



Ad Soyad : Fahri Dönmez
Şube No : TBIL-103-02
Öğrenci No : 12213251
Bölüm : Bilgisayar Mühendisliği

Mekanik Biliminin Kilometre Taşları: Galileo, Newton ve Einstein Mekanik biliminin gelişiminde farklı dönemlerin yaklaşımını yansıtan üç ekolün parlayan temsilcileridir. "Kuvvet, hareket, enerji ve zaman" kavramlarını algılayışları açısından üç bilim adamının bulgu ve görüşlerini kısaca izah ederek karşılaştıracağınız bir metin yazınız.

Genel Fizik I

[Dr. Mustafa Güray Budak](#)

MEKANİK : Cisimlerin, Kuvvetlerin etkisi altında DENGGE ve hareket şartlarını inceleyen bilim dalıdır.

Mekaniğin Tarihsel Gelişimi

- Galileo, (1564-1642) (Virtüel Yerdeğiştirme – Virtüel İş)
- Sir Isaac Newton, (1642-1727) (Evrensel Çekim ve Hareket Kanunu)
- Albert Einstein, (1879-1955) (Rölativite Teorisi)

Devinime neden olan etkiler insanları uzun süre ilgilendirmiş ve bu konuda Galileo ve Newton zamana dek pek başarılı sonuçlar elde edilmemişti. Galileo'dan önce filozoflar, bir cismi devindirebilmek için kesinlikle bir etkinin, yani bir kuvvetin gerektiğini ileri sürmemişler ve aksi halde bir cismin durması gerektiğine inanmamışlardı.

Gerçekten bir düzlem üzerinde bir cisim kaydırılmak istenirse, cismin kısa bir süre gittikten sonra yavaşlayıp durduğu gözlenir. Bu gözlem dış bir kuvvet olmadığı sürece kaymanın olmadığı düşüncesini destekler. Galileo yaptığı deneylerde bu inancın gerçek olmadığını gösterdi. Eğer cisim ve onun üzerinde durduğu düzlem pürüzsüz hale getirilirse ve cisim yağlanırsa, cismin hızının daha yavaş azaldığı ve cismin daha ileride durduğu gözlenir. Buna göre, cismin kayması yavaşlatıcı, yani bütün sürtünmeler, ortadan kaldırılırsa, cismin değişmez bir hızla yoluna bir doğru boyunca sonsuza değin devam sonucu çıkar. Galileo'nun vardığı sonuç bu idi. Ona göre, bu cismin hızını değiştirmek için bir dış kuvvet gerekir; ama belli bir hızda giden cismin hızını koruyabilmesi için bir kuvvete gerek yoktur. Mesela bir sandığı bir düzlemde ittiğimiz durum için, elimizin verdiği itme sandığa bir hız kazandırır, fakat düzlem sandığa bir kuvvet uygulayarak onu yavaşlatır ve durdurur. Her iki kuvvette hızda bir değişim, yani bir ivme oluşturur. İşte Galileo'nun bulduğu bu gerçeği, Galileo'nun öldüğü gün doğan Isaac Newton bir evrensel yasa olarak 1686 da yazdığı Principia Mathematica Philosoph Naturalis adlı kitabında ortaya koydu.

Galileo-Newton Mekaniği

İlk olarak klasik mekanik olarak adlandırılan Galileo-Newton mekaniğinin temel ilkelerini verelim:

Eylemsizlik ilkesi: Net kuvvetin etkisi altında kalmayan bir cismi hareket durumunda bir değişiklik olmaz. Buna göre, net bir kuvvetin etkisi altında kalmayan bir cismin hareketi, uzay ve zamanın birbirinden bağımsız ve mutlak, yukarıdaki ilkenin geçerli olduğu bir koordinat sisteminde (Galileo koordinat sistemi) incelenebilir.

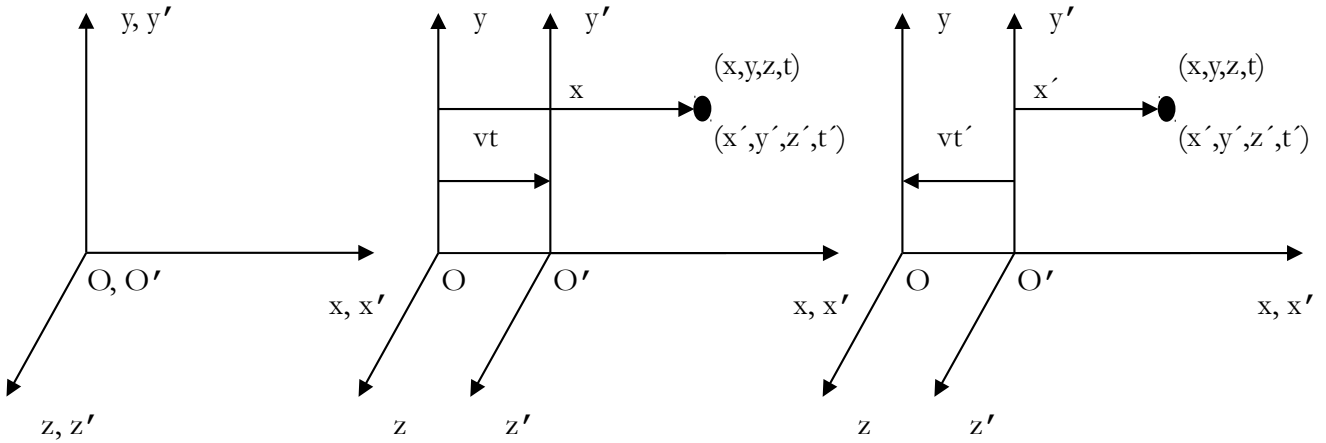
Dengelenmemiş bir kuvvetin etkisinde kalan bir cismin hızında meydana gelen değişimin, bu kuvvetle orantılı olduğunu belirtir. Buna kütlesi m olan bir cisim F kuvvetinin etkisinde kaldığında yaptığı hareket $F=ma$ ile belirlenir (v hız, $a=dv/dt$ ivmedir).

Etki-tepki ilkesi: Bir cisme ikinci bir cismin etki etmesi halinde, ikinci cisimde birinci cisme eşit fakat zıt yönde bir etki (tepki) eder.

Dönüşümler

Doğal olguları gözlemekteki esas süreç olayların kaydedilmeleridir. İki parçacığın çarpışması bunun nerede ve ne zaman olduğu bilgisiyle kayda geçirilir. Olayın yeri kartezyen (dik) koordinat sistemine göre tanımlanan (x,y,z) koordinatlarıyla belirtilir. Oluş zamanı t ise yakındaki bir saatin eş zamanlı okunmasıyla belirlenir. Olaylar üzerinde dururken genellikle bir O gözlemcisinin bu dört uzay-zaman koordinatlarını kaydettiği düşünülür. Bu uzay zaman koordinatları izafi (görelidir). Yani gözlemcisinin seçtiği koordinat sistemine göre saptanırlar. Bir diğer gözlemci (O'), saati ve eksenleri için başka bir seçim yapmış olabilir.

Dolayısıyla bu iki gözlemcinin referans sisteminde, verilen bir olayın uzay-zaman koordinatları olan (x',y',z',t') , aynı olaya O tarafından belirlenen (x,y,z,t) değerlerinden genellikle farklıdır.



Başlangıçta O ve O' çakışmıştır. Sonra O' gözlemcisi sağa doğru v =sabit hızıyla hareket ediyor. Son şekil, O' ye göre O gözlemcisinin durumunu vermektedir.

Galileo Dönüşümleri

Galileo dönüşümleri, birbirlerine göre düzgün doğrusal (sabit hızlı) hareket yapmakta olan referans sistemlerini ilişkilendiren dönüşümlerdir. Bu dönüşümleri elde edelim: Önceki şekilde, K' sistemi durmakta olan K sistemine göre v =sabit sistem hızıyla xx' -yönünde hareket etmekte olduğu gösterilmiştir. K ve K' sistemlerinde bulunan iki gözlemci (O ve O') bir başka olayı kaydetsin. O gözlemcisine göre, olayın olduğu t anında O' gözlemcisinin başlangıç noktası x ekseninde sağa doğru vt kadar ilerlemiş olacaktır. Aynı olayın, O' ye göre olan yorumu son şekilde gösterilmektedir. Olay t' anında olmuş, bu arada da O, O' ye göre x' ekseninde sola doğru vt' kadar gitmiştir.

Bu iki referans sistemini ilişkilendirecek dönüşüm denklemlerinin yazılması uzay ve zamana ilişkin bazı varsayımlar yapılması gerektirir. $x-vt$ farkı O' gözlemcisinin x' koordinatı ve $x'+vt'$ değeri O gözlemcisinin x koordinatını vermelidir. $x'=x-vt$ ve $x=x'+vt'$ aynı şeyler değildir (birinde t diğeri t' vardır). Bu iki bağıntının aynı olmaları (olay bir noktada olduğundan) için (tüm olaylar için) $t=t'$ varsaymalıyız. Bu varsayım, Newton'un mutlak ve evrensel zaman kavramından başka bir şey değildir. Ayrıca, özdeş olarak yapılmış her saatin, ona göre düzgün doğrusal hareket eden bir diğeriyle aynı hızla çalıştığı, hatta (noktaların koordinatlarını belirlemeyi amaçlayan) uzunluk ölçümlerinin de bu bağıl hareketlerden etkilenmediğini de varsaymalıdır. Bu varsayımlar altında Galileo dönüşüm denklemleri şöyle elde edilir:

Galileo Dönüşüm Denklemleri

$$x'=x-vt, \quad y'=y, \quad z'=z, \quad t'=t$$

veya

$$x=x'+vt, \quad y=y', \quad z=z', \quad t=t'.$$

Bu yüzyılın başlarına kadar uzay ve zaman bu tarzda olduğuna inanılmaktaydı. Bu dönüşümler, trenlerin, uçakların, yapay uyduların bağıl hareketleri ($v \ll c$ olduğundan) için gerçekten kullanışlıdır. Çoğumuz bu dönüşümü günlük hayatımızda yürürken, koşarken, otomobil kullanırken ya da bisiklete binerken hep kullanırız.

Hızların Dönüşüm Denklemleri

Her iki gözlemcinin de bir cismin hızını ölçmek için cismin iki ayrı andaki konumları saptarlar. Kolaylık olsun diye hızın sadece x bileşenini göz önüne alalım. Olayların O gözlemcisi tarafından saptanan uzay-zaman koordinatları (x_1, t_1) ve (x_2, t_2) olsun.

Cismin hızının u_x bileşeni $u_x = (x_2 - x_1) / (t_2 - t_1)$ ile verilir.

O' nün hız bileşeni de $u'_x = (x'_2 - x'_1) / (t'_2 - t'_1)$ şeklinde olur.

u'_x 'i O gözlemcisinin yaptığı ölçüler cinsinden yazmak için önceden bulduğumuz Galileo dönüşümlerini kullanırız. $t' = t$ olduğundan $t'_2 - t'_1 = t_2 - t_1$ $x'_2 = x_2 - vt_2$, $x'_1 = x_1 - vt_1$ olacaktır, böylece

$$u'_x = u_x - v \Rightarrow u_x = u'_x + v$$

elde edilir. Yani durağan O gözlemcisi, cismin hızı olarak O' gözlemcisinin v hızıyla cismin u'_x hızının toplamını (hızların toplamı) ölçecektir.

Tren bekleyen bir O gözlemcisi, raylara paralel uçan bir helikopterin treni geçmekte olduğunu görürken, helikopterin 100 km/sa, trenin ise 60 km/sa hızla gittiklerini tahmin ediyor. Bu durumda helikopterin, trendeki bir O' gözlemcisine göre hızı $u'_x = 100 - 60 = 40$ km/sa, ve delta $t' = 0.5$ sa = 30 dakikalık bir sürede O' gözlemcisine göre helikopterin x' koordinatı delta $x' = u'_x dt' = (40)(0.5) = 20$ km olur. Bu, helikopterin trenden 20 km ileride olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, Newton teorisi aşağıdaki varsayımlara dayanmaktadır.

Newton Teorisinin Varsayımları

Etki ani hızla yayılmaktadır (ışığın yayılma hızı sonsuzdur).

Zaman mutlaktır. Yani, iki olay arasında geçen zaman her eylemsiz referans sisteminde aynıdır ($t = t'$).

Hareket denklemleri Galileo denklemleridir.

Newton Mekaniği, hızı ışık hızına göre küçük olan cisimler için geçerlidir.

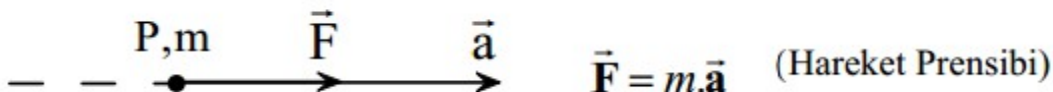
Newton Mekaniğinde; UZAY, ZAMAN ve KÜTLE birbirinden bağımsız temel (Mutlak) büyüklüklerdir (Rölativite teorisinde geçersizdir).

Kuvvet türetilmiş bir kavramdır. Bir cisme etkiyen kuvvet cismin kütlesi ve ivmesi ile orantılıdır.

NEWTON MEKANIĞİNİN KANUNLARI :

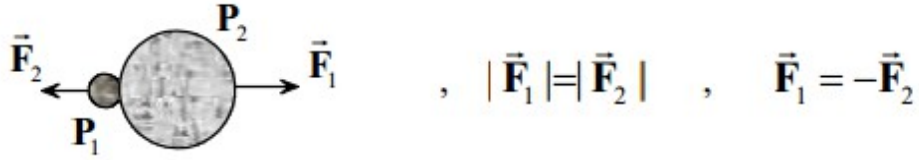
1- Bir maddesel noktaya etkiyen kuvvet sıfır ise maddesel nokta durumunu değiştirmez. (ATALET PRENSİBİ)

2- Maddesel Nokta, etkiyen kuvvetin doğrultusunda ve yönünde İVME kazanır. (Serbest Maddesel Nokta)



$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ (Hareket Prensibi)

3- Temas eden cisimler birbirlerine eşit büyüklükte ve ters yönlü aynı doğrultulu kuvvet uygularlar. (Etki Tepki Prensibi)



4- Newton'un çekim kanunu : Karşılıklı bulunan iki cisim birbirlerine üçüncü kanuna göre kuvvet uygularlar.

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = \frac{G.M.m}{r^2}$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

(r, Kütle merkezleri arasındaki uzaklık)

$$G = \text{Evrensel çekim sabiti} = (6,6732 \pm 0,0031) \times 10^{-11} \left[\frac{N.m^2}{kg^2} \right]$$

Büyük kütleli cisim küçük kütleliyi çeker.

NOT : Dünyanın yeryüzündeki cisimlere uyguladığı çekim kuvvetine cismin AĞIRLIĞI denir.

$$|\vec{F}| = \frac{G.M.m}{R^2} , \quad \frac{G.M}{R^2} = g$$

$$|\vec{F}| = W = \text{ağırlık} = mg$$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ dir.

Özel görelilik

Özel Görelilik Kuramı ya da İzafiyet teorisi, Albert Einstein tarafından 1905'te Annalen der Physik dergisinde, "Hareketli cisimlerin elektrodinamiği üzerine" adlı 2. makalesinde açıklanan ve ardından 5. makalesi "Bir cismin atıllığı enerji içeriği ile bağlantılı olabilir mi?" başlıklı makaleyle pekiştirilen fizik kuramıdır. Kurama göre, bütün varlıklar ve varlığın fizikî olayları izafidir. Zaman, mekan, hareket, birbirlerinden bağımsız değildirler. Aksine bunların hepsi birbirine bağlı izafî olaylardır. Cisim zamanla, zaman cisimle, mekan hareketle, hareket mekanla ve dolayısıyla hepsi birbiriyle bağımlıdır. Bunlardan hiçbiri müstakil değildir, Kendisi bu konuda şöyle demektedir:

« Zaman ancak hareketle, cisim hareketle, hareket cisimle vardır. O halde; cisim, hareket ve zamandan birinin diğerine bir önceliği yoktur. Galileo'nin Görelilik Prensipleri, zamanla değişmeyen hareketin göreceli olduğunu; mutlak ve tam olarak tanımlanmış bir hareketsiz halinin olamayacağını önermekteydi. Galileo'nin ortaya attığı fikre göre; dış gözlemci tarafından hareket ettiği söylenen bir gemi üzerindeki bir kimse geminin hareketsiz olduğunu söyleyebilir. »

Einstein'ın teorisi, Galileo'nin Görelilik Prensipleri ile doğrusal ve değişmeyen hareketinin durumu ne olursa olsun tüm gözlemcilerin ışığın hızını her zaman aynı büyüklükte ölçeceği önermesini birleştirir.

Bu teorem sezgisel olarak algılanamayacak, ancak deneysel olarak kanıtlanmış birçok ilginç sonuca varmamızı sağlar. Özel görelilik teoremi, uzaklığın ve zamanın gözlemciye bağlı olarak değişebileceğini ifade ederek Newton'ın mutlak uzay zaman kavramını anlamsızlaştırır. Uzay ve zaman gözlemciye bağlı olarak farklı algılanabilir. Bu teorem, madde ile enerjinin ünlü $E=mc^2$ formülü ile birbirine bağlı olduğunu da gösterir (c ışık hızıdır). Özel görelilik teoremi, tüm hızların ışık hızına oranla çok küçük olduğu uygulama alanlarında Newton mekaniği ile aynı sonuçları verir.

Teoremin özel ifadesiyle anılmasının nedeni, görelilik ilkesinin yalnızca eylemsiz gözlem çerçevesine uygulanış şekli olmasından kaynaklanır. Einstein tüm gözlem çerçevelerine uygulanan ve yerçekimi kuvvetinin etkisinin de hesaba katıldığı Genel Görelilik Teoremini geliştirmiştir. Özel Görelilik yerçekimi kuvvetini hesaba katmaz ancak ivmeli gözlemcilerin durumunu da inceler.

Özel Görelilik, günlük yaşamımızda mutlak olarak algıladığımız, zaman gibi kavramların göreliliğini söylemesinin yanı sıra, sezgisel olarak göreceli olduğunu düşündüğümüz kavramların ise mutlak olduğunu ifade eder. Birbirlerine göre hareketi nasıl olursa olsun tüm gözlemciler için ışığın hızının aynı olduğunu söyler. Özel Görelilik, c katsayısının sadece belli bir doğa olayının -ışık- hızı olmasının çok ötesinde, uzay ile zamanın birbiriyle ilişkisinin temel özelliği olduğunu ortaya çıkarmıştır. Özel Görelilik ayrıca hiçbir maddenin ışığın hızına ulaşacak şekilde hızlandırılmayacağını söyler.

Özel görelilik, kendi zamanı için inanılması güç pek çok öngörülerde bulunmuştur, bunlardan en önemlileri:

Cisimler hızlandıkça zaman cisim için daha yavaş akmaya başlayacaktır, ışık hızına ulaşıldığında zaman durmalıdır.

Cisimler hızlandıkça kinetik enerjilerinin bir kısmı kütleye dönüşür, durağan kütleyle sahip cisimler hiçbir zaman ışık hızına erişemeyeceklerdir.

Cisimler hızlandıkça hareket doğrultusundaki boyları kısalmaya uğrayacaktır.

Özel görelilik, mantığımızı ve sağ duyumumuza aykırı bir evren tanımladığından bilimciler 100 yılı aşkın bir süredir bunun doğruluğunu gözleri ile görmek ve bir açık bulmak umudu ile deneyler yapıp durmaktadırlar. Bu öngörülerin pek çoğu 1905'ten günümüze dek defalarca denenmiş ve doğru çıkmıştır:

İçlerinde çok hassas atom saatleri taşıyan uçaklar değişik yönlerde doğru değişik hızlarla hareket ettirilmiş ve saatlerin kuramın hesaplarına yeterince uygun olarak yavaşladığı/hızlandığı gözlenmiştir.

Zamandaki yavaşlamanın sadece saatte meydana gelmediğini, gerçekte yaşandığının kanıtı ilk olarak nötrino ve mü-mezon deneylerinde ortaya çıkmıştır. Güneşten dünyamıza gelen nötrino ve müonların ışık hızına çok yaklaştıkları (%99.5) için ömürlerinin (yaşam sürelerinin) Dünya'da üretilen durağan olanlara göre çok daha uzun olduğu görülmektedir.

Parçacık hızlandırıcılarındaki hızlandırma deneylerinde bugüne kadar kütlesi olan hiçbir cisim, atom veya elektron, ışık hızına çıkarılamamıştır. Hız arttıkça kütlesi de arttığı için ivmelendirilmesi zorlaşmaktadır.

Kaynaklar:

-İ.T.Ü. Makina Fakültesi :<http://web.itu.edu.tr/~ozturkyi/statikbolum1.pdf>

-ÇOMÜ - Fizik Bölümü : [ppt](#)

-<http://connorteams.blogcu.com/lise-fizik-dersi-konu-anlatimi-newton-un-hareket-kanunlar/6141874>

-http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%96zel_g%C3%B6relilik