

Venüs Geçişi

İmir Kalkancı¹, Nilda Oklay¹, Adnan Ökten¹

¹İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34452, İstanbul
imirkalkanci@yahoo.com, nildaoklay@hotmail.com, aoktan@istanbul.edu.tr

Özet: Venüs, 8 Haziran 2004 günü Türkiye saati ile 08:19’da Güneş’in önünden geçmeye başlamış ve 14:22’de geçiş tamamlanmıştır. Bugün, yeryüzünde yaşayan hiçbir insanın daha önce karşılaşmadığı bu olay, 243 yılda dört kez meydana gelir. Yeterli bir duyarlılıkla gözlenmiş bir Venüs geçişi, Arz - Güneş arasındaki uzaklığının belirlenmesine olanak sağlar. Günümüzde daha duyarlı gelişmiş başka yöntemler kullanılmasına rağmen, Venüs geçişiyle Astronomik Birimin belirlenmesi, tarihsel ve eğitimsel açıdan önem taşır. Bu çalışmada; Venüs geçişinin önemi ve Venüs geçişi yardımıyla Arz - Güneş uzaklığının hesaplanması ortaya konacaktır.

Abstract: On 8th June 2004 the planet Venus crossed the Sun's disk as seen from Earth. It cut into the solar disk at about 8:19am in the morning and passed off the other limb at about 14:22 pm. The last occasion on which this happened was 1882, over a century ago, so no one alive today has ever witnessed the transit of Venus. Also, Astronomical Unit can be determined by observing the transit of a planet across the face of the Sun. In this study, we will use the transit of Venus observations to calculate the Earth - Sun distance.

Anahtar kelimeler: Gezegen, Venüs, Arz, geçiş,

1. Giriş

Arz ile Güneş arasında bulunan bir gezegen olan Venüs, Güneş etrafındaki yörüngesini 225 günde tamamlar ve bu hareketi sırasında Arz ile Güneş arasından geçer.

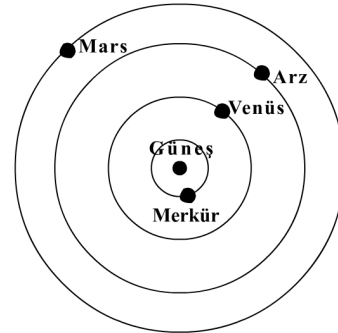
Venüs’ün Güneş önünden geçişinin Arz’dan gözlenebilmesi “gezegen geçişi” olarak adlandırılır. Az gerçekleştiğinden görülmeye değer önemli bir astronomik olaydır. Venüs 584 günde bir Güneş ve Arz ile aynı hizaya gelir. Ancak “geçiş”, Venüs’ün yörünge düzleminin Ekliptik ile yaptığı açıdan dolayı her Güneş, Venüs ve Arz’ın aynı hizaya geldiğinde gerçekleşmez. Yaklaşık 243 yılda 4 kez Venüs geçişi gerçekleşir.

Az gerçekleşen bir olay olmasının yanında yeterli bir duyarlılıkla gözlenmiş bir Venüs geçişi, Arz - Güneş arasındaki uzaklığın belirlenmesine olanak sağlar. Günümüzde Arz - Güneş uzaklığını bulmak için gelişmiş başka aletler ve yöntemler kullanılmasına rağmen, Venüs geçişiyle “Astronomik Birimin” belirlenmesi, tarihsel ve eğitimsel açıdan önem taşır.

Astronomik birim cinsinden elde edilen Güneş – Arz uzaklığı, “temel uzaklık” olarak alındığında da diğer gök cisimlerinin ve yakın yıldızların uzaklıklarının bulunmasına yardımcı olur.

2. Venüs Geçişinin Gerçekleşmesi

Güneş’e uzaklık bakımından ikinci gezegen olan Venüs, aynı zamanda Arz’a en yakın gezegendir (Şekil 1). Arz ile benzer fiziksel özellikleri bulunsa da bir çok açıdan farklı bir görünüm sergiler. (Tablo 1) Gözlenmesi kolay olan gezegen gökyüzünün, Güneş ve Ay’dan sonra en parlak cismidir.

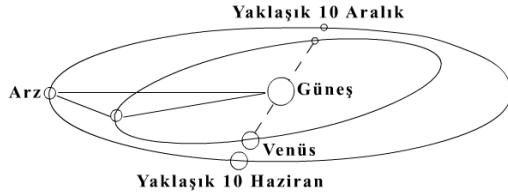


Şekil 1. Güneş Sistemi’nde Venüs gezegeninin yeri.

Tablo 1. Venüs gezegeninin fiziksel özellikleri.

Güneş' e olan ortalama uzaklık (km)	108.200.000
Yörünge Periyodu (gün)	224.701
Yörünge Eğimi (derece)	3.394
Eksen Eğikliği (derece)	177.36
Dönme Periyodu (gün)	243.02
Ekvatorial yarıçap (km)	6 051.8
Kütle (kg)	4.689×10^{24}
Kütle (Arz = 1)	0.181476
Ortalama Yoğunluk (g/cm^3)	5.25
Ortalama Yüzey Sıcaklığı ($^{\circ}C$)	482
Atmosfer Basıncı (bar)	92

Güneş etrafında Venüs 225, Arz ise 365.25 günde dolanır. Güneş etrafındaki hareketi boyunca her 584 günde bir Venüs, Arz ile Güneş arasından geçer. Bu durumda her 584 günde bir Venüs geçişi gözlenmesi gerekir.

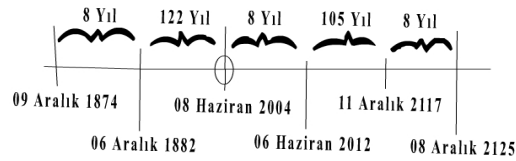


Şekil 2. Arz ve Venüs'ün yörünge düzlemleri.

Ancak, Venüs'ün yörünge düzleminin Arz'ın yörünge düzlemine göre $3^{\circ}.4'$ lik eğimi nedeniyle bu olay, Venüs'ün Güneş ve Arz arasından her geçişinde gerçekleşmez (Şekil 2). Güneş, Venüs ve Arz aynı hat üzerine gelmiş olsalar bile Arz'dan bakıldığında Venüs, Güneş'in altında veya üstünde kalabilir. Venüs geçişi, yörünge düzlemlerinin çakıştığı düğüm noktalarında gerçekleşir.

Venüs'ü Güneş diskinin önünde görebilmemiz için gereken bir başka koşul da Venüs'ün ekliptikal enleminin, Güneş'in görünen yarıçapından ($16'$) küçük olmasıdır. Bu koşullar 243 yılda 4 kez sağlanır.

Tüm bu şartlar oldukça az sağlanır ve böylelikle Venüs Geçişi, 8 yıl arayla gerçekleşen bir çift geçişten yaklaşık 120 yıl sonra tekrar 8 yıl aralıklı bir çift geçiş gerçekleşecek şekilde geniş zaman aralıkları içinde olur (Şekil 3).



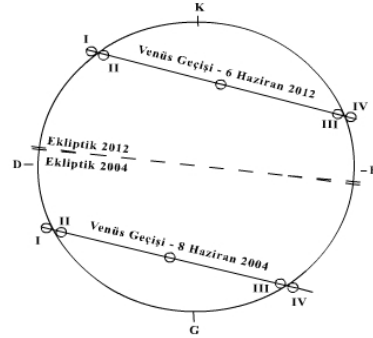
Şekil 3. Bazı Venüs geçiş tarihleri.

3. Arz – Güneş Uzaklığının Hesaplanması

Arz – Güneş uzaklığı sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmesi için öncelikle, “kontak anlarını” hassas olarak belirlenmesi gerekir.

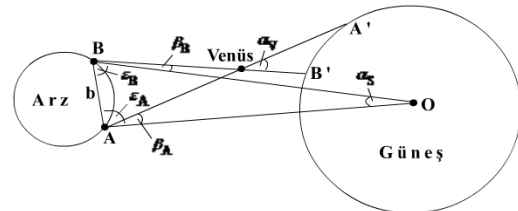
Şekil 4'te görüldüğü gibi geçiş süresince 4 “kontak anı” bulunmaktadır.

- I: Venüs diskinin Güneş diskinin “ilk” temas ettiği an (“Birinci Kontak” T1)
- II: Venüs diskinin tümünün Güneş diskinin girdiği an (“İkinci Kontak” T2)
- III: Venüs diskinin Güneş diskinin terk etmeye başladığı an (“Üçüncü Kontak” T3)
- IV: Venüs diskinin Güneş'i tamamen terk ettiği an (“Dördüncü Kontak” T4)



Şekil 4. Kontak anları.

Şekil 5'te A ve B, Arz üzerinde bulunan iki gözlemciyi gösterebilir. Bu iki gözlemci, geçiş sırasında Venüs'ü, Güneş diski üzerinde A' ve B' noktalarında gözleyecektir. Bu durum, A ve B noktalarından bakan gözlemcilerin bakış doğrultularının farklı olmasından kaynaklanır. Böylece paralaksın ölçülmesi olanaklı hale gelir.



Şekil 5. Venüs Geçişinin geometrisi.

ABV üçgeninde;

$$\alpha_v + (\varepsilon_B + \beta_B) + (\varepsilon_A - \beta_A) = 180 \quad (1)$$

ABO üçgeninde;

$$\alpha_s + \varepsilon_B + \varepsilon_A = 180 \quad (2)$$

$$\alpha_v - \alpha_s - \beta_A + \beta_B = 0 \quad (3)$$

Burada;

$$\alpha_s = \frac{b}{d_{es}} \quad (4)$$

$$\alpha_v = \frac{b}{d_{ev}} \quad (5)$$

olduğundan, (4) ve (5) denklemleri yardımıyla,

$$\alpha_v = \alpha_s \frac{d_{es}}{d_{ev}} \quad (6)$$

ve

$$\alpha_s = \Delta\beta \frac{d_{ev}}{d_{vs}} = \Delta\beta \frac{d_{ev}}{d_{es} - d_{ev}} = \Delta\beta \frac{1}{\frac{d_{es}}{d_{ev}} - 1} \quad (7)$$

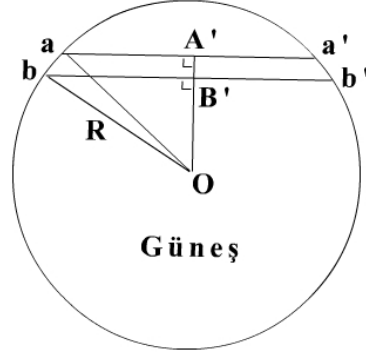
$$\text{yazılabilir.} \quad \Delta\beta = \beta_A - \beta_B \quad (8)$$

olduğundan, Arz – Güneş uzaklığı d_{es} ;

$$d_{es} = \frac{b \frac{d_{vs}}{\Delta\beta}}{d_{ev}} \quad (9)$$

formülüyle hesaplanabilir.

A noktasındaki gözlemci Güneş diski üzerinde Venüs geçişini, aa' hattı boyunca, B noktasındaki gözlemci ise bb' hattı boyunca gözleyecektir (Şekil 6). Bu iki hat arasında kalan A'B' aralığı, OaA' ve ObB' üçgenleri yardımıyla bulunabilir.



Şekil 6. Güneş diski üzerinde gözlenen Venüs Geçişi.

ΔT_P : A gözlemcisi için T4 ve T3 kontak anlarının farkı (saniye)

ΔT_Q : B gözlemcisi için T4 ve T3 kontak anlarının farkı (saniye)

w_{vs} : Venüs'ün Güneş'e göre görünen hızı

$$\overline{aa'} = w_{vs} \Delta T_P \quad (10)$$

$$\overline{bb'} = w_{vs} \Delta T_Q \quad (11)$$

$$\overline{OA'} - \overline{OB'} = \Delta\beta \quad (12)$$

$$\Delta\beta = \sqrt{R^2 - \left(\frac{\overline{aa'}}{2}\right)^2} - \sqrt{R^2 - \left(\frac{\overline{bb'}}{2}\right)^2} \quad (13)$$

Böylelikle $\Delta\beta$ değerini (9) denkleminde kullanabiliriz. Bunun yanında, Arz üzerindeki iki nokta arasındaki uzaklığı gösteren b değeri, küresel

üçgen yöntemiyle hesaplanabilir. $\frac{d_{vs}}{d_{ev}}$ oranı ise

Kepler'in yasaları kullanılarak hesaplanır. Bulunan

tüm değerler (9) denkleminde yerine konulduğunda Arz – Güneş uzaklığı hesaplanmış olur.

İ. Kalkancı vd. : Venüs Geçişi

Tüm bu hesaplamalarda aşağıdaki varsayımlar göz önüne alınmıştır:

1. Arz ve Venüs, Güneş etrafında dairesel yörüngeler üzerinde hareket ederler.
2. Arz'ın ve Venüs'ün yörünge düzlemleri çakışıktır.
3. Arz eksenini etrafında dönmemektedir.
4. Geçiş süresi boyunca Arz ve Venüs doğrusal bir hareket izlerler.

5. Geçiş süresi boyunca Arz üzerindeki gözlemcilerin Güneş'e olan uzaklıkları değişmemektedir.

6. Geçiş süresi boyunca Güneş'in rektesansyonu ve deklinasyonu sabittir.

4. Kaynaklar

www.vt-2004.org
Venustransit 2004 Heinz Blatter
Küresel Astronomi, Çeviren: N. Gökdoğan, 1984