{1 + r_0[- \Delta E_{pm}\, M/(m_m\, M\, k_v\, m_v) - \Delta İ_{dv}\, M/(m_m\, M\, k_v\, m_v)]\}$$
$$r_1 = r_0/\{1 + r_0[- \Delta E_{pm}/(m_m\, k_v\, m_v) - \Delta İ_{dv} /(m_m\, k_v\, m_v)]\}$$

bulunur. Köşeli parantez içi sıfırsa, gezegenin Güneşe uzaklığı değişmez.. Titiüs – Bod dizisine gelinmiştir. Titiüs – Bod dizisi limit konumudur. Titiüs – Bod dizisinde bulunan bir gezegenin potansiyel enerji yayını,

(103) $$\Delta E_{pm}/(m_m\, k_v\, m_v) = - \Delta İ_{dv} /(m_m\, k_v\, m_v), \qquad \Delta E_{pm} + \Delta İ_{dv} = 0$$

(97) dönme işine, ters işaretle eşittir. Bu dönme işini burada yerine koyalım. (97) de dönme işinin önündeki – işareti, dönmenin ters yönde olmasından gelir. Uzaklık hesabında dönme işinin mutlak değeri alınmalıdır. Bu özellik (100)de görülür.

$$r_1 = r_0/\{1 + r_0[- \Delta E_{pm}/(m_m\, k_v\, m_v) - m_m\, k_v\, m_v\, Fd/((r_m + r_v)\, m_m\, k_v\, m_v)]\}$$

(104) $$r_1 = r_0/\{1 + r_0[- \Delta E_{pm}/(m_m\, k_v\, m_v) - Fd/(r_m + r_v)]\}$$

. Gezegenin güneşe uzaklığı, yayınlanan potansiyel enerjiye bağlı olarak değişmektedir. Bu formüle uzaklık dizisi denilecektir. Burada q içindeki k, çekim katsayısıdır. Eğer, (103) gerçekleşiyorsa, q_1/q_o limitte 1 e gideceğinden, r_1 değişmez. Bugün r'nin değişmediğini biliyoruz. $\Delta İ_d$ nin pozitif olduğunu da biliyoruz. O halde ΔE_{pm} negatif olmalıdır. ΔE_{pm} enerjisinin negatif olmasını yorumlayalım. Yukarda q_0'ı, Δq_0 kadar azalttım. Bu işlemle gezegenin potansiyel enerjisi azalmadı. Çünkü q_0'ın azalmasıyla açığa çıkan enerji, potansiyel enerji içinde olan bir enerji değildir. k.m kütlesinin içinde gizli olan bir enerjidir. ΔE_{pm} nin de negatif olması ile, bu terim pozitif olur ve gezegenin potansiyel enerjisi artar. Sözü edilen bu enerji, Güneşte olduğu gibi gezegende de, çekirdeksel tepkimelerle açığa çıkan enerjidir. Gerçekte olan da budur. k.m içinde gizli olan enerji, açığa çıkmış ve potansiyel enerjiye eklenmiştir. ΔE_{pm} gezegenin potansiyel enerjisini artırır, $\Delta İ_d$ gezegenin potansiyel enerjisini azaltır. İşlemlerin gerçekle uygun düşmesi için, $\Delta E_{pm} < 0$

alınmalıdır. (104) den ΔE_{pm}'nin, yani gezegenin yayınladığı ve diğer gezegenden kendisine giriş yapan potansiyel enerjiler toplamının artması ile, gezegenin Güneşe yaklaştığı, $\Delta İ_{dv}$'nin, yani dönme işinin artması ile de, Güneşten uzaklaştığı kolayca görülmektedir. Gezegenin kütlesinin küçülmesi ile, gezegenin Güneşe göre potansiyel enerjisi azalır. Buradaki enerji değişimi ΔE_{pm} pozitiftir. Önünde negatif işaret olduğundan Güneşe göre potansiyel enerji azalmıştır. Gezegenin kütlesinin küçülmesi ile, çekirdeksel tepkimelerin enerjisi açığa çıkar ve gezegenin potansiyel enerjisi artar. Buradaki enerji değişimi ΔE_{pm} negatiftir. Önündeki negatif işaret nedeni ile, gezegenin potansiyel enerjisi artar. r'nin değişmediğini bildiğimize göre, (103) denklemi sağlanmalıdır. Bu koşul uzaklık dizisinin limit durumunda gerçekleşir. (104) denkleminde dizinin terimleri arasındaki fark, ne kadar küçük olursa, bulunacak uzaklıklar o kadar gerçeğe yakın olur. Bilgisayar programında Güneşe olan uzaklıklar, gezegenin Titiüs – Bod dizisindeki dönme işi, ters işaretle bu formülde ΔE_{pm}'nin yerine konularak, (104) formülü ile hesaplanmıştır..

Uzaklıklar dizisinde r_2'yi ve r_n'i hesaplayalım. Buradaki indisler aynı bir gezegen için, uzaklık dizisinin terimlerini gösterir.

(105) $$r_2 = M\, q_2 /(M\, q_0/r_0 - 2\, \Delta E_p - 2\, \Delta İ_d)\,, \qquad r_n = M\, q_n /(M\, q_0/r_0 - n\, \Delta E_p - n\, \Delta İ_d)$$

(102) de kısaltma yapalım.

(106) $$r_1 = r_0/[1 - r_0\, (\Delta E_p + \Delta İ_d) / (M\, q_0)]$$

Limitte $q_0 / q_1 = 1$ olmuştur.

Eliptik entegrali, Binom serisine açıp, belirsiz entegral olarak hesaplayalım. Binom açılımında gelecek olan kosinüsün kuvvetleri, trigonometrik fonksiyonlarda indirgeme formülü ile hesaplansın. (107) de tanımlanan $p < 1$ olduğundan Binom serisi yakınsaktır. Bu yöntemin bilgisayara uygulanabilirliği nedeni ile, burada dönme işi hesabına uygulanacaktır. (88) in üçüncü denkleminden,

(107) $$p = 2\, r_2\, r_1/(r_2^2 + r_1^2), \quad u = (\theta_v - \theta_m)\, t\,, \quad w = q_v\, m_m$$
$$u = 2\pi(1/T_2 - 1/T_1)\, t = 2\pi\, [(T_1 - T_2) / (T_1\, T_2)]\, t\,,$$

(108) $$İ_d = - w / (r_2^2 + r_1^2)^{1/2} \int_{u1}^{u2} du /(1 - p Cos u)^{1/2}$$

dır. Binom serisine açalım. Entegralden gelecek terimi Fd ile gösterelim. u negatiftir. Bu işaret kosinüslü terimi etkilemez.

(109) $$İ_d = [- w/(r_2^2 + r_1^2)^{1/2}] \int_{u1}^{u2} \{+(1/2)\, p Cos u + [(1.3)/(2.4)]p^2 Cos^2 u + [(1.3.5)/(2.4.6)]p^3 Cos^3 u ... \}\text{dır.}$$

(110) $$İ_d = q_v\, m_m\, (r_2^2 + r_1^2)^{-1/2}\, Fd$$

olur. Bu formülle de, bilgisayar programı yapılabilir.

Bu işlemlerde çekim katsayısı ve kütle değişimleri, elimizde bir deney olmamasına rağmen, göz önüne alınmıştır. Deneyin yerine geçecek gözlemler vardır. Bilgisayar programında iki ayrı işlem yapılmıştır. Birinci işlem Titiüs – Bod dizisinde olan gezegenlerin, Güneşe uzaklık ve peryot değerlerinin hesabıdır. İkinci işlem ise, Güneşe uzaklığı değiştirilmiş gezegenlerin, Güneşe uzaklık ve peryotlarının hesabıdır. Bu işlemler (104) uzaklık dizisi ile, zaman birimi olarak alınan her günde bir, önceki uzaklık yardımı ile tekrarlanmıştır. (104) formülü ile, Titiüs – Bod dizisinde, dış gezegende yayınlanan potansiyel enerji miktarı, iç gezegenlerin çevresinde dönmekle, yaptığı dönme işine ters işaretle eşitlenmiştir. Güneşe uzaklığı değiştirilmiş olan gezegen, aynı gezegen olduğundan, aynı potansiyel enerjiyi yayınlayacaktır. Dönme işinin hesabı yukarda verildi. (104) formülü ile, yeri değiştirilmiş gezegenin, Güneşe uzaklığını hesaplarken, ΔE yerine, Titiüs – Bod dizisinde hesaplanmış dönme işi, ters işaretle alınacaktır. $\Delta İ_d$ yerine de, yeri değiştirilmiş gezegenin dönme işi konulacaktır. Böylece birim zaman sonundaki Güneşe uzaklık bulunacaktır. Dönme işinin hesabında geçen, bir gün sonunda kat edilen kutup açısını hesaplayalım.

$\theta = u/t$, $T = 2\pi/\theta$, $T/t = 2\pi/u$, $T = 2\pi\, r\sqrt{[r/(kM + km)]}$, $T = T_1T_2/(T_2 - T_1)$

θ açısal hız, u birim zamanda kat edilen açı, t = 86400 saniye bir günün saniye karşılığı, k çekim katsayısı, M Güneşin kütlesi, m gezegenin kütlesidir. Ortadaki ifade, Keplerin üçüncü yasası, son ifade (95) formülüdür. Gezegenlerin T_1 ve T_2 peryotları Kepler yasasından, T peryodu son formülden, u açısı üçüncü formülden hesaplanır. Dönme işinin bilinmeyenleri bulunmuş olur.

Çekim Katsayısı ve Geçirgenlik

Güneşin çekirdeksel tepkimeleri ile açığa çıkan potansiyel enerjinin yayınlandığı gibi, gezegenler de, içindeki çekirdeksel tepkimeler nedeni ile, potansiyel enerji yayınlar ve çekim kuvveti ile başka gezegenlere geçer. Burada çekim katsayısı, gezegenin potansiyel enerji geçirgenlik katsayısı görevini yapmaktadır. Bir sıvıyı süzgeçten geçirelim. Birim zamanda süzgeçten geçen sıvı miktarının, süzgeçteki sıvı miktarına oranı, yani süzgecin geçirgenlik katsayısı,

1) süzgeçle sıvının arakesit yüzeyine,
2) sıvının basıncına,
3) sıvının akışkanlığına (lüziciyetine), ince ve kalın olmasına,
4) süzgecin yaşına, yani eski veya yeni olmasına ve yapım niteliğine,

bağlıdır. Çekim katsayısını, potansiyel enerji geçirgenlik katsayısı olarak yorumlayalım. Bir gezegene birim zamanda geçen potansiyel enerji miktarının bulunduğu ortamdaki potansiyel enerji yoğunluğuna oranı, yani çekim katsayısı, gezegenin potansiyel enerji geçirgenlik katsayısı,

1) iç gezegenlerin sayısına ve kütlesine,
2) yayınlanan potansiyel enerjinin yoğunluğuna (ivmesine),
3) gezegenin sıcaklığına,
4) gezegenin yaşına,

bağlıdır. Bu özelikler numara sırası ile birbirlerinin karşıtlarıdır. Çekim katsayısı, iki gezegen çekişmeye başladığı zaman ortaya çıkar. Gezegene enerji girişi varsa, çekim katsayısı vardır. Çünkü çekim katsayısı enerji girişinde, enerji geçirgenlik görevi yapacaktır. Güneşin ve diğer gök cisimlerin yayınladıkları potansiyel enerji, bütünüyle cisimlere geçmez. Çekim katsayısı bir süzgeç görevi yapar ve fazlasının girişini engeller. Enerji girişinde olduğu gibi, enerji çıkışında da, düzenli olarak enerji çıkışını sağlayacak bir katsayı gereklidir. Yukarda geçirgenlik için konulan özelikler, enerji çıkışı için de geçerlidir. Her gök cisminin bir enerji çıkış katsayısı vardır. Yüksek sıcaklıkta, çekirdeksel tepkime düzeyi yüksek bir yıldızın enerji yayınlama katsayısı ile, bir gezegenin enerji yayınlama katsayısı aynı olamaz.

Laboratuarda soğuk cisimlerde çekim kuvveti gözlenmiş ve çekim katsayısı ölçülmüştür. Bu deney soğuk cisimlerin de kütle yitirdiğini gösterir. Soğuk cisimlerin de, üçüncü tür çekirdeksel tepkime içinde olduğu daha önce söylenmişti. Evrende bütün cisimlerin kütlesi, çekim katsayısı, yani enerji giriş, çıkış katsayıları ile birlikte, zamanla sıfıra gider. Sıfırdan sonra, süreklilik nedeni ile negatif kütle ve negatif çekim katsayısı olarak $-\propto$ a doğru ilerler. Sıfırın süreksizlik noktası olması için, hiç bir neden yoktur. Evren süreklidir.

Titiüs-Bod Dizisi

(104) eşitliği ile verilen koşul, ancak uzun bir süre sonra limit durumda oluşur. Bugün yeteri kadar uzun süre geçmiş ve limite gelinmiştir. Gezegenler özel bir uygunluk içinde Titiüs-Bod dizisini oluştururlar. Bugün gezegenler hem limit konumda ve hem de Titiüs-Bod dizisindedirler. Bu gözleme dayanarak, limitle Titiüs-Bod dizisinin özdeş olduğu söylenecektir. Her gezegenin bugün üzerinde bulunduğu yörünge eğrisine, **Titiüs- Bod** çizgisi adı verilecektir. (86) ile verilen

formül göz önüne alınmayacaktır. Titiüs- Bod dizisi gezegenlerin bugünkü uzaklıklarının kesirleri ile birlikte, A.B. cinsinden uzaklıklar dizisidir. Gezegen bu çizgi üzerinde kaldığı sürece, (104) bağıntısı gerçekleşir. Gezegen, Güneşe uzaklığını değiştirmez. Eğer bu çizginin dışına çıkarsa, iç gezegenlerden biraz uzaklaşma olacaktır. (93) den görüleceği gibi, iç gezegenlerden gelecek dönme işi etkinliği azalacak, ΔE_p enerjisi yani kütlenin küçülmesi ile açığa çıkan potansiyel enerjisi büyük olacaktır. Bu etkinlik altında gezegen (104) denkleminden, Güneşe doğru biraz yaklaşacak, tam Titiüs-Bod çizgisine gelinceye kadar etkinlik sürecektir. Gezegen çizgiden biraz içeri girerse, (93) e göre gezegen, iç gezegenlere yaklaşacak ve dönme işi biraz büyüyecektir. Bu defa tersine olarak, dönme işi üstün gelecek ve gezegen dışarıya doğru itilecektir. Etkinlik Titiüs-Bod çizgisine gelinceye kadar sürecektir. Gezegenlerin hareketlerinde Titiüs-Bod çizgisi kararlı denge konumudur. Gezegenler, çekim katsayısı ve kütlelerindeki azalmanın açığa çıkardığı enerji ile, bu kararlılığı sağlamaktadırlar. Bilgisayar hesaplarında bu gerçek görülebilir. Gezegenlerin Güneşe uzaklık sırasını değiştirmeden, yerlerini istediğimiz gibi değiştirelim. Titiüs-Bod çizgisinde bulunan gerçek gezegenler yardımı ile, (104) sağlanacak biçimde (93) den, $\Delta E_p/Mq_2$, açığa çıkan potansiyel enerjiyi ve aynı denklemden ters işaret alarak yerleri değiştirilmiş gezegenlerden $\Delta İ_d$, dönme işini hesaplayalım. Bunları (104) de yerine koyalım. Bilgisayar programında tt parametresi üzerinde yapılacak bir döngü, 1 günü göstermek üzere, (104) denkleminden, gezegenlerin yeni uzaklıklarını ve buradan da yeni peryotlarını hesaplayalım. Yeteri kadar süre geçtikten sonra, bütün gezegenlerin Titiüs-Bod dizisine geldikleri görülecektir. Kitabın sonuna Borland Pascal ile bilgisayar programı ve çıktıları konulmuştur. Gezegenlerin Güneşe uzaklıkları rasgele alınmış, belli bir süre sonra, limitte tam Titiüs-Bod çizgisine geldikleri görülmüştür. 4, 60, 600, 2400 günlük yaşam modelleri oluşturulmuş, bilgisayar çıktıları, kitabın sonunda verilmiştir.

Enerji geçirgenliğinin sıcaklık, yaş özelikleri ve aralarındaki uzaklık, katsayının içine konulmuştur. Gezegenler zamanla yaşlanır, aynı zamanda yakıtları da tükenir, çekirdeksel tepkimeleri azalır ve soğurlar. O halde enerji geçirgenlik katsayısı, yaşlılık, sıcaklık ve uzaklık değişkenlerinin bir fonksiyonu olup, her iç ve dış gezegen çifti için, sayısal bir değere sahiptir. Bu sayısal değer, enerji çıkış katsayısı olarak tanımlanmıştır. Yaş ve sıcaklık fonksiyonları çekirdek fiziğini ilgilendirmesi nedeni ile, çekirdek fizikçilerine bırakılmıştır. Her gezegenin enerji çıkış katsayısı farklı olduğu gibi, enerji giriş katsayıları, yani çekim katsayıları da farklı olacaktır.

Titiüs - Bod dizisine Neptün ve Plüto uymazlar. Dizinin oluşumu konusunda ilk akla gelen, Güneşin diziye uygun düşen, ilk hızlarla gezegen fırlatmasıdır. Uranüs diziye uyar. Fakat Uranüs sisteme dışardan girmiştir. Uranüsün diziye uygun bir hızla, sisteme girmesi, zayıf bir olasılıktır. İkinci olarak akla gelen, gezegenler arası çekişmelerdir. Gezegenlerin uzaklaşıp, yakınlaşmasını sağlayan etken, iç gezegenlerin dış gezegenlere uyguladığı dönme işleridir. Dönme işi ve uzaklık, iç gezegenlerin sayısı ve kütlesi ile beraber, enerji giriş, çıkış katsayılarına da bağlıdır. İlerde sayısal uygulama yapılmıştır. (86) formülünde, gezegenlerin Titiüs-Bod dizisindeki yerleri, iç gezegenlerin sayısı ile belirlenmiş ve dizinin oluşumunda yalnız iç gezegenlerin sayısı etkili olmuştur. Yukarda sözü edilen enerji giriş, çıkış katsayılarının özelikleri nedeni ile, dönme işi değişir. Gerçekte gezegenlerin Titiüs-Bod dizisini, dönme işi oluşturur. Birinci olarak, Uranüs, Neptün ve Plüto, önlerindeki Satürn ve Jüpiterden daha gençtirler..İkinci olarak, bu gezegenlerin yüzey sıcaklıkları sıra ile Uranüste -203^o, Neptünde -223^o, Plütoda belirsizdir. Sıcaklık ve yaş özelikleri enerji giriş, çıkış katsayıları içine konmuştur. Enerji giriş, çıkış katsayılarının değişimleri, yaş sırasına uygun olmadığından, Neptün ve Plüto diziden sapmışlardır. Bunların yaşları, sıralarından daha genç olduklarından, mağmalarının sıcaklıkları daha yüksektir, yaşlarının düzeyindedir.Titiüs – Bod dizisinin nedeni, gezegenlerin mağmalarının zamanla soğuması ve çekim katsayısının küçülmesinde aranmalıdır. Dönme işinin entegrali, (109) da geçen p değerinin bir çok terimlisidir. p değeri (107) den görüleceği gibi, uzaklıkların oranının bir fonksiyonudur. Uzaklıkların oranı k ile gösterilirse,

112) $k = r_2 / r_1, \qquad p = 2k/(1 + k^2)$

olur. Eğer gezegen sabit bir enerji veriyorsa, (109) gereği olarak, p ve d(gezegenlerin Güneşe uzaklıkları toplamı) sabit olur, dış gezegenle iç gezegenlerin Güneşe uzaklıkları ve oranı sabit olur ve gezegenler Titiüs-Bod dizisinde olurlar. Karşıt olarak, gezegenler Titiüs-Bod dizisinde iseler, dış gezegenin iç gezegene verdiği potansiyel enerji, Güneşe uzaklıkları ve oranı sabittir. Dış gezegenin kendi potansiyel enerjisinden ve iç gezegenlerden, çekim kuvveti ile dış gezegene geçiş yapan potansiyel enerjilerden, yayınladığı potansiyel enerji, dönme işine eşit olduğu zaman, kararlı denge oluşmaktadır. Gezegenin enerji yayını sabit tir. Sonuç olarak, gezegenlerin dönme işleri ve Güneşe uzaklıkları oranı da sabittir. Bu sabitin değeri, (86) da olduğu gibi yalnız iç gezegenlerin sayısına bağlı olmayıp, enerji geçirgenlik özeliklerinin dördüne de bağlıdır. Titiüs-Bod dizisi, iç gezegenlerin sayısına ve kütlesine, potansiyel enerjinin yoğunluğuna, gezegenlerin sıcaklığına ve yaşına bağlı olan bir dizidir. Neptünün az, Plütonun diziden çok sapması da, yukardaki savları destekler. Dönme işi kütlelerle doğru, aradaki uzaklıkla ters orantılıdır. Plüto ve Neptün genç olduklarından sıcaklık ve çekim katsayıları daha yüksektir. İç gezegenlerden çekim kuvveti ile, kendilerine giriş yapan potansiyel enerji ve çekirdeksel tepkimelerle kendi ürettikleri potansiyel enerji daha yüksektir. Bu yüksek potansiyel enerjinin dönme işi ile dengelenmesi için, dönme işini de büyütmeleri, iç gezegenlere yaklaşmaları gerekir. Plüto daha genç ve daha uzakta olduğundan, iç gezegenlere daha çok yaklaşmıştır. Plüto 77.2 A.B de,. Neptün 38.4 A.B. de bulunmaları gerekirken, Plüto 39.4 A.B.de, Neptün de 30 A.B. de konuşlanmışlardır. Uranüs 19.6 A.B. de bulunması gerekirken, 19.17A.B de konuşlanmıştır. Halbuki Uranüs de, kendisinden içerdeki Satürn ve Jüpiterden daha gençtir. Neptün ve Plüto gezegenlerine bakılırsa, Uranüsün de, yaklaşık olarak, 15 A.B. ye gelmesi gerekirdi. Fakat Jüpiter ve Satürn iç gezegenleri, çok büyük olduklarından, bunların çevresinde yapılan dönme işleri de, büyüktürler. Dönme işlerini küçültmek için, iç gezegenlerden uzaklaşırlar. Yayınlanan potansiyel enerji ile dönme işinin dengelenmesi, (39) ve (76) hız formülleri ancak bu uzaklıkta sağlanmıştır. (86) formülü içine, enerji giriş, çıkış katsayılarının yaş ve sıcaklık özelikleri konulmamıştır. (86) formülü içine enerji giriş, çıkış katsayılarının yaş ve sıcaklık özelikleri de konulursa, veya Uranüs Neptün ve Plüto yaş sırasına konulursa, mağmalarındaki sıcaklığın yüksek olması ve çekim katsayısının yüksek olması nedeni ile, hepsinin diziye uymaları sağlanır. Çünkü Satürne kadar bütün gezegenler, yaş sırasında olup, diziye uymaktadırlar. Son üç gezegenin açıklanan bu özelikleri, çekim katsayısının yaşla küçüldüğünü kanıtlar.

Gezegenlerin yayınladığı potansiyel enerji sabit olduğu takdirde, gezegenlerin dönme işi ve Güneşe uzaklıkları, sabit bir limite gidecektir. Uzun zaman içerisinde belirginleşen, gezegenlerin soğuması, çekirdeksel tepkimelerinin azalması, kütlelerinin küçülmesi, yaşlarının ilerlemesi, enerji giriş, çıkış katsayılarının küçülmesi ve bunlara bağlı olarak dönme işi ile, bunu dengeleyen potansiyel enerjinin azalması olayları vardır. Bu değişimler sonucunda gerçekleşecek olay, dönme işinin, kendisini yok edecek, potansiyel enerjiye göre durumuna bağlıdır. Eğer,

$İ_d < E_p$ ise, dış gezegen biraz Güneşe yaklaşır ve kararlı dengesini kurar,

$İ_d = E_p$ ise, kararlı denge bozulmaz, gezegenler yerindedir,

$İ_d > E_p$ ise, dış gezegen biraz Güneşten uzaklaşır ve kararlı dengesini kurar.

Bu şıklardan hangisinin gerçekleştiğini gözlemler belirleyecektir. Bu değişimlerin uzun zamanda belirginleşmesi nedeni ile, 1 ve 3 üncü şıklar için, henüz bir gözlem yoktur.

Plütonun yerinde daha yaşlı, sırasının yaşında, bir gezegen bulunduğunu varsayalım. Bu gezegenin, yaşı nedeni ile sıcaklığı daha az, çekim katsayısı daha küçük ve E_p enerji yayını da daha az olacaktır. 3 üncü şıkka göre, Güneşten yeteri kadar uzaklaşacak, kararlı dengesini kuracak ve diziye girecektir..Yaş sırasında olan gezegenlerde, iç gezegenlerin sayısı, diğer etkenlerden daha etkili olmaktadır. Gezegenler yaşlandıkça ve soğudukça, Güneşten uzaklaşırlar. Bu açıklama ile Neptün ve Plütonun, Titiüs – Bod dizisinden sapmalarının nedeni, daha da belirginleşmiştir.

Kuyruklu yıldız Jüpitere düşmüştür. Nedeni, kuyruklu yıldızın yeteri kadar yaşlı olması ile, çekim katsayısının belli bir sınırın altına düşmesidir. Potansiyel enerji girişi, dönme işini karşılayacak düzeyde değildir. Burada çekim katsayısının geçirgenlik özeliği nedeni ile, üçüncü ve dördüncü özelikler etken olmuş ve çekim katsayısı küçülmüştür. Kuyruklu yıldız düşmeden parçalanmış ve parça, parça Jüpitere düşmüştür. Çekim katsayısının, belli bir sınırın altına düşmesi nedeni ile, parçalarını bir arada tutma, birlik ve bütünlük gücünden yoksun kalmıştır. Üzerindeki bir cismin, çekim alanından kurtulma hızı, sıfırın yakınlarına inmiştir. İkinci olarak, kuyruklu yıldız merkezcil ve merkezkaç kuvvetlerinin, çekme gerilmesi altındadır. Gençken bu çekme gerilmesine direnmiştir. Fakat yaşlandıkça, molekül yapıda olan çekirdeksel değişimler nedeni ile ve çekim katsayısının küçülmesi ile, çekme gerilmesine direnemez olmuştur. Çekim katsayısının küçülmesi, gök cisminin parçalarının yapısını oluşturan elementlere göre, farklı olmuştur. Yörünge çizgisi kuyruklu yıldızı ikiye ayırır. Yörüngenin dışında kalan moleküller üzerinde, merkezkaç kuvvet, yörüngenin içinde kalan moleküller üzerinde de, çekim kuvveti üstün gelir. Bu kuvvetlerin etkinliğinde, bütünlük yeteneğinden yoksun kalan kütle, parçalanır. Parçalar içinde bulunan elementlerin özeliğine göre, büyüklük kazanırlar. Yörünge dışına giden parçalar, gezegenden uzaklaştıkları için yolu uzatmışlar ve farklı zamanlarda gezegene düşmüşlerdir.

Bu sonuçlar, potansiyel enerji giriş, çıkış katsayılarının, geçirgenlik özelikleri nedeni ile değiştiğini, bilgisayar hesapları somut ve kesin olarak kanıtlamıştır. İkinci olarak, dönme işi, Newton mekaniğinde tanımlanmamıştır. Bilgisayar hesapları ile dönme işinin hesaplanması, Güneş sisteminde uygulamasını bulmuş ve gözlemlerle uygun düşen, sonuçlar alınmıştır. Newton ile olan çelişme kanıtlanmıştır. Bilgisayar hesapları, bir deney ve bir gözlem kadar somut ve kesin bir kanıt türüdür. Bu kanıt türü, günümüzün bilgisayar çağında ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, Güneşin yayınladığı potansiyel enerji, gezegenlere elips yörüngeyi sağlar, iç gezegenlerin yayınladığı potansiyel enerji, dış gezegenleri Titiüs–Bod dizisine getirir.

Gezegenlerin Yaş Hesabı

Gezegenlerin yoğunluklarının azalması, yaşlı olmaları ile açıklandı. Bu düşünce doğrultusunda kural getirelim. Gezegenlerin yoğunlukları ile yaşları arasındaki ilgi, çekirdeksel tepkimelerden kaynaklanan bir olgudur. Bu ilgi, basit bir fonksiyonla ifade edilemez.. Ancak gezegenlerin yoğunluk farkları, yaş farkları ile orantılı olarak alınırsa, gerçeğe giden yaklaşım serisinin, birinci dereceden terimi, ortaya konulmuş olur. Yaşların çok duyarlı olarak bilinmesine gerek yoktur. Sonuçlar üzerindeki etkinliği, o kadar çok değildir. Bu kural kabaca uygun düşer.

(113). $0.65/(y_7 - y_6) = 0.27/(y_6 - y_8) = 0.65/(y_8 - y_9) = 0.75/(y_9 - y_{10}) = 0.40/(y_{10} - y_5) = 0.57/(y_5 - y_4) = 1.55/(y_4 - y_3) = 0.27/(y_3 - y_2) = 0.35/(y_2 - y_1) = - 0.62/(y_1 - y_3) = 4.84/(y_7 - y_3)$

Verilen sayılar, gezegenlerin yaş sırasına göre yoğunluk farkları, indisler de Güneşe uzaklık sırasına göre numaralarıdır. Sondan bir önceki oran, kendinden önceki iki oranın pay ve paydalarının ayrı, ayrı toplamı ve –1 ile çarpımıdır. Sonuncu oran ise bütün oranlarının payları toplamının, paydalarının toplamına oranıdır. Yoğunluk farklarını R(I] dizisi ile gösterelim. Yaş farkları dizisi T,

(114) $$T(I] = R(I] (y_7 - y_3)/4,84$$

dür. Satürn en yaşlı, Merkür de en genç gezegendir. I değişkeni gezegenlerin doğum sırasına göre numaralarıdır. Birinci ve son oranın eşitliğinden,

(115) $$y_6 = y_7 - T(1]\ ,\quad y_8 = y_6 - T(2]$$

bulunur. Genelde bağımsız denklem sayısı 8 ve bilinmeyen sayısı 10 dur. Yerin yaşı 4.5 milyar yıl olduğu biliniyor. Satürnün yaşı isteğe göre alınacaktır. $y_7 = y_7$ milyar olsun. Yani zaman birimi 1 milyar yıl olsun. T'nin değerinden,

(116) $$y_6 = \{(4{,}84 - R(1] + R(1].4{,}5/y_7)/4{,}84\ \}y_7 \text{ milyar.}$$
$$y_4 = \{(4{,}84 - R(6] + R(6].4{,}5/y_7)/4{,}84\}y_7 \text{ milyar.}$$

bulunur. Diğer gezegenler de, yukarda oranların eşitliğinin yazıldığı sırada, doğum sırasında alınarak yazılmalıdır. Bütün gezegenlerin yaşı Satürnün yaşına bağlı olarak hesaplanır.

Bilgisayar Programları

Gezegenlerin Titiüs-Bod dizisini oluşturan etkenin, dış gezegenlerin iç gezegenlerin çevresinde yaptığı dönme işi olduğunu ayrıntılı olarak gördük. Şimdi bilgisayar hesapları ile bu gerçeği kanıtlamaya çalışalım.

Bilgisayar Programı:

40'ıncı sayfada verilen programdır.6 ıncı satırda jj, zaman çarpanıdır. Sınırlı süreler için yaşam modelleri oluşturmağa yarar. yy Yerin, ys ise Satürnün yaşıdır. Yerin yaşı 4,5 milyar olup, Satürnün yaşı bilinmemektedir. Burada 6 milyar olarak alınmış ve orantılı sayıları olan, 3 ile 4 günlük yaşları ile 4 günlük bir yaşam modeli oluşturulmuştur. Satürnün yaşı istenildiği gibi seçilebilir. Seçilen sayı ys ise $2.ys/(3.10^9)$ sayısı buraya yazılırsa, bütün işlemler otomatik olarak, yeni yaşa göre düzenlenirler. jj = 1 ise 4 günlük, jj = 10 olursa, 40 günlük, jj = 750 olursa, 3000 günlük yaşam modeli olur. 8 inci satıra kadar değişkenler, 18'inci satıra kadar da veriler yazılmıştır. M.K.S ölçü sistemi kullanılmıştır. m Güneşin kütlesi, g de çekim katsayısıdır. k dizisi gezegenlerin kütlelerinin, Güneşin kütlesine oranıdır. İşlemde geçen değer bu orandır. L1 dizisi gezegenlerin Titiüs-Bod dizisindeki Güneşe uzaklıklarıdır. L2 dizisi rasgele yerleştirilmiş gezegenlerin Güneşe uzaklıklarıdır. r dizisi, Satürnden itibaren, yaş sırasına göre, gezegenlerin yoğunluk farklarının dizisidir. 20'inci satırda j2 üzerinden verilen döngüde, gezegenlerin yaş farkları, yoğunluk farkları ile orantılı alınmış ys-yy farkına bağlı olarak hesaplanmıştır. t1 gezegenlerin yaş farkları dizisi, t2 de bunun tam sayısıdır. i4 ve i üzerinden verilen döngülerde, L1 ve L2 uzaklık dizilerine karşılık gelen peryot dizileri olup, üçüncü Kepler yasası ile hesaplanmıştır. Kepler yasasına göre π çarpanı gelir. 37'inci satırda x değişkeni ile, peryotun tersi ile hesaplanan, 1 günde kat edilen açı verilmiştir. Burada da π gelmektedir. Bu π'ler kısalacağı için yazılmamıştır. 24'üncü satırın sonundaki sayı, 1 günün saniye karşılığıdır. Her günde bir döngü verilmiş, her gezegenin Güneşe uzaklığı ve peryodu hesaplanmıştır. 1 gün, yaş hesaplarında zaman birimi olarak alınmıştır. Ardından gelen yg ler yaş dizisidir. (116) denklemine göre hesaplanmıştır. ardından gelen i döngüsü ile verilen ti1 dizisi, gezegenlerin A.B. cinsinden Güneşe, günümüzdeki uzaklıklarını verir. 29 üncü satırda n döngüsü gezegenlerin yaşama girmelerini sağlar. n = 1 için yalnız Saturn, n = 2 için Jüpiter yaşama girerler. tt döngüsü zaman döngüsüdür. tt*n 'nin bir döngüsü yaş hesabında bir günün ölçüsüdür. tt*n başlangıçtan itibaren geçen zamanı verir. Bu döngünün üst sınırı olan t2(N] yaş farkları dizisidir. Bu yaş farkları kadar döngüden sonra, gezegenler sıra ile yaşama girerler. Ardından gelen j döngüsü gezegenlerin döngüsüdür. Döngünün her birinde, ait olduğu gezegenin işlemleri yapılır. Ardından If cümlesi gelir. Gezegenlerin bir yaş sırası ve bir de Güneşe uzaklık sırası olmak üzere iki sırası vardır. j gezegenin yaş sırası, i1 de gezegenin Güneşe uzaklık sırasıdır. 33 üncü satırda i1 eşitliği ile, bu iki sıra numarası arasında, bir bağıntı verilmiştir. n'nin ve j'nin bütün değerleri için, i1 in alacağı değerler yazılırsa, bağıntının doğru olduğu görülür. n = 1 için, kural uygun olmadığından If cümlesi ile yeni değer ataması yapılmıştır. Ardından gelen i4 döngüsü, i4 = 1 için, L1,v1, p1 dizilerinin işlemlerini, i4 = 2 için, L2, v2, p2 dizilerinin işlemlerini yapar. p1 dizisi Titiüs-Bod dizisindeki gezegenlerin dönme işinin, k m_1 m_2 ile bölümü, p2 ise rasgele yerleştirilmiş gezegenlerinkidir. Ardından gelen i döngüsü, iç gezegenlerin döngüsüdür. Her gezegenin iç gezegenlerinin, dönme işini hesaplar. Bundan önce gelen If cümlesi, i'nin üst sınırının sıfır olmamasını sağlar. i2 iç gezegenlerin Güneşe uzaklık sırasıdır. Yukardakine benzer biçimde, i iç gezegenin yaşama girme sırası ile, i2 Güneşe uzaklık sırası arasında, 36'ıncı satırda bağıntı kurulmuştur. n'nin ve i'nin bütün alacağı değerler yazılarak, doğruluğu görülür. 27 inci satırda x, 2π'nin peryoda bölümüdür. Yani açısal hızdır. Birim zamanda kat edilen açıdır. Burada yarım açı teoremi ile kosinüse geçilmiştir. (95) denkleminden yazılmıştır. Yarım açıda olduğumuzdan, x in karşısına yarısı yazılmıştır. Burada gelen kosinüsün kuvvetleri, trigonometrik fonksiyonların kuvvetleri için kullanılan, indirgeme formülü ile entegre edilmiştir. 1 günde kat edilen açı için hesaplama yapılmıştır. Venüs ve Yerin iç gezegen etrafındaki ters dönüş peryotları 140 gün ile bir yıl arasındadır. pb, ka'nın kuvvetlerinin dizisidir. fh, sinüs ile kosinüsün kuvvetleri çarpımının dizisidir. ax, kosinüsün kuvvetlerinin entegralinde, indirgeme formülünden gelen dizidir. p, Binom entegral serisinin toplamıdır. Ardından gelen d, iç ve dış gezegenlerin Güneşe uzaklıkları toplamını, ka ise uzaklıkları çarpımının 4 katının d^2 ile bölümünü verir. (96)'nın son formülündeki, Binom serisinin entegrali hesaplanmıştır. $u_1 = 0$, $u_2 = (\theta_2 - \theta_1)$ alınmıştır. Birim zaman için entegral değeri bulunmuştur. O formüldeki p, burada ka ile ve katsayısı da fa dizisi ile gösterilmiştir. fd, Binom serisinin, entegral dizisinin terimleri toplamıdır. Başlangıç terimi, fd ile başta yazılmış olup, serinin birinci ve ikinci terimleridir. i3 döngüsü Binom serisinin entegral dizisinin terimlerini hesaplar ve toplamını alır. p, (97) ile hesaplanan dönme işinin k_v m_v m_m ile bölümüdür. 45 inci satır, (104) ile verilen uzaklık dizisidir. Ardından gelen formüller, yeni uzaklığa göre peryot dizisini hesaplar.

Bu programda dönme işi entegrali, argümanın 0 dan, 1 gün sonuna kadar olan değerleri için hesaplanmış ve zamanın 1 günlük değer ile, (104) de verilen uzaklık dizisinden, değişen uzaklıklar, her gün hesaplanmıştır. Bulunan bu uzaklıklar, yaklaşık uzaklıklardır. Çünkü, her gün alınan entegral, bir önceki günün uzaklığına dayalıdır. Halbuki doğada, birim zamandaki yayın her notasında entegral alınmış ve uzaklıklar bir önceki uzaklığa dayalı olarak hesaplanmıştır. Gerçekte dönme işi, argümanın 0 değerinde maksimum ve π değerinde, yarım açının $\pi/2$ değerinde minimum olur. Diğer yandan (104) ile verilen uzaklık dizisi, diferansiyeller üzerine kurulduğundan, ancak limitte gerçek değeri verir. Bunun dışında yaklaşık değerleri verir. Limitten uzaklaştıkça, yapılan ihmaller ve yanlışlıklar büyür. Birim zamanda yapılan uygulamayla, dizi elemanları arasındaki fark sonsuz küçük olmadığından, belli bir düzeyde ihmal var demektir. Bu nedenle bulunan uzaklıklar yaklaşık uzaklıktır. Ancak Titiüs-Bod çizgisine yaklaşıldığında, uzaklıklar sabit kalacağından, yanlışlıklar küçülür, tam Titiüs-Bod çizgisinde sıfır olur. Uzaklık dizisinde, bir önceki uzaklık için yapılan yanlışlık, bir sonraki uzaklığa geçtiği için, işlem çoğaldıkça yanlışlık artar.

Peryodun neresinde olursa olsun, birim zamanın başında ve sonunda, (104) formülünden, bir önceki uzaklığa dayalı olarak, uzaklık hesaplandı. Bu iki nokta arasındaki uzaklıklar, bu iki noktayı birleştiren doğru üzerinde imiş gibi göz önüne alındı. Halbuki doğada bu uzaklık, yörüngenin her noktasında yapılır.ve yörünge eğrisi üzerinde bulunurlar. Bir peryota ne kadar çok, uzaklık hesabı işlemi girerse, yanlışlık o kadar daha az olur. Ardışık işlemlerin noktalarını birleştiren doğru ile eğri birbirine yakın olur. Güneşten uzak olan gezegenlerde, yarım peryot içine çok sayıda işlem gireceğinden, minimumla maksimum arasında hesaplanan uzaklık sayısı çok olacaktır.

Bu nedenle uzaklık farkları küçük olacağından, ihmaller küçük olur. Güneşe yakın gezegenlerde, minimum ile maksimum arasında az sayıda hesaplanmış uzaklık olacağından, uzaklık farkları büyük olacak ve (104) dizisine göre yapılan işlemlerde, yanlışlık payı büyük olacaktır. Eğer ölçüm zamanı kısaltılırsa, sözü edilen yanlışlıklar azalır. Fakat işlem sayısı artar. Her işlemde, bölme ve köklerden gelen yuvarlamalar, bir sonraki uzaklığa geçtiğinden, birikim yapar ve yanlışlıklar kaynak değiştirmiş olur.

Matlab ile, Merkür gezegeninden sonraki yaşam için, bir program yapılabilir. Aşağıda verilmiştir. Borland Pascal programı ile limit konuma 2400 günde, Matlab programı ile, 140 günde gelinmiştir. Matlab programında, Merkürün yaşamı öncesi yoktur. Bu süre Borland Pascal programında yaklaşık olarak yaşamın 1/3'üdür. İkinci olarak, Matlab işlemlerde baştan 16 basamağı, Borland Pascal ise, baştan 18 basamağı işleme koyar. Diğer basamakları yuvarlarlar. Borland Pascal 100 kat daha duyarlı işlem yapar. Yuvarlamalarda yapılacak yanlışlıklar, 100 kat daha küçüktür. Matlabda limit konuma gelmemiş bir gezegen, yuvarlamalar nedeni ile, limit konuma gelmiş gibi görülür. Limite yakın aralıkta ilerleme çok yavaş olur. Bu nedenlerle limit konuma gelme süreleri farklı olmuştur.

Bilgisayar Çıktıları

M . K . S sistemi kullanılmıştır.

Borland Pascal Bilgisayar Programı

Çıktı 1	Çıktı 2
L1 Dizisi, Gezegenlerin Güneşe Bugünkü Uzaklıklarını Gösterir.	L2 Dizisi Gezegenlerin Rasgele Alınmış Uzaklıklarının, Yaşamın Başındaki Değerleridir.
L(1,1] = 5.79100000000000E0010	L(2,1] = 5.79100000000000E0010
L(1,2] = 1.08210000000000E0011	L(2,2] = 1.02210000000000E0011
L(1,3] = 1.49600000000000E0011	L(2,3] = 1.69600000000000E0011
L(1,4] = 2.27940000000000E0011	L(2,4] = 2.05940000000000E0011
L(1,5] = 4.18880000000000E0011	L(2,5] = 5.08640000000000E0011
L(1,6] = 7.7830000p0000000E0011	L(2,6] = 8.05300000000000E0011
L(1,7] = 1.42700000000000E0012	L(2,7] = 1.61000000000000E0012
L(1,8] = 2.86900000000000E0012	L(2,8] = 2.99000000000000E0012
L(1,9] = 4.49800000000000E0012	L(2,9] = 4.14000000000000E0012
L(1,10]=5.90000000000000E0012.	L(2,10]=6.10000000000000E0012

4 Günlük Yaşam Modeli

Çıktı 3	Çıktı 4
L(1,1] = 5.79100000000000E0010	L(2,1] = 5.79100000000000E0010
L(1,2] = 1.08210000000000E0011	L(2, 2] = 1.0315779476067E0011
L(1,3] = 1.49600000000000E0011	L(2, 3] = 1.65863733913602E0011
L(1,4] = 2.27940000000000E0011	L(2,4] = 2.09661927583506E0011
L(1,5] = 4.18880000000000E0011	L(2,5] = 4.86487664635891E0011
L(1,6] = 7.78300000000000E0011	L(2,6] = 7.99478224209852E0011
L(1,7] = 1.42700000000000E0012	L(2,7] = 1.56935079213102E0012
L(1,8] = 2.86900000000000E0012	L(2,8] = 2.7229887506849E0012
L(1,9] = 4.49800000000000E0012	L(2,9] = 4.20427316827112E0012

L(1,10]=5.90000000000000E0012.

L(2,10] = 6.14031138206874E0012

Çıktı 5

Yaşam Sonunda İç Gezegenlerin
Dış Gezegene Uyguladığı Dönme
İşinin k m_1 m_2 ile Bölümü
Gezegenlerin Potansiyel Enerji Yayını

p(1,2] = 4.32793671055444E-0013
p(1,3] = 4.23754472455596E-0013
p(1,4] = 3.13721111436532E-0013
p(1,5] = 4.72829763655150E-0013
p(1,6] = 9.11879445945095E-0014
P(1,7] = 4.86492366164131E-0014
p(1,8] = 2.37099970021340E-0014
p(1,9] = 1.49945754151282E-0014
p(1,10]=1.13889162638724E-0014

Çıktı 6

Yaşam Sonunda Rasgele Yerleştirilmiş
Gezegenlere İç Gezegenlerden Gelen
Dönme İşinin k m_1 m_2 ile Bölümü

p(2,2] = 4.597999437731675E-0013
p(2,3] = 3.82374676690381E-0013
p(2,4] = 3.41242900785019E-0013
p(2,5] = 1.45319607247139E-0013
p(2,6] = 8.84104729402609E-0014
p(2,7] = 4.36840966533349E-0014
p(2,8] = 2.51054211403153E-0014
p(2,9] = 1.61395447898074E-0014
p(2,10] = 1.0903161209703E-0014

60 Günlük Yaşam Modeli

Çıktı 7

Rasgele Yerleştirilmiş Gezegenlerin
Yaşam Sonundaki Güneşe Uzaklıkları

L(2,1] = 5.79100000000000E0010
L(2,2] = 1.0700801064877E0011
L(2,3] = 1.5104743358906E0011
L(2,4] = 2.27080082203835E0011
L(2,5] = 4.20896153174116E0011
L(2,6] = 7.78939436810875E0011
L(2,7] = 1.4321935244086E0012
L(2,8] = 2.861062855498446E0012
L(2,9] = 4.48147850498446E0012
L(2,10] = 5.91095571554090E0012

Çıktı 8

Rasgele Yerleştirilmiş Gezegenlerin
Yaşam Sonunda İç gezegenlerde Gelen
Dönme İşinin km_1m_2 ile Bölümü

p(2,2] = 4.35362213146081E-0013
p(2,3] = 4.20187784995024E-0013
p(2,4] = 3.14993446903931E-0013
p(2,5] = 1.71834966676516E-0013
p(2,6] = 9.10815570855657E-0014
p(2,7] = 4.843936455862299E-0014
p(2,8] = 2.37771464626485E-0014
p(2,9] = 1.50517611930419E-0014
p(2,10] = 1.13635192716501E-0014

600 Günlük Yaşam Modeli

Çıkt 9

Rasgele Yerleştirilmiş Gezegenlerin
Yaşam Sonunda Güneşe Uzaklıkları

L(2,2] = 1.08209999999883E0011
L(2,3] =1.49600000000443E0011
L(2,4] = 2.27939999999743E0011
L(2,5] = 4.18879999999764E0011
L(2,6] = 7.78299999999762E0011
L(2,7] = 1.42699999999923E0012
L(2,8] = 2.86899999999838E0012

Çıktı 10

Rasgele Yerleştirilmiş Gezegenlerin
Dönme İşlerinin km_1m_2 ile Bölümü

p(2,2] = 4.32793671055951E-0013
p(2,3] = 4.23754472455596E-0013
p(2,4] = 3.13721111436672E-0013
p(2,5] = 1.72829763655188E-0013
p(2,6] = 9.11879445945498E-0014
p(2,7] = 4.86492366164314E-0014
p(2,8] = 2.37099970021472E-0014

L(2,9] = 1.49945754151354E0012 p(2,9] = 1.49945754151354E-0014
L(2,10] = 5.89999999999555E0012 p(2,10] = 1.13889162638784E-0014

2400 Günlük Yaşam Modeli

Çıktı 11
Rasgele Yerleştirilmiş Gezegenlerin
Güneşe Uzaklıkları

L(2,2) = 1.08210000000000E0011
L(2,3) = 1.49600000000000E0011
L(2,4) = 2.27940000000000E0011
L(2,5) = 4.18880000000000E0011
L(2,6) = 7.78300000000000E0011
L(2,7) = 1.42700000000000E0012
L(2,8) = 2.86900000000000E0012
L(2,9) = 4.49800000000000E0012
L(2,10) = 5.90000000000000E0012

Çıktı 12
Gezegenlerin Gün Cinsiden Yaşları

gy(1) = 1724 Gün
gy(2) = 1767 “
gy(3) = 1800 “
gy(4) = 1996 “
gy(5 = 2066 “
gy(6) = 2320 “
gy(7) = 2400 “
gy(8) = 2287 “
gy(9) = 2207 “
gy(10) = 2115 “

Çıktı 13
İç Gezegenlerin Dış gezegene Uyguladığı
Dönme İşinin k m_1 m_2 ile Bölümü

p(2,2] = 4.32793671055444E-0013
p(2,3] = 4.23754472455596E-0013
p(2,4] = 3.13721111436532E-0013
p(2,5] = 1.72829763655150E-0013
p(2,6] = 9.11879445945095E-0014
p(2,7] = 4.86492366164131E-0014
p(2,8] = 2.37099970021340E-0014
p(2,9] = 1.49945754151282E-0014
p(2,10] = 113889162638724E-0014

Borland Pascal ile Program

```
{$N+}
{Uses crt;}
Var
m, g, b, c, d, f, s, Pi, ka, fd   : Extended;      ti1, ti2, r, k, t1,  : Array[1..10]  Of  Real;
L, p, v   : Array[1..2,1..10] Of Extended;        fa, pb, ax, fh  : Array[1..125]  Of  Extended;
t2, yg  : Array[1..10] Of  LongInt;            fb : Array[1..2,1..9, 2..10]  Of  Extended;
n, i, j, i1, i2, i3, i4, j1, j2  : Integer;        a, x, y1, y2   :  Real;        tt, jj, yy, ys  : LongInt;
Begin
jj:= 1;    yy:= 3;    ys:= 4;    m:= 0.2E0031;    g:= 6.67E - 0011;      k[1]:= 1/6050000;
k[2]:= 1/408600;     k[3]:= 1/328700;     k[4]:= 1/3089000;       k[5]:= k[3]/500;
```

```
k[6]:= 1/1047.38;  k[7]:= 1/3497.6;    k[8]:= 1/22930;    k[9]:= 1/19100;      k[10]:= 1/400000;
 L[1,1]:= 57.91E0009;   L[1,2]:= 108.21E0009;    L[1,3]:= 149.6E0009;   L[1,4]:= 227.94E0009;
L[1,5]:= l[1,3]*2.8;      L[1,6]:= 778.3E0009;       L[1,7]:= 1427E0009;       L[1,8]:= 2869E0009;
L[9]:= 4498E0009;      L[1,10]:=59E0011;      L[2,1]:= 57.91E0009;         L[2,2]:= 102.21E0009;
L[2,3]:= 169.6E0009;     L[2,4]:=205.94E0009;     L[2,5]:= 3.4*l[1,3];      L[2,6]:= 805.3E0009;
L[2,7]:= 1610E0009;      L[2,8]:= 2690E0009;        L[2,9]:= 4140E0009;      L[2,10]:= 62E0011;
r[1]:= 0.65;      r[2]:= 0.27;    r[3]:= 0.65;    r[4]:= 0.75;        r[5]:= 0.40;           r[6]:= 0.57;
 r[7]:= 1.55;       r[8]:= 0.27;       r[9]:= 0.35;       r[10]:= 0;      a:= 4.84;.
 For  j2:= 1 To   9   Do        Begin
 t1[j2]:= [r[j2]/a)*[ys - yy)*jj;      t2[j2]:= Trunc[t1[j2]);      End;
For   i4:= 1  To  2  Do    Begin      For i:= 1   To  10  Do     Begin
c:= L[i4,i]/[g*m*(1 + k[i]));   b:= Sqrt( c);     v[i4,i]:= 2*L[i4,i]*b/86400;     End;       End;
yg[3]:= yy*JJ;   yg[2]:= yg[3] - t2[8];       yg[1]:= yg[2] - t2[9];       yg[7]:= ys*JJ;        yg[6]:=
yg[7] – t2[1];    yg[8]:= yg[6] - t2[2];         yg[9]:= yg[8] - t2[3];       yg[10]:= yg[9] - t2[4];
yg[5]:= yg[10] - t2[5];        yg[4]:= yg[5] - t2[6];     t2[10]:=yg[1];  For i:=1  To 10   Do
 ti1[i]:= L[2, i]/L[2,3];  For  n:= 1  To  10  Do     Begin    For  tt:=1 To t2[n]  Do Begin
For  i4:= 1  To  2  Do      Begin     For  j:= 1 To  n  Do     Begin   j1:=1;     If n < 6    Then j1:= 0;
i1:= 5 + j1*(5 - n) + j;     If  n=1 Then i1:=7; j1:= 1;   p[i4, i1]:= 0;     If j>1 Then Begin
For  i:= 1  To  j – 1  Do  Begin       If  n < 6    Then    j1:= 0;
 i2:= 5 + j1*(5 – n) + i;     x:= (v[i4, i1] – v[i4, i2])/(v[i4, i1]*v[i4, i2]);
y1:= Cos(x);     y2:= Sin(x);      d:= L[i4, i1] + L[i4, i2];     ka:= 4*L[i4, i1]*L[i4, i2]/(d*d);
fh[1]:= y1*y2;    ax[1]:= x/2 + fh[1]/2;      pb[1]:= ka;     fa[1]:= 1/2;
 fd:= x + fa[1]*pb[1]*ax[1];    For  i3:= 2   To   100   Do     Begin         fh[i3]:= fh[i3 – 1]*y1*y1;
ax[i3]:= (2*i3 – 1)*ax[i3 – 1]/(2*i3) + fh[i3]/[2*i3);       fa[i3]:= fa[i3 – 1]*(2*i3 – 1)/(2*i3);
pb[i3]:= pb[i3 – 1]*ka;           fd:= fd + pb[i3]*fa[i3]*ax[i3];       End;     p[i4,i1]:= p[i4,i1] + fd/d;
End;   End;   L[i4, i1] := L[i4, i1]/(1 + L[i4, i1]*(p[1, i1] – p[i4, i1]));        c= L[i4, i1]/[g*m*[1 +
k[i1]));     b:= Sqrt(c);         v[i4, i1] := 2*L[i4, i1]*b/86400;      End;   End;    End;  End;
For  j:= 1 To   10  Do    Writeln(‘L[2,’,j,’] =’,L[2, j],’            ‘,’L[1,‘,j,’] =’, L[1,J]);    writeln;
For i:= 1  To  10  Do        Writeln(‘yg[’,i,’] =’,’      ‘,’Gün’, yg[ i],’         ‘,’p[2,’,i,’] =’,  p[2, i]);
Readln;   End.
```

Matlab ile Bilgisayar Program

jj gün parametresidir. Tam sayı olarak, verilen değer kadar gün, gezegenlere yaşam sağlar.

```
jj = 60;  m = 0.2E0031;    g = 6.67E - 0011;      k(1) = 1/6050000;
k(2) = 1/408600;     k(3) = 1/328700;     k(4) = 1/3089000;       k(5):= k(3]/500;
k(6) = 1/1047.38;  k(7) = 1/3497.6;    k(8) = 1/22930;    k(9) = 1/19100;      k(10) = 1/400000;
 L(1,1) = 57.91E0009;   L(1,2) = 108.21E0009;    L(1,3) = 149.6E0009;   L(1,4) = 227.94E0009;
L(1,5) = l(1,3)*2.8;      L(1,6) = 778.3E0009;       L(1,7) = 1427E0009;       L(1,8) = 2869E0009;
L(9) = 4498E0009;      L(1,10) = 59E0011;      L(2,1) = 57.91E0009;         L(2,2) = 102.21E0009;
L(2,3) = 169.6E0009;     L(2,4) = 205.94E0009;     L(2,5) = 3.4*l(1,3);      L(2,6) = 805.3E0009;
L(2,7) = 1610E0009;      L(2,8) = 2690E0009;        L(2,9) = 4140E0009;      L(2,10) = 62E0011;
For i4=1:2      for i1 = 1:10       c= L(i4, i1)/(g*m*(1 + k(i1)));     b:= Sqrt(c);
v(i4, i1) := 2*L(i4, i1)*b/86400;      end   end
 For  tt=1:jj   For  i4= 1:2     For  i1= 1:10   p(i4, i1):= 0;     For  i2:= 1: i1 – 1;
 x:= (v(i4, i1) – v(i4, i2))/(v(i4, i1)*v(i4, i2));   y1:= Cos(x);     y2:= Sin(x);
```

d:= L(i4, i1) + L(i4, i2);   ka:= 4*L(i4, i1)*L(i4, i2)/(d*d);   fh(1):= y1*y2;   ax(1):= x/2 + fh(1)/2;   pb(1):= ka;   fa(1):= 1/2;   fd:= x + fa(1)*pb(1)*ax(1);   For i3:= 2:100
fh(i3):= fh(i3 – 1)*y1*y1;   ax(i3):= (2*i3 – 1)*ax(i3 – 1)/(2*i3) + fh(i3)/(2*i3);
fa(i3):= fa(i3 – 1)*(2*i3 – 1)/(2*i3);   pb(i3):= pb(i3 – 1)*ka; fd:= fd + pb(i3)*fa(i3)*ax(i3);
end   p(i4,i1):= p(i4,i1) + fd/d;   end
L(i4, i1) := L(i4, i1)/(1 + L(i4, i1)*(p(1, i1) – p(i4, i1)));   c= L(i4, i1)/(g*m*(1 + k(i1)));
b:= Sqrt(c);   v(i4, i1) := 2*L(i4, i1)*b/86400;   end   end   end
L

Çıktı 14
10 Günlük Yaşam Modeli

L(1,2) = 108.2E0009,   L(1,3) = 149.6E0009,   L(1,4) = 227.9E0009,   L(1,5) = 418.9E0009,
L(2,2) = 104.7E0009,   L(2,3) = 159.9F0009,   L[2,4) = 216.9E0009,   L(2,5) = 455.1E0009,

L(1,6) = 778.3E0009,   L(1,7) = 1427E0009,   L(1,8) = 2869E0009,   L(1,9) = 4498E0009,
L(2,6) = 790.4E0009,   L(2,7) = 1507.7E0009,   L(2,8) = 2779E0009,   L(2,9) = 4314.9E0009,

L(1,10) = 59E0011
L(2,10) = 60.442E0011.

Çıktı 15
40 Günlük Yaşam Modeli

L(1,2) = 108.2E0009,   L(1,3) = 149.6E0009,   L(1,4) = 227.9E0009,   L(1,5) = 418.9E0009,
L(2,2) = 107.6E0009,   L(2,3) = 151.4F0009,   L[2,4) = 226.8E0009,   L(2,5) = 421.8E0009,

L(1,6) = 778.3E0009,   L(1,7) = 1427E0009,   L(1,8) = 2869E0009,   L(1,9) = 4498E0009,
L(2,6) = 779.3E0009,   L(2,7) = 1434.7E0009,   L(2,8) = 2857.7E0009, L(2,9) = 4474.5E0009,

L(1,10) = 59E0011
L(2,10) = 59.157E0011.

Çıktı 16
80 Günlük Yaşam Modeli

L(1,2) = 108.2E0009,   L(1,3) = 149.6E0009,   L(1,4) = 227.9E0009,   L(1,5) = 418.9E0009,
L(2,2) = 108.1E0009,   L(2,3) = 149.8F0009,   L[2,4) = 227.9E0009,   L(2,5) = 419E0009,

L(1,6) = 778.3E0009,   L(1,7) = 1427E0009,   L(1,8) = 2869E0009,   L(1,9) = 4498E0009,
L(2,6) = 778.3E0009,   L(2,7) = 1427.3E0009,   L(2,8) = 2868.1E0009, L(2,9) = 4496.3E0009,

L(1,10) = 59E0011
L(2,10) = 59.005E0011.

Çıktı 17
140 Günlük Yaşam Modeli

L(1,2) = 108.2E0009, L(1,3) = 149.6E0009, L(1,4) = 227.9E0009, L(1,5) = 418.9E0009,
L(2,2) = 108.2E0009, L(2,3) = 149.6F0009, L[2,4) = 227.9E0009, L(2,5) = 418.9E0009,

L(1,6) = 778.3E0009, L(1,7) = 1427E0009, L(1,8) = 2869E0009, L(1,9) = 4498E0009,
L(2,6) = 778.3E0009, L(2,7) = 1427E0009, L(2,8) = 2869E0009, L(2,9) = 4498E0009,

L(1,10) = 59E0011
L(2,10) = 59E0011.