

BÖLÜM-I: ÖZEL GÖRELİLİĞİN TEMELLERİ

6. Lorentz Dönüşümlerinin Grafikselleştirilmesi

Galileo ve Lorentz dönüşümlerinin genel özelliklerinin bir karşılaştırması aşağıda Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Galileo ve Lorentz dönüşümleri

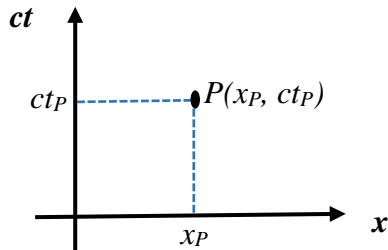
Galileo Dönüşümleri	Lorentz Dönüşümleri
Uzay dönüşür Zaman mutlaktır $x' = x - vt$ $t' = t$	Uzay ve zaman dönüşür (Dönüşürken birbirinin içine karışır) $x' = \gamma(x - \beta ct)$ $ct' = \gamma(ct - \beta x)$

Uzay ve zamanı birlikte değerlendirmeyi düşünen ilk kişi Herman Minkowski’dir (1908). Minkowski uzayzamanı “*world (dünya)*” olarak tanımlamıştır.

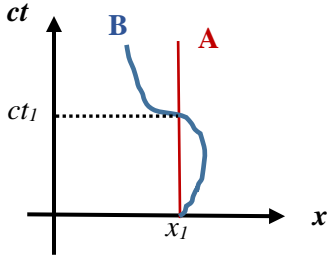
4 boyutu (3 uzay ve 1 zaman boyutu) gözde canlandırmak ve kağıda çizebilmek zordur. Bir basitleştirme olarak 1 ya da 2 uzay boyutu dahil edilmeden çizim yapılabilir. Bu basitleştirmeyi yapmak genelliği kaybettirmez, ayrıca uzay ve zamanın karşılıklı bağıllığını bize açıkça gösterir.

Uzay-zaman diyagramı: Herhangi bir eylemsiz çerçevenin iki ekseninin bir grafiğidir. Özel görelilikte zaman eksenini düşey, uzay eksenini de yatay olarak alırız. İki eksenin fiziksel boyutunun tutarlı olması için düşey eksen t' ’den ziyade ct olarak alırız.

Olay: Uzayzamanda belli bir P noktasında yer alan, uzayda belli bir yerdeki (x_P) ve belli bir zamandaki (t_P) bir noktadır. Olaylar, “*world point (dünya noktası)*” olarak adlandırılır.



Dünya Çizgisi (World Line): Eylemsiz bir referans çerçevesinde bir parçacığın hareketini tanımlamak için çizilen eğrilere dünya çizgisi denir. Dünya çizgileri dünya noktalarının bir toplamıdır.

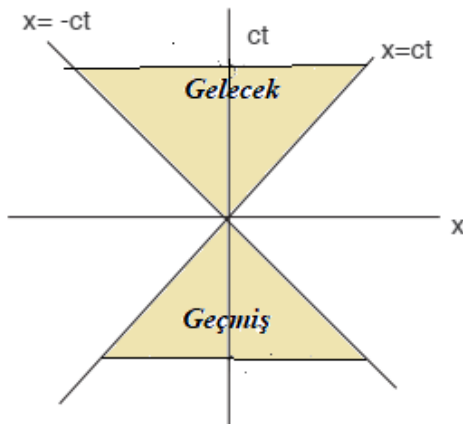


Şekilde A ve B parçacıkları dünya çizgileri gösterilmektedir.

A: (ct, x) eylemsiz çerçevesinde durgun olan bir parçacık. Tüm zamanlarda konumu x_1 .

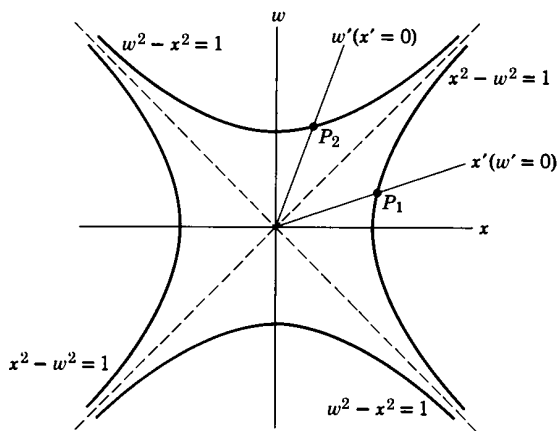
B: (ct, x) eylemsiz çerçevesinde $t=0$ anında hızlanan, sonra yön değiştirip yavaşlayan ve $t=t_1$ anına x_1 konumunu tekrar geçen bir parçacık.

⇒ Işık hızında ilerleyen parçacık için dünya çizgisinin eğimi 1 olur. v hiçbir zaman c den büyük olamayacağı için hareket iki adet 45° ($x=\pm ct$) çizgisi arasındaki bölgede olur.



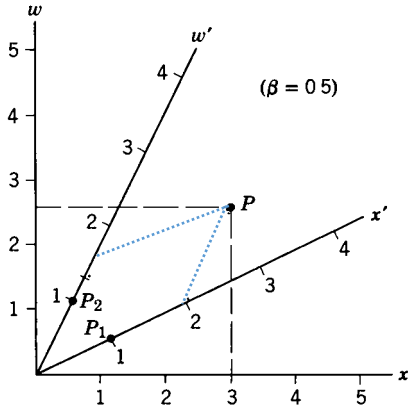
- $t = 0$ da yukarıdaki bölge gelecek olarak adlandırılır ve yola çıkıldığında gidilebilecek yerlerin geometrik yeridir.
- y-eksenini sayfa düzleminde dışa doğru çizersek, artık üçgen yerine koni şeklinde bölgeler elde edilir. Bu konilerin yüzeyleri ışığın gidebildiği yollar olduğu için bunlara “ileri ışık konisi” ve “geri ışık konisi” denir. Yani gelecek ileri ışık konisi içinde, geçmiş de geri ışık konisi içindedir.

7. Kalibrasyon Hiperbollereri (Bu kesimde yer alan tüm şekiller “Introduction to Special Relativity”, (R. Resnick, John Wiley&Sons, 1968)’ den alınmıştır.)



Kalibrasyon Hiperbollereri

Uzayzaman diyagramlarını farklı çerçevelere göre ölçeklendirebilmek için **kalibrasyon hiperbollereri** çizilir. Bu bize tüm çerçevelerde uzunlukları ve zamanları karşılaştırmayı sağlar. (Şekilde $w=ct$ olarak alınmıştır).



Hiperbolik kalibrasyon eğrileri, çerçevelerin eksenleri üzerinde birim zaman aralığını ve birim uzunluk aralığını belirlemede yardımcıdır. **Yandaki şekilde** $w=ct$ olarak alınmıştır. Şekilde görüldüğü gibi S' çerçevesinin birim zaman ve birim uzunluk aralıkları S çerçevesindekilerden daha uzundur. Şekilde, P olayı için $\rightarrow x=3$ ve $ct=2,5$ iken; $x'=2$ ve $ct'=1,5$

Koordinat çizgilerini dikdörtgensel ızgaralar şeklinde gösterecek olursak (aşağıdaki şekildeki gibi) S' çerçevesinin çizgileri 45° açıortayına doğru “ezilmiştir”. Açık olarak, Lorentz dönüşüm denklemleri, ortogonal bir sistemi, ortogonal olmayan bir sisteme dönüştürür.

