

Kütle Çekim Kuvveti ve Kepler Kanunları

Bir önceki yazıda dairesel hareketi incelemiştik ve gezegenlerin de dairesel hareket yaptığından bahsetmiştik. Peki, eğer gezegenler dairesel hareket yapıyorlarsa, onların yörüngede kalmalarını sağlayan merkezci ivmenin kaynağı olan kuvvet nedir? Bu sorunun cevabını işte bu yazıda birlikte öğreneceğiz.

Merkezcil ivmenin kaynağı olan kuvvet bir çekim kuvveti olmalı ki, buna kütle çekim kuvveti diyoruz. Kütle çekim kuvveti, gezegenlerin veya gök cisimlerinin üzerinde bulunan cisimlere uyguladığı çekim kuvvetidir. Bu kuvvet gezegenlerin Güneş etrafında dönmesini, Ay'ın Dünya'nın yörüngesine bağlı kalmasını ve yeryüzündeki cisimlerin yere düşmesini açıklar.

Kütle Çekim Yasası, evrendeki tüm cisimler arasında var olan evrensel bir kuvvettir. Bu konunun temelleri Isaac Newton'un Evrensel Kütle Çekim Yasası ile atılmıştır. Evrensel Kütle Çekim Yasası şunu açıklar: Kütlesi olan her şeyin bir çekim kuvveti vardır. Cisimler büyüdükçe, etraflarına uyguladıkları kütle çekim kuvveti artar. Kütle çekim kuvveti uzaklık ile ters orantılıdır; yani cisimler birbirine ne kadar yakınsa o kadar kuvvetli bir şekilde birbirlerini çekerler. Bir gök cisminin üzerinde bulunan cisimlere uyguladığı çekim kuvvetinin büyüklüğü o gök cisminin kütlesine ve gök cismi ile cisim arasındaki uzaklığa, diğer bir deyişle gök cisminin yarıçapına bağlıdır. Gök cismi ile cisim arasındaki uzaklık arttıkça kütle çekim kuvveti azalır; uzaklık azaldıkça kütle çekim kuvveti artar. Yani her cisim, diğer tüm cisimleri kütleleriyle doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı bir kuvvetle çeker. Bu yasa matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir:

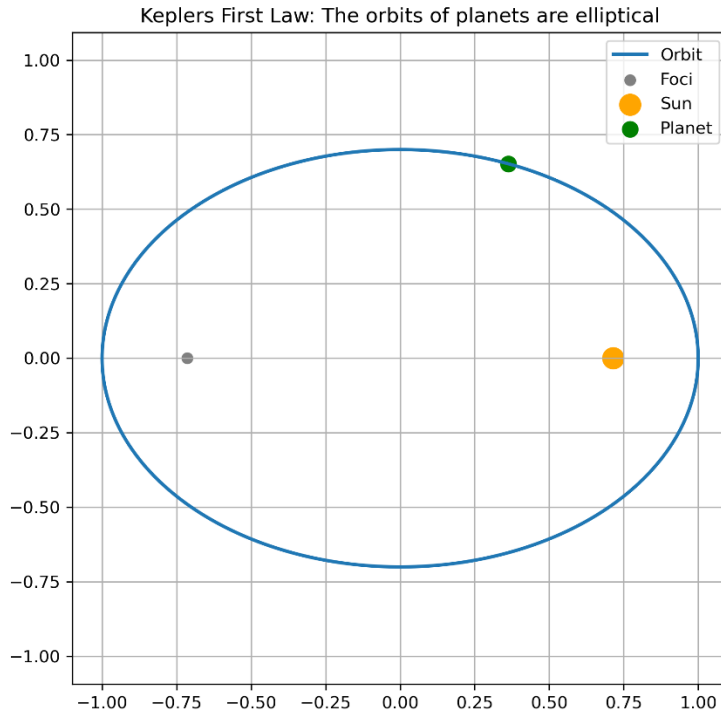
$$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$$

Dünya'nı kütlesi, bizim kütleminin üzerine bir çekim kuvveti uygular ve bu bizim ağırlığımızı oluşturur. Peki, Dünya'dan daha düşük kütleli bir gezegende ağırlığımızda ne gibi bir değişim olurdu? Cevap: Ağırlığımız Dünya'dakinden daha az olurdu. Ayrıca kütle çekim kuvvetini sadece Dünya gibi büyük kütleli cisimler bizlere değil bizde Dünya'ya uyguluyor fakat Dünya oldukça büyük olduğu için bizim uyguladığımız çekim kuvveti Dünya'yı etkilemez. Kütle çekim kuvveti sadece kütlesi olan cisimlere değil ışığa da etki eder. Bunun en büyük örneği karadeliklerdir.

Gezegenlerin Güneş etrafındaki yörünge hareketinin günlerden mevsimlere birçok olayın oluşmasında rolü vardır. Bu hareketi ise Johannes Kepler'in üç yasası açıklar. Kepler Yasaları olarak bilinir. Kepler'in birinci yasasından bahsetmeden önce elips kavramını hatırlamamız gerekir. Dünya'nın elips şeklinde olduğunu hepimiz biliyor olmalıyız. Elipsin bilmemiz gereken en önemli özelliği iki odağı olan kapalı bir eğri olmasıdır. Çember, elipsin özel halidir; elipsin iki odağı çakıştığında ortaya çıkar. Dünya ve diğer gezegenlerin yörüngeleri tam bir çember değil, elips şeklindedir. Kepler'in birinci yasası bizlere şunu söyler: Her gezegen, odak noktalarından birinde Güneşin bulunduğu eliptik yörüngelerde dolar. Bu yasa bize, gezegenlerin Güneş etrafında mükemmel bir daire değil, eliptik bir yol izlediğini söyler.

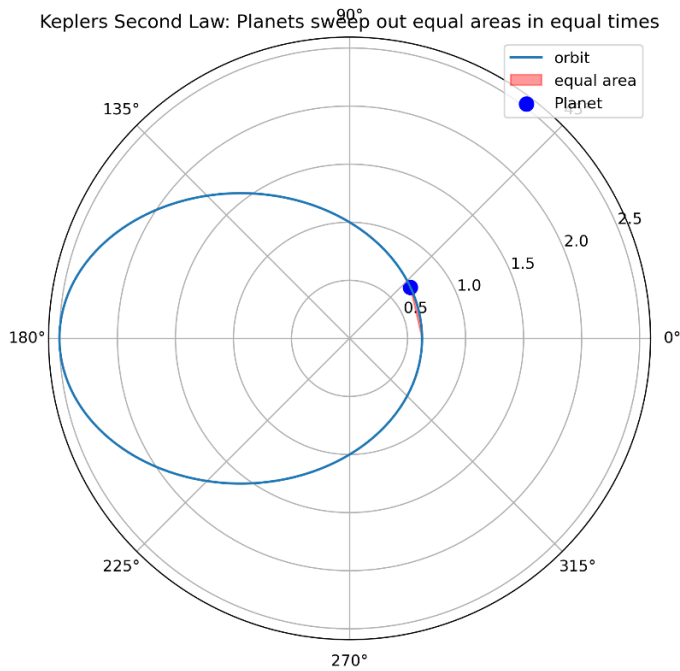
Elipsin şekli, dış merkezlik adı verilen bir sayı ile ifade edilir. Dış merkezlik değeri 0'a yaklaştıkça elipsin şekli çembere benzer. 0 ile 1 arasında bir değere sahip olabilir; 0 olduğunda tam bir çember, 1'e yaklaştığında ise daha basık bir elips oluşur.

Şekil 1: Kepler'in 1. Yasası.



Kepler'in ikinci yasası, bir gezegenin Güneş etrafında tur atarken uzaklığı değişse bile, eşit zaman aralıklarında eşit alan süpürdüğünü söyler. Yani gezegen Güneş'e yaklaştığında daha hızlı, uzaklaştığında ise daha yavaş hareket eder. Bu durum, Güneş'in çekim kuvvetinin uzaklığa bağlı olarak değişmesinden kaynaklanır. Örneğin Dünya, Güneş etrafındaki yörüngesinde ocak ayının başlarında Güneş'e en yakın konumda bulunur. Bu dönemde yörünge hızı en yüksektir. Temmuz ayının başlarında ise Güneş'ten en uzak konumda bulunur ve yörünge hızı en düşüktür. Bu nedenle, Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi tamamen sabit değildir; hızı yörünge boyunca değişir. Bunun sonucu olarak da Kuzey Yarımküre' de yaz mevsimi, kış mevsiminden yaklaşık 5 gün daha uzun sürer. Güney Yarımküre' de ise durum tersidir; yaz mevsimi daha kısa, kış mevsimi daha uzundur.

Şekil 2: Kepler'in 2. Yasası.



Kepler'in üçüncü yasası ise Periyotlar Yasası olarak bilinir. Gezegenlerin Güneş etrafında dolanma süresi ile Güneş'e olan ortalama uzaklığı arasındaki matematiksel ilişkiyi açıklar. Bu yasa şöyle ifade edilir: Bir gezegenin Güneş etrafındaki dolanma süresinin karesi(T^2), yörüngesinin yarı büyük ekseninin küpüyle(r^3) doğru orantılıdır. Yani gezegen Güneş'ten ne kadar uzaksa, Güneş etrafında dolanması o kadar uzun sürer. Kepler'in üçüncü yasası gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarına göre neden farklı hızlarda döndüklerini açıklar. Yalnızca gezegenlerin hareketini değil, aynı zamanda uyduların, yapay uyduların ve diğer gök cisimlerinin yörüngelerini hesaplamada kullanılır.

Sonuç olarak Kepler'in üçüncü yasası, Güneş Sistemi'nin düzenini açıklayan en güçlü matematiksel ilişkilerden biridir. Bu yasa yalnızca gezegenlerin hareketini değil, aynı zamanda uyduların, yapay uyduların ve diğer gök cisimlerinin yörüngelerini hesaplamada kullanılır.

Şekil 3: Kepler'in 3. Yasası.

