

EVRENİMİZ GERÇEKTEN 4-BOYUTLU MUDUR?

Tarih boyunca, Bilimin temel problemi; mümkün olduğu kadar doğayı iyi bir şekilde anlayabilmek ve açıklayabilmektir. Bunu başarabilmesi içinde elinde yeteri kadar matematiksel donanım mevcut olması gerekmektedir. Boyut ve ekstra boyut kavramı temel olarak, zorumluluk veya keyfi uygulamalar sonucu ortaya çıkan fiziksel niceliklerdir.

1909 yılında, **Minkowski**, Maxwell'in Elektrodinamigi ile **Einstein**'in Özel Rölativite teorilerinden ilham alarak, doğanın, bildiğimiz üç boyutuna ek olarak dördüncü bir boyut yardımıyla tasvir edilebileceğini belirtmiştir. Nitekim Einstein 1915 yılında yayınladığı **Genel Rölativite Teorisiyle**, Minkowski'nin bu iddiasını genelleştirerek uzay-zaman kavramı ile doğayı **DÖRT** boyutlu (3-uzay + 1-zaman) tasvir etmiştir.

Böylece Minkowski ve Einstein tarafından başlatılan boyut sayısı ile **OYNAMA !!** ile evrenimizi anlama fikri günümüze kadar artan bir ivme ile fizikçiler tarafından farklı teorilerde farklı boyut sayısı ile karşımıza çıkmaktadır. **Yazımın geri kalan kısmında bu teorilerle ilgili olarak temel bilgileri vermeye çalışacağım...**

Aralarında r uzaklığı bulunan makroskobik iki nesne arasındaki F gravitasyonel kuvvetin büyüklüğü $F \sim r^{-2}$ ile orantılıdır. d extra boyut sayısını göstermek üzere, $d \geq 1$ durumunda ise Gauss kanununun bir sonucu olarak gravitasyonel kuvvet $F \sim r^{-(2+d)}$ ile orantılıdır. Benzer durum elementer parçacıkların mikro-alemi için de geçerlidir. **Örneğin: yüklü parçacıkların elektromagnetik etkileşmelerinde ters-kare kanununa uyduğunu hızlandırıcı deneylerinden biliyoruz.**

Bununla birlikte gravitasyonel kuvvetin doğasını belirlemede deneysel olanaklar sınırlıdır. Örneğin bu kuvvetin 10^{-4} cm 'den daha küçük veya 10^{28} cm 'den daha büyük uzaklıklarda nasıl davranacağı henüz tesis edilememiştir. Rölativistik olmayan gravitasyonel etkileşmeler için bildiğimiz herşey $10^{-4} \text{ cm} \leq r \leq 10^{28} \text{ cm}$ aralığı ile sınırlıdır. Fakat doğa kanunları bu aralığın dışında farklı olabilir. Benzer şekilde, elektromagnetik etkileşmeler için ters-kare kanununun 10^{-16} cm civarında doğru bir şekilde test edildiğinden eminiz. Fakat bu skalanın(ölçeğin) biraz altındaki değerlerde bu etkileşmeler değişmektedir.

Şu anda, doğanın bu kanunlarının nasıl değişebileceği tam olarak açık değildir. Eğer ekstra (fazladan) boyutlar var ise, bu kanunların yüksek-boyutlu uzayların kanunlarına bağlı olarak değişebileceği olasılığı bulunabilir.

Bununla birlikte, bizim bu gibi soruların cevabı için ekstra boyutların varlığını ileri sürerek açıklama yapmamız ne kadar doğru olur? Aşağıda extra boyutların varlığına bizi yönelten önemli teorik çalışmaların maddeler halinde kısa bir özeti sunulacaktır:

- Ekstra boyutlar ile ilgili olarak ilk bilimsel çalışmalar 1920'lerde **Kaluza ve Klein(KK)** tarafından yapıldı. Bu teori, kütleçekim (gravite, gravitasyon) ile elektromagnetizmanın yalnız bir ek uzaysal boyutun varlığında birleşebileceği temeline dayanmaktadır. KK teorisine göre evrenimiz **BES** boyutludur.
- 1970'lerin sonunda oluşturulan **Standart Model (SM)**, kütleçekimi dışındaki üç temel kuvveti (zayıf kuvvet, kuvvetli kuvvet ve elektromagnetik kuvvet) birleştirmeyi başarmıştır. Fakat SM birçok deneyle sınanmış çok başarılı bir model olsa da bazı önemli soruları cevapsız bırakmıştır. Elektronun yükünün mutlak değerinin neden protonun mutlak değerine eşit olduğu ya da protonun kütesinin ne olması gerektiği modelde belli değildir. Bu sayılar deneylerden bulunup denklemlere yerleştirilmektedir. Gravitasyonu diğer üç temel kuvvetle birleştirmeyi hedefleyen Kuantum Gravitasyon Teorilerinde ise SM 'in açıklayabildiği sonsuzluklar bulunmaktadır. Daha sonra, SM içindeki parçacıkları daha basit bir yapıda birleştiren ve sonsuzluklar ve doğallıklar gibi problemlere çözüm yolu bulan yeni bir teori geliştirildi. **Sicim Teorisi**, olarak bilinen bu teori de dört temel kuvveti birleştirmeyi hedeflemektedir. Bunu yaparken altı tane ek uzaysal boyutun varlığını öngörmektedir. Bu teoriye göre de evrenimiz **ON** boyutludur.
- Daha sonraları Sicim Teorisi'nde de sorunlar olduğu anlaşıldı. Her şeyden önce çok fazla sayıda (beş tane) Sicim Teorisi olduğu ortaya çıktı. Tüm kuvvetleri birleştirecek bir teori varsa, bu tek olmalıdır. 1995 yılında bu beş tane Sicim Teorisi'nin daha temel bir teorinin özel durumları(dualite kavramı) olduğu gösterildi. **M-Teorisi** olarak adlandırılan bu birleştirici teoriye göre de evrenimiz **ONBİR** boyutludur.

Yukarıda değinilen tüm ekstra boyutlar Planck (10^{-34}) boyutundadır ve neticede detekte edilememektedirler. **Randal-Sundrum (RS) Zar Evren Modellerine göre evrenimiz; 5-boyutlu düz ya da hiperbolik uzay-zaman içinde 4-boyutlu bir zar yapısındadır.** Bu çerçevede; bir anlığına bilgisayarımızın ekranında yaşadığımızı ve yalnızca bu 2-boyutlu yüzey üzerinde hareket ettiğinizi düşünün. Bilgisayar 3-boyutlu uzayda bulunmaktadır. Fakat

siz yalnızca bu ekran tarafından sınırlanan 2-boyutlu bir alt uzayda hareket edebilirsiniz. Sonuçta algıladığımız uzay-zaman 4-boyutlu değil 3-boyutlu uzay-zamandır. Temel olarak bu tür düşünce yüksek boyutlardaki zar-evren modelleriyle benzer özellikler gösterebilmektedir. Bizim içinde yaşadığımız 3-boyutlu uzay, bilgisayar ekranı gibi düşünülebilir. **Bu durumda 4-boyutlu uzay-zamanımız, üzerinde bulunan tüm madde ve kuvvetlerin hareketlerinin sınırlanmasından dolayı gözlemleyemediğimiz daha yüksek boyutlu bir uzayın içine gömülmüş bir alt uzay-zaman yapısında olabilir.** Zar-evren modellerinde, üzerinde yaşadığımız bu dört-boyutlu alt uzaya zar (**Brane**), 5-boyutlu uzaya da **Bulk** adı verilir.

Işık elektromagnetik radyasyondan yapılmıştır ve zar-evren modellerinde yükler ve alanlar yalnızca zar üzerinde hareket edebilmektedirler. Bu yüzden ekstra boyutlar çok büyük olsada, ışığı kullanarak bulkın içindeki ekstra boyutları test edebilecek herhangi bir yol yoktur.

Gravitasyonun uzayın yapısını belirleyen bir kuvvet olmasından dolayı, en azından bütün boyutlara eşit olarak yayılması düşünülebilir. **Bu durum bizim gravitasyonel kuvvet içindeki şüpheli davranışları araştırarak ekstra boyutları dedekte edebilmemize olanak sağlayabilir.** Fakat, zar-evren modellerindeki eğrilik faktöründen ötürü (e^{-x}) gravitasyonun bulkın içine çok fazla yayılamamasından dolayı ,gerçekte gravitasyon zarın içine hapsedilmiş veya zarı sınırlıyor durumundadır. Sonuçta, ekstra boyutları gravitasyon kullanılarak dedekte etmek oldukça zordur.

Zar-evren modelleri kavramsal olarak Kaluza-Klein modellerindeki kompaktifikasyonlardan farklıdır. Çünkü onlar ekstra boyutlar içindeki salınımları gravitasyonel olmayan kuvvetlerden çıkarmaya kalkışmazlar. Tersine, eğer ekstra boyutlar büyük ise, gravitasyonel salınımlar bu yönlerde hızlı bir şekilde ortadan kalkmak zorundadır. Sonuçta biz onları dedekte edemeyiz. Extra boyutlar içindeki salınımlı KK modları hâlen mevcuttur, fakat onlar gravitasyona bağlıdır ve gravitasyonda çoğunlukla zara hapsedildiğundan, extra boyutlar efektif olarak zar üzerinde görünemezler.

Araş. Gör. Özgür SEVİNÇ
Matematiksel fizik A.B.D.