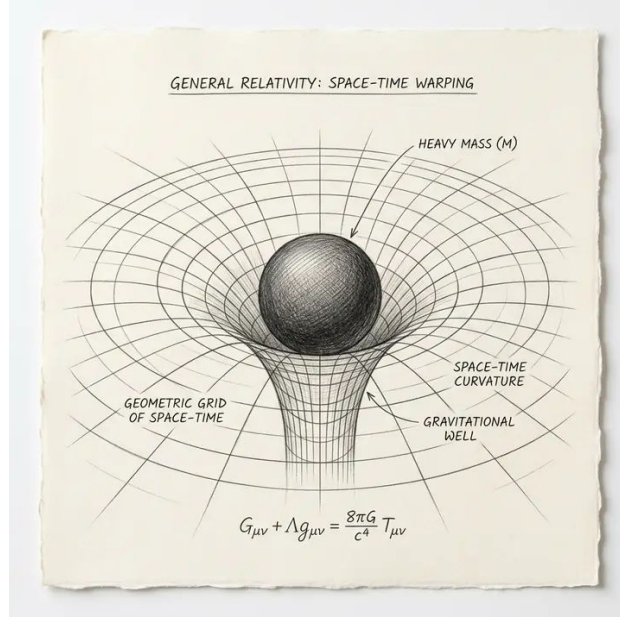


Evrenin Dokusu

Brian Greene



Amerikalı ünlü teorik fizikçi Brian Greene'in kaleme aldığı "Evrenin Dokusu" (The Fabric of the Cosmos), modern fiziğin uzay, zaman ve gerçeklik hakkındaki en devrimci keşiflerini inceleyen bir popüler bilim klasiğidir. Kitap, Newton'un mutlak uzay-zaman anlayışından yola çıkarak Einstein'ın görelilik kuramına, oradan kuantum dolanıklığının gizemli dünyasına, sicim teorisine ve evrenin geleceğine uzanan nefes kesici bir yolculuk sunar. Bu özet kitapçıkta, Greene'in orijinal metindeki derin felsefi ve bilimsel tezlerine tamamen sadık kalarak, evrenin en büyük sırlarını günlük hayattan eğlenceli ve anlaşılır benzetmelerle detaylandırdık. Dil seviyesi, ortaokul düzeyindeki genç meraklılardan yetişkin okurlara kadar herkesin keyifle okuyabileceği akıcılıktadır. Kitapta yer alan 16 bölümü adım adım takip ederek; uzayın aslında ne olduğunu, zamanın akıp akmadığını, kuantum dolanıklığının yarattığı 'uzaktan ürkütücü etkileri', evrenin başlangıcındaki kozmik enflasyon (şişme) anını, 11 boyutlu M-kuramını ve hatta zaman yolculuğu ile ışınlanmanın fiziksel sınırlarını keşfedeceksiniz. Şimdi, kozmosun en derin dokusuna dokunma zamanı!

01. Giriş: Kozmosun En Derin Dokusuna Yolculuk

Kozmik İlham: Brian Greene'in en büyük başarısı, evrenin en zor matematiksel teorilerini bile trambolinler, kovalardaki sular, dondurulmuş ekmek dilimleri ve keman telleri gibi gündelik analogilerle zihnimizde canlandırmasıdır. Bu kitap, evrenin sadece nasıl çalıştığını değil, bizim bu görkemli tablonun neresinde durduğumuzu da anlatır.

Bölümün özü: Brian Greene, evrenin en zor matematiksel teorilerini bile trambolinler, kovalardaki sular, dondurulmuş ekmek dilimleri ve keman telleri gibi gündelik analogilerle zihnimizde canlandırır.

02. BÖLÜM 1: Gerçekliğe Giden Yollar: Uzay, Zaman ve Şeyler

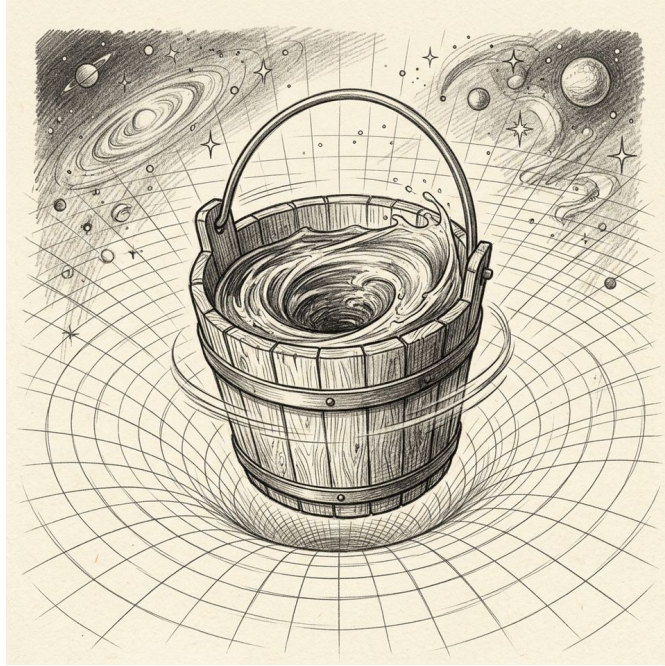
****Uzay ve Zamanın Gizemli Dokusu**** Günlük yaşamımızda uzay ve zamanı, içinde yaşadığımız sabit ve değişmez birer sahne olarak görürüz. Uzay, nesnelerin hareket ettiği boş bir kutu gibidir; zaman ise durmaksızın geleceğe akan görünmez bir nehir. Ancak fizikçilere göre bu algı tamamen bir yanılsamadır. Brian Greene, uzay ve zamanın aslında birbirine sıkıca bağlı, esnek ve dinamik bir doku olduğunu söyler. Bu doku, evrendeki maddelerle etkileşime girer, bükülür ve şekil değiştirir. Tıpkı bir kumaşın üzerine konulan ağırlıkla esnemesi gibi, uzay-zaman da içindeki nesnelerle sürekli bir etkileşim halindedir.

****Duyularımızın Ötesindeki Gerçeklik**** Duyularımız bizi yanıltır. Örneğin, gözümüzle baktığımızda masayı katı bir kütle olarak görürüz; ancak mikroskopik düzeyde incelendiğinde masanın aslında büyük oranda boşluktan ve titreşen atomlardan ibaret olduğunu fark ederiz. Uzay ve zaman için de durum aynıdır. Günlük deneyimlerimiz bize uzayın bomboş, zamanın ise herkes için eşit aktığını söyler. Oysa modern fizik, yüksek hızlarda ve büyük kütlelerin yakınında uzayın büzüldüğünü ve zamanın yavaşladığını kanıtlamıştır. Gerçeklik, bizim kısıtlı duyularımızla algıladığımızın çok ötesinde, kozmik kurallarla yönetilen şaşırtıcı bir yapıya sahiptir.

****Fiziğin Büyük Soruları**** Fiziğin temel amacı, evrenin en küçük parçacıklarından en büyük galaksilerine kadar her şeyi açıklayan ortak bir dil bulmaktır. Ancak bugün iki büyük kuramımız birbiriyle savaş halindedir: Çok büyük dünyayı açıklayan Einstein'ın Genel Görelilik kuramı ile çok küçük dünyayı açıklayan Kuantum Mekaniği. Brian Greene, bu iki kuramın uzay ve zamanı tamamen farklı tanımladığını ve bu çelişkiyi çözmenin modern fiziğin en büyük hedefi olduğunu belirtir. Kitap boyunca arayacağımız 'Her Şeyin Teorisi', işte bu iki dev teoriyi uzay-zamanın tek bir dokusunda birleştirme çabasıdır. ****Özetle:**** Gerçeklik, gördüğümüz ya da hissettiğimiz şeylerden çok daha derin ve gizemlidir; uzay ve zaman bu gizemin anahtarıdır.

Bölümün özü: Uzay-Zaman Esnekliği: Uzay ve zaman sabit bir arka plan veya nehir değil, birbirine sıkıca bağlı, esnek ve dinamik bir dokudur.

03. BÖLÜM 2: Evren ve Kova: Uzay Fiziksel Bir Varlık mı?



Newton'ın Dönen Kovası ve Eylemsizlik Kuvveti

****Newton'ın Kovası ve Mutlak Uzay**** Ünlü fizikçi Isaac Newton, uzayın kendi başına fiziksel bir varlık olduğunu kanıtlamak için çok basit bir deney tasarladı: Su dolu bir kova. Kovayı üstündeki ipe dolayarak döndürür ve serbest bırakırız. Başlangıçta kova dönerken içindeki su henüz dönmemektedir ve suyun yüzeyi düzdür. Bir süre sonra, kova suyu da peşinden sürükler, su dönmeye başlar ve yüzeyi içbükey bir şekil alarak kenarlara doğru yükselir. Newton şu soruyu sorar: Su neden yükselmiştir? Kovaya göre dönüyorsa, başlangıçta da kova dönüyor ama su yükselmiyordu. Demek ki su, kovaya göre değil, evrendeki mutlak ve boş uzayın kendisine göre döndüğü için bu eylemsizlik kuvvetini hissetmektedir. Newton'a göre uzay, maddelerden bağımsız var olan mutlak bir referans sahnesidir.

****Leibniz'in İlişkisel Uzay İtirazı**** Filozof Gottfried Wilhelm Leibniz, Newton'ın mutlak uzay fikrine şiddetle karşı çıktı. Leibniz'e göre uzay, kendi başına var olan bağımsız bir 'şey' değildir. Eğer evrendeki tüm cisimleri yok etseydiniz, geriye boş bir uzay kalmazdı; çünkü uzay sadece cisimlerin birbirine göre konumlarından ve ilişkilerinden ibarettir. Bunu bir aile ağacına benzetebiliriz. Aile üyeleri yoksa 'aile ilişkisi' diye bağımsız bir nesne var olamaz. Leibniz için uzay, nesnelerin arasındaki mesafeleri düzenleyen zihinsel ve ilişkisel bir haritadır. Bu tartışma, yüzyıllar boyunca bilimin en büyük felsefi savaşlarından biri olarak kaldı.

****Mach'ın Yıldızları ve Kütleçekimi**** Avusturyalı fizikçi Ernst Mach, Newton'ın kova deneyine farklı bir yorum getirdi. Mach'a göre kovanın içindeki suyun yükselmesinin

nedeni boş uzay değil, evrendeki diğer tüm maddelerdir (uzaktaki yıldızlar ve galaksiler). Eğer evrende su ve kavadan başka hiçbir şey olmasaydı, kova döndüğünde su asla yükselmezdi; çünkü dönüp dönmediğini kıyaslayacak hiçbir referans noktası olmazdı. Bir cismin eylemsizliği, evrendeki diğer tüm kütlelerin ortak kütleçekimsel etkisinden doğar. Mach'ın bu ilişkisel fikri, daha sonra Albert Einstein'ın kendi kuramını geliştirirken en büyük ilham kaynaklarından biri olacaktı. ****Özetle:**** Newton'ın dönen kovasındaki su, uzayın kendi başına var olan fiziksel bir yapı olduğunun ilk büyük kanıtıdır.

Bölümün özü: Newton'ın Kovası: Dönen kovadaki suyun merkezkaç kuvvetiyle yükselmesi, uzayın kendi başına var olan mutlak fiziksel bir referans sahnesi olduğunu gösterir.

04. BÖLÜM 3: Görelilik ve Mutlak: Dört Boyutlu Uzay-Zaman

****Einstein'ın Işık Hızı Devrimi**** 1905 yılında Albert Einstein, Özel Görelilik kuramıyla fizik dünyasını sarstı. Einstein'ın kuramı, evrendeki en mutlak şeyin ışık hızı (saniyede yaklaşık 300.000 kilometre) olduğu gerçeğine dayanır. Kim olursanız olun ve ne kadar hızlı giderseniz gidin, ışığın hızını her zaman aynı ölçersiniz. Bu durum çok tuhaf bir sonucu doğurur: Işık hızının sabit kalması için, hareket eden gözlemciler için uzay büzülmeli ve zaman yavaşlamalıdır! Bir trenle ışık hızına yakın gittiğinizi düşünün; dışarıdaki gözlemciye göre sizin saatiniz çok yavaş işler ve treninizin boyu kısalır. Zaman ve uzay artık mutlak değildir; gözlemcinin hareketine bağlı olarak esnerler.

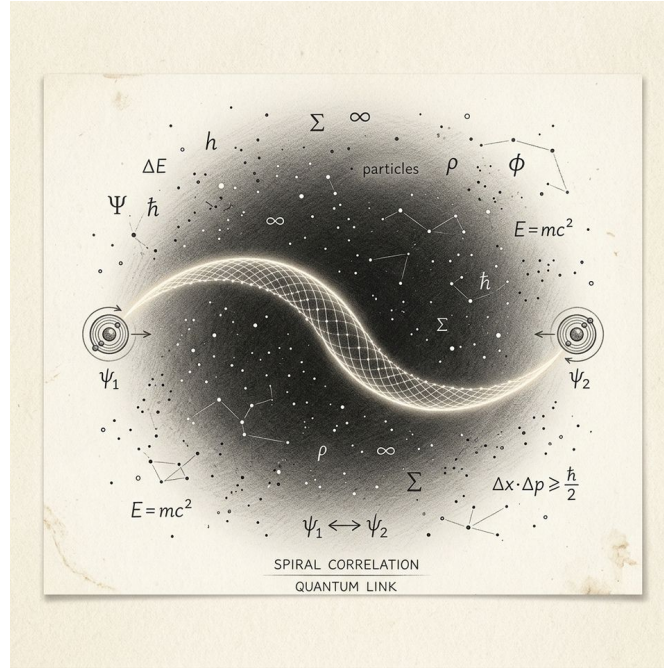
****Uzay ve Zamanın Birleşmesi: Uzay-Zaman**** Einstein'ın hocası Hermann Minkowski, özel göreliliğin getirdiği bu esnekliği matematiksel olarak birleştirdi ve uzay ile zamanın ayrı ayrı var olamayacağını açıkladı. Bizler üç boyutlu bir uzayda ve tek boyutlu bir zamanda yaşamıyoruz; bunların birleşimi olan dört boyutlu bir 'Uzay-Zaman' dokusunda yaşıyoruz. Bir cisim uzayda ne kadar hızlı hareket ederse, zamandaki hareketi o kadar yavaşlar. Bunu bir araba benzetmesiyle anlayabiliriz: Eğer arabanızı sadece kuzeye doğru sürerseniz, kuzey yönünde tam hızla gidersiniz. Ancak direksiyonu biraz doğuya kırarsanız, kuzeye gidiş hızınız azalır çünkü hızınızın bir kısmını doğu yönüne harcamış olursunuz. Benzer şekilde, uzayda hızlı hareket eden cisimler, zamandaki ilerleme hızlarından ödün verirler.

****Genel Görelilik ve Eğrilen Dokusu**** 1915'te Einstein, Genel Görelilik kuramıyla uzay-zamanın sadece esnek değil, aynı zamanda yerçekiminin bizzat kendisi olduğunu gösterdi. Kütleli cisimler (örneğin Güneş), etrafındaki uzay-zaman dokusunu bükerek. Dünya da Güneş'in yarattığı bu bükülmüş yolda dönmeye devam eder. Bunu bir trambolinin ortasına ağır bir top koyduğumuzda oluşan çukura benzetebiliriz. Tramboline fırlattığımız küçük bir bilye, bu çukurun etrafında dönmeye başlar. Yerçekimi, cisimlerin birbirini görünmez iplerle çekmesi değil, uzay-zaman dokusunun geometrik olarak eğrilmesidir. Uzay-zaman artık fiziksel, bükülebilir ve dalgalanabilen somut bir varlıktır.

****Özetle:**** Uzay ve zaman, içine nesneleri koyduğumuz sabit bir kutu değil, bizzat kütleçekimini taşıyan esnek bir oyuncudur.

Bölümün özü: Uzay-Zaman Eğriliği: Einstein'ın Özel Göreliliği uzay ve zamanı birleştirmiştir; Genel Göreliliği ise yerçekiminin bükülen uzay-zaman geometrisi olduğunu kanıtlamıştır.

05. BÖLÜM 4: Uzayı Dolanıklaştırmak: Kuantum Dolanıklığı



Subatomic Parçacıklar Arası Dolanıklık / Kuantum Bağı

****Kuantum Dünyasının Tuhaflıkları**** Kuantum mekaniği, atom altı parçacıkların kuralları tahmin edilemez ve olasılıklı dünyasını yönetir. Klasik fizikte bir cismin nerede olduğunu ve nereye gittiğini kesin olarak biliriz. Ancak kuantum dünyasında parçacıklar, biz onları ölçene kadar aynı anda birden fazla yerde bulunabilirler (süperpozisyon). Bir elektron hem sağda hem soldadır, ta ki biz ona bakıp yerini ölçene kadar. Gözlem yapmak, parçacığın olasılık dalgasını çökerterek onu tek bir gerçekliğe zorlar. Bu olasılık tabanlı yapı, Albert Einstein gibi kesinlik yanlısı fizikçileri oldukça rahatsız etmiş ve 'Tanrı zar atmaz' diyerek itiraz etmelerine neden olmuştur.

****EPR Paradoксу ve Einstein'ın İtirazı**** Einstein, kuantum mekaniğindeki bu tuhaflıkları çürütmek için 1935 yılında Boris Podolsky ve Nathan Rosen ile birlikte 'EPR Paradoксу'nu ortaya attı. Teorik olarak, iki parçacığı birbiriyle etkileşime sokup ardından evrenin zıt uçlarına gönderdiğimizde, birinin durumunu ölçtüğümüz an diğerinin durumunu da anında belirlemiş oluruz. Einstein'a göre bu durum, bilginin ışık hızından hızlı iletilmesini gerektirirdi ki bu kendi görelilik kuramına göre imkansızdı. Einstein, parçacıkların en başından beri hangi durumda olacaklarını belirleyen gizli değişkenlere sahip olduğunu,

kuantum kuramının ise eksik olduğunu savundu.

****Dolanıklık ve Uzaktan Ürkütücü Etki**** Ancak sonraki yıllarda yapılan laboratuvar deneyleri Einstein'ın yanlış olduğunu, kuantum teorisinin ise tamamen doğru olduğunu gösterdi. Buna 'Kuantum Dolanıklığı' (Quantum Entanglement) denir. Dolanık iki parçacık, aralarında ışık yılı mesafeler olsa bile, birine yapılan bir ölçümün sonucuna göre diğeri de anında tepki verir. Einstein buna 'uzaktan ürkütücü etki' (spooky action at a distance) adını vermişti. Bu durum, bilginin uzayda yol alarak iletildiği klasik anlayışı yıkar. Evrendeki parçacıklar, uzayın kendisini aşan gizemli ve anlık bir bağla birbirine dolanmıştır. ****Özetle:**** Kuantum dolanıklığı, evrenin bir ucundaki parçacığın diğeri ucundaki parçacıkla anında haberleşebildiğini gösterir.

Bölümün özü: Kuantum Dolanıklığı: Dolanık parçacıklar, aralarında ışık yılı mesafeler olsa bile, birine yapılan bir ölçümün sonucuna göre diğeri anında tepki vermesini sağlar.

06. BÖLÜM 5: Donmuş Nehir: Zaman Akar mı?

****Zamanın Akışı Bir Yanılsama mı?*** Bizler zamanı geçmişten geleceğe doğru akan coşkulu bir nehir gibi hissederiz. Geçmiş yaşanmış ve bitmiştir; gelecek ise henüz var olmamış bir gizemdir. Sadece içinde bulunduğumuz 'şimdi' gerçektir. Ancak fizik yasalarında 'şimdi' diye özel bir an tanımlanmamıştır. Einstein'ın görelilik kuramına göre, hareket eden iki gözlemci için 'şimdi' kavramı tamamen farklıdır. Bir gözlemci için henüz gerçekleşmemiş bir olay, diğeri hızlı gözlemci için çoktan yaşanmış olabilir. Eğer herkes için ortak bir 'şimdi' yoksa, zamanın aktığını söylemek bilimsel olarak anlamsızlaşır.

****Blok Evren Modeli: Geçmiş, Şimdi ve Gelecek**** Fizikçiler zamanı anlamak için 'Blok Evren' (Block Universe) modelini kullanırlar. Bu modele göre evren, zamanın da dahil olduğu devasa, donmuş dört boyutlu bir somun ekmek gibidir. Geçmişteki ilk doğum gününüz, şu an bu satırları okuduğunuz an ve gelecekteki uzay seyahatiniz, bu somun ekmeğin farklı dilimlerinde aynı anda var olmaktadır. Bizim zamanın aktığına dair hissimiz, bu somun ekmeğin dilimlerini sırayla okuyan beynimizin yarattığı bir sinematik yanılsamadır. Tıpkı bir film şeridindeki tüm karelerin aslında film rulosunda aynı anda bulunması gibi, geçmiş ve gelecek de uzay-zaman bloğunda sabittir.

****Einstein ve Zamanın Donmuş Nehri**** Einstein, yakın bir arkadaşının vefatından sonra yazdığı mektupta bu gerçeği şöyle dile getirmiştir: 'Bizim gibi fiziğe inanan insanlar için geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki ayrım, ne kadar inatçı olursa olsun, sadece bir yanılsamadan ibarettir.' Zaman, durmaksızın akan bir nehir değil, tüm olayların uzaysal koordinatlar gibi yerli yerinde durduğu donmuş bir yapıdır. Bizler zamanın içinde hareket etmeyiz; zamanın tüm anları uzay-zaman dokusunda yan yana, sonsuza dek donmuş halde beklemektedir. ****Özetle:**** Bizim için geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki ayrım, ne kadar inatçı olursa olsun, sadece bir yanılsamadan ibarettir.

Bölümün özü: Blok Evren: Geçmiş, şimdi ve gelecek, devasa donmuş bir uzay-zaman somun ekmeğinin farklı dilimleri gibi aynı anda var olmaktadır.

07. BÖLÜM 6: Şans ve Ok: Zamanın Bir Yönü Var mı?

****Zamanın Oku ve Geri Döndürülemezlik**** Fizik yasalarının en şaşırtıcı yanlarından biri, temel mikro düzeydeki denklemlerin (örneğin Newton'ın hareket yasaları veya kuantum denklemleri) zamanın yönüne karşı duyarsız olmasıdır. Yani mikro dünyada olayların ileriye gitmesiyle geriye gitmesi arasında matematiksel bir fark yoktur. Ancak makro dünyada zamanın tek yönlü olduğunu çok net görürüz: Yumurta kırılır ama kırık yumurta kendiliğinden birleşmez; sıcak çay soğur ama soğuk çay durduğu yerde ısınmaz. Fizikçiler, zamanın geçmişten geleceğe doğru tek yönlü uçan bu okuna 'Zamanın Oku' (Arrow of Time) adını verirler.

****Entropi: Evrenin Düzensizliğe Doğru Koşusu**** Zamanın tek bir yöne doğru gitmesini açıklayan yegane yasa, Termodinamiğin İkinci Yasasıdır. Bu yasa, kapalı bir sistemdeki düzensizliğin (yani entropinin) her zaman artma eğiliminde olduğunu söyler. Odanızı kendi haline bırakırsanız oda hızla dağınık ve düzensizleşir. Çünkü düzensiz olmanın yolları (olasılıkları), düzenli olmanın yollarından kat kat fazladır. Evrendeki tüm olaylar da yüksek olasılıklı olan düzensizliğe (yüksek entropiye) doğru akar. Zamanın oku, düzensizliğin artış yönüdür.

****Kozmik Başlangıç ve Düşük Entropi**** Peki evren neden sürekli düzensizleşmektedir? Bunun olması için evrenin en başta çok ama çok düzenli olması gerekirdi. Brian Greene, Büyük Patlama (Big Bang) anında evrenin olağanüstü derecede düşük entropiye (aşırı düzenli bir duruma) sahip olduğunu belirtir. Tüm madde ve enerji, küçücük ve kusursuz bir noktada sıkışmıştı. Evren o andan itibaren genişlemeye başladıkça, entropi de artmaya başladı. Gündelik hayatta deneyimlediğimiz zaman akışı, aslında Büyük Patlama'dan kalan bu düşük entropi mirasının yavaş yavaş çözülmesinden ve evrenin düzensizleşmesinden başka bir şey değildir. ****Özetle:**** Zamanın ileriye doğru akmasının tek nedeni, evrenin geçmişte çok daha düzenli, gelecekte ise düzensiz olmasıdır.

Bölümün özü: Entropi ve Zamanın Oku: Mikro fizik yasaları simetrik olsa da makro düzeyde zaman, entropinin (düzensizliğin) arttığı yöne doğru tek yönlü akar.

08. BÖLÜM 7: Zaman ve Kuantum: Zamansız Evren

****Kuantum Ölçümü ve Zamanın Yönü**** Kuantum dünyasında zamanın yönü, parçacıkların ölçüm anıyla yakından ilişkilidir. Biz bir kuantum parçacığına bakmadığımız sürece, o olasılıklar dalgası halinde geleceğe doğru simetrik olarak ilerler. Ancak ölçüm yapıldığı an, bu olasılık dalgası aniden çöker ve parçacık kesin bir konum kazanır. Dalga fonksiyonunun çökmesi adı verilen bu süreç geri döndürülemezdir. Bir kez çöken dalga, kendiliğinden tekrar olasılıklar haline geri dönemez.

****Kuantum Dolanıklığı ve Zaman**** Kuantum dolanıklığı sadece uzayı değil, zamanı da garipleştirir. Dolanık iki parçacık üzerinde yapılan ölçümler, zamanın sırasına meydan okur. Deneylerde parçacıklardan birinin durumunu değiştirdiğimizde, diğerinin de geçmişteki veya gelecekteki durumu etkilenmiş gibi görünebilir. Fizikçiler, kuantum dolanıklığının zaman koordinatlarının kuantum parçacıkları arasında klasik fizikteki gibi bağımsız çalışmadığını göstermişlerdir.

****Wheeler-DeWitt Denklemi ve Zamanın Yok Oluşu**** Kuantum kozmolojisinde evrenin bütününe açıklamak için geliştirilen en ünlü denklem Wheeler-DeWitt denklemidir. Bu denklemin en sarsıcı özelliği, içinde zamanı temsil eden hiçbir 't' değişkeninin bulunmamasıdır! Denkleme göre evren bir bütün olarak incelendiğinde tamamen zamansızdır. Zaman, sadece evrenin içindeki küçük parçaların birbiriyle olan ilişkisinden doğar. Tıpkı tek bir su molekülünün 'ıslak' olmaması ama milyarlarca molekül bir araya geldiğinde ıslaklık hissinin ortaya çıkması gibi, kuantum düzeyinde zaman yoktur; zaman makro dünyada ortaya çıkan (türeyen) bir özelliktir. ****Özetle:**** Kuantum düzeyine indiğimizde, zamanın akış yönü bulanıklaşır ve yerini olasılıkların dansına bırakır.

Bölümün özü: Türeyen Zaman: Wheeler-DeWitt denkleminde zaman parametresi ('t') bulunmaz; zaman en temel düzeyde yoktur, sadece makro ilişkilerden türeyen bir histir.

09. BÖLÜM 8: Kar Taneleri ve Uzay-Zaman: Simetri Kırılması

****Doğadaki Simetri ve Güzellik**** Simetri, bir nesnenin döndürüldüğünde veya aynalandığında görüntüsünün değişmemesidir. Fizikte simetri, doğa yasalarının her yerde ve her zamanda aynı şekilde çalışması anlamına gelir. Örneğin, bir deneyi bugün yapmakla yarın yapmak arasında fark yoktur (zaman simetrisi) ya da burada yapmakla başka bir şehirde yapmak arasında fark yoktur (uzay simetrisi). Brian Greene, evrenin temel tasarımında muhteşem bir simetri olduğunu belirtir. Kar tanelerinin kusursuz altıgen geometrisi, doğadaki bu gizli simetri ve düzen arzusunun en güzel makroskopik yansımalarından biridir.

****Simetri Kırılması ve Evrenin Faz Geçişleri**** Evrenin tarihi, simetrilerin yavaş yavaş kırılmasının tarihidir. Bunu suyun donmasıyla anlayabiliriz: Sıvı suyun içinde her yön eşdeğerdir ve tam bir simetri vardır. Ancak su donup kar tanesine dönüştüğünde, su molekülleri belirli yönlerde kristalleşir ve orijinal simetri kırılır. Benzer şekilde, Büyük Patlama'dan hemen sonra evren aşırı sıcakken, doğadaki tüm temel kuvvetler (kütleçekim, elektromanyetizma, güçlü ve zayıf nükleer kuvvetler) tek bir süper-kuvvet halinde birleşmişti ve kusursuz bir simetri vardı. Evren soğudukça bu simetriler kırıldı ve kuvvetler ayrıştı.

****Uzay-Zamanın Kristalleşmesi**** Evren soğudukça yaşanan bu simetri kırılmalarına 'faz geçişleri' denir. Bu geçişler sırasında uzay-zamanın kendisi de adeta kristalleşerek bugünkü yapısını kazanmıştır. Fizikçiler, erken evrende yaşanan bu ani faz geçişlerinin,

evrenin dokusunda 'kozmetik sicimler' veya 'duvarlar' gibi bazı yapısal kusurlar bırakmış olabileceğini düşünmektedir. Bugün gözlemlediğimiz fizik kuralları ve parçacık kütleleri, evrenin geçirdiği bu simetri kırılmalarının ve kozmik faz geçişlerinin doğrudan birer sonucudur. ****Özetle:**** Evren soğudukça, tıpkı suyun donup kar tanesine dönüşmesi gibi, simetri kırılır ve bildiğimiz fizik yasaları kristalleşir.

Bölümün özü: Simetri Kırılması: Büyük Patlama sonrasındaki aşırı sıcaklıkta tek bir süper-kuvvet varken, evren soğudukça simetriler kırılmış ve bugünkü 4 temel kuvvet ayrılmıştır.

10. BÖLÜM 9: Vakumu Buharlaştırmak: Hiçliğin Enerjisi

****Hiçlik Aslında Nedir?**** Boşluk (vakum), aslında sürekli hareket halinde olan, enerjinin dalgalandığı canlı bir ortamdır. Belirsizlik İlkesi nedeniyle, boş bir uzay parçasında bile enerji seviyesi asla tam olarak sıfır olamaz. Boşluk (vakum), aslında sürekli hareket halinde olan, enerjinin dalgalandığı canlı bir ortamdır. Eğer uzaydan tüm maddeleri ve yıldızları çıkarsanız bile geriye kalan 'boşluk', kendi içinde muazzam fiziksel özellikler barındıran aktif bir doku olarak kalmaya devam eder.

****Kuantum Vakumu ve Sanal Parçacıklar**** Kuantum vakumunun içinde sürekli bir yaratım ve yok oluş dansı yaşanır. Kuantum dalgalanmaları nedeniyle, boşluktan aniden bir parçacık ve onun antimadde ikizi (sanal parçacıklar) doğar. Bu ikizler neredeyse sıfır sürede tekrar bir araya gelerek birbirlerini yok eder ve enerjiye dönüşürler. Bu süreç o kadar hızlı gerçekleşir ki onları doğrudan gözlemleyemeyiz, ancak yarattıkları fiziksel etkiler laboratuvarlarda hassasiyetle ölçülmüştür. Boş uzay, sanal parçacıkların kaynadığı kozmik bir çorbadır.

****Büyük Birleşik Kuramlar (GUT)**** Fizikçiler, yüksek enerji seviyelerinde doğadaki kuvvetlerin nasıl birleştiğini anlamak için Büyük Birleşik Kuramlar (GUT) üzerinde çalışırlar. Bu teorilere göre, eğer uzayı inanılmaz yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılabilseniz, kuantum vakumunun yapısı değişir ve sanal parçacıklar arasındaki farklar ortadan kalkardı. Elektromanyetik kuvvet ile zayıf nükleer kuvvet tek bir 'elektrozayıf' kuvvette birleşir, ardından güçlü nükleer kuvvet de bunlara katılarak tek bir birleşik güç haline gelirdi. Vakumu ısıtıp buharlaştırmak, bizi evrenin en saf başlangıç anına geri götürür. ****Özetle:**** Fizikte mutlak boşluk diye bir şey yoktur; en boş uzay bile sürekli var olup yok olan sanal parçacıklarla kaynar.

Bölümün özü: Kuantum Vakumu: Mutlak boşluk diye bir şey yoktur; en boş uzay bile belirsizlik ilkesi sebebiyle anlık var olup yok olan sanal parçacıklarla kaynar.

11. BÖLÜM 10: Patlamayı Yapıbozuma Uğratmak: Ne Patladı?

****Büyük Patlama Efsaneleri ve Gerçekler**** Büyük Patlama (Big Bang) denildiğinde çoğumuzun aklına karanlık ve boş bir uzayda aniden patlayan devasa bir havai fişek gelir. Ancak bu imge tamamen yanıltıcıdır. Büyük Patlama, uzayda gerçekleşen bir patlama değildi; çünkü patlamadan önce uzay diye bir yer yoktu! Patlayan şey, uzay ve zamanın bizzat kendisidir. Evrenin başlangıcında tüm uzay tek bir noktaya sıkışmıştı ve patlama (genişleme) bu noktanın her yöne doğru esnemesiyle başladı. Büyük Patlama, dışarıdan izlenebilecek bir olay değildir; bizler o patlamanın ve genişlemenin bizzat içindeyiz.

****Kozmik Enflasyon (Şişme) Teorisi**** Klasik Büyük Patlama teorisi, evrenin neden bu kadar düzgün ve homojen olduğunu açıklayamazdı. Bu sorunu çözmek için Alan Guth adında genç bir fizikçi 'Kozmik Enflasyon' (Şişme) teorisini ortaya attı. Bu teoriye göre, evren henüz saniyenin milyarda birinin trilyonda biri kadarken, aniden ışık hızından kat kat daha hızlı bir şekilde genişledi. Evren bir portakal boyutundan saniyeler içinde gözlemlenebilir evrenimizin boyutlarına ulaştı. Bu olağanüstü hızlı şişme, uzaydaki tüm pürüzleri ve kırılganlıkları gererek evreni pürüzsüz hale getirdi.

****İtici Kütleçekim ve Sahte Vakum**** Peki bu muazzam şişmeyi ne tetikledi? Einstein'ın Genel Görelilik denklemleri, yerçekiminin her zaman çekici olmadığını, bazı durumlarda itici de olabileceğini gösterir. Erken evrende 'enflaton alanı' adı verilen yüksek enerjili bir alan vardı ve bu alan 'sahte vakum' durumundaydı. Bu sahte vakum, negatif basınç üreterek muazzam bir 'itici kütleçekim' (repulsive gravity) yarattı. İşte evreni genişletip patlatan şey, bu itici kütleçekim gücüydü. Alanın enerjisi tükendiğinde şişme durdu ve bu devasa enerji normal madde ve radyasyona dönüşerek bildiğimiz evreni başlattı.

****Özetle:**** Büyük Patlama uzayda bir patlama değildi; uzayın kendisinin her yöne doğru olağanüstü bir hızla genişlemesiydi.

Bölümün özü: Kozmik Enflasyon: Büyük Patlama boşlukta bir patlama değildir, uzay ve zamanın bizzat kendisinin şişmesidir. Bunu tetikleyen güç ise negatif basınçlı sahte vakumun itici kütleçekimidir.

12. BÖLÜM 11: Elmaslı Gökyüzünde Kuantalar: Kuantum Kökenlerimiz

****Gökyüzündeki Kuantum İmzaları**** Evrenin başlangıcındaki enflasyon (şişme) dönemi olmasaydı, bugün gökyüzünde ne yıldızlar ne de galaksiler olurdu; evren sadece homojen ve sıkıcı bir gaz bulutundan ibaret kalırdı. Enflasyon, mikro dünyadaki kuantum kurallarını makro dünyaya taşıyan devasa bir büyüteç görevi görmüştür. Kuantum mekaniğine göre parçacıklar ve enerji sürekli dalgalanır. Enflasyon anında uzay o kadar hızlı genişledi ki, bu minik kuantum dalgalanmaları (mikro pürüzler) birbirini yok etmeye fırsat bulamadan uzay dokusuna kalıcı olarak kazındı ve devasa boyutlara ulaştı.

****Kozmik Mikrodalga Arka Planındaki Dalgalanmalar**** Enflasyonla büyüyen bu kuantum pürüzleri, Büyük Patlama'dan 380.000 yıl sonra serbest kalan ilk ışıktaki izlerini bıraktı. Bugün uydularla ölçtüğümüz Kozmik Mikrodalga Arka Plan (CMB) radyasyonunda, gökyüzünün farklı noktaları arasında milyonda bir derece seviyesinde sıcaklık farkları görürüz. Bu minik sıcaklık farkları, erken evrendeki o kuantum titreşimlerinin doğrudan fotoğrafıdır. Gökyüzündeki bu izler, enflasyon teorisinin bizzat evren üzerine yazılmış gerçek bir imza olduğunu kanıtlar.

****Yıldızların ve Galaksilerin Kuantum Kökeni**** Peki bu minik sıcaklık ve yoğunluk farklarına ne oldu? Kütleçekimi, maddelerin daha yoğun olduğu bu kuantum pürüzlerini milyarlarca yıl boyunca kendine doğru çekti. Gaz ve toz bulutları bu yoğun noktalarda birikerek ilk yıldızları, galaksileri ve galaksi kümelerini oluşturdu. Yani bugün kafamızı kaldırıp gökyüzüne baktığımızda gördüğümüz milyarlarca yıldız ve galaksi, aslında Büyük Patlama anındaki minik kuantum dalgalanmalarının kütleçekimiyle büyütülmüş halidir. Bizler ve gördüğümüz tüm kozmik elmaslar, kuantum titreşimlerinin çocuklarıyız. ****Özetle:**** Geceleri gökyüzünde gördüğümüz devasa galaksiler, aslında evrenin başlangıcındaki minik kuantum titreşimlerinin devasa büyümesinden başka bir şey değildir.

Bölümün özü: Galaksilerin Kökeni: Gökyüzündeki tüm galaksiler, Büyük Patlama anındaki minik kuantum dalgalanmalarının enflasyonla galaktik boyutlara genişlemesi ve kütleçekimiyle bir araya gelmesi sonucu oluşmuştur.

13. BÖLÜM 12: Sicim Üzerindeki Dünya: Keman Tellerindeki Evren



Sicim Teorisi, Titreşen Enerji Halkaları ve Müzikal Evren

****Noktasal Parçacıkların Çıkmazı**** Klasik fizikte ve Standart Model'de elektronlar, kuarklar gibi temel parçacıklar sıfır boyutlu, yani hacimsiz 'noktalar' olarak kabul edilir. Ancak bu parçacıkları sıfır boyutlu kabul ettiğimizde, Genel Görelilik ve kuantum mekaniğini birleştirmeye çalıştığımız matematiksel denklemler çöker. Çünkü iki noktasal parçacık birbirine sıfır mesafeye yaklaştığında aralarındaki yerçekimi kuvveti sonsuza ulaşır. Matematikteki bu 'sonsuzluklar', teorinin çalışmadığını gösteren büyük bir hatadır. Fizikçiler bu çıkmazı aşmak için parçacık tanımını kökten değiştirmek zorunda kaldılar.

****Titreşen Sicimler ve Müzikal Evren**** Sicim Kuramı (String Theory), evrenin en temel yapı taşlarının noktalar değil, tek boyutlu, inanılmaz küçük (Planck uzunluğunda) titreşen enerji iplikçikleri, yani 'sicimler' olduğunu öne sürer. Bir kemanın veya gitarın teline vurduğunuzda, telin titreşim sıklığına (frekansına) göre farklı notalar (sesler) duyarsınız. Benzer şekilde, bu minik sicimler de farklı şekillerde titreştiklerinde farklı parçacıkları oluştururlar. Bir frekansta titreştiklerinde elektron, başka bir frekansta kuark, bir diğerinde ise yerçekimini taşıyan graviton olurlar. Evren, bu sicimlerin çaldığı kozmik bir senfonidir.

****Ekstra Boyutlar ve Geometri**** Sicim kuramının çalışabilmesi ve matematiksel olarak tutarlı olabilmesi için, bildiğimiz üç uzay boyutu ve bir zaman boyutu yeterli değildir. Kuram, evrenin toplam 10 veya 11 boyutlu olmasını gerektirir! Peki bu ekstra boyutlar nerededir ve neden onları göremiyoruz? Fizikçilere göre bu ekstra boyutlar, Planck ölçeğinde o kadar küçük bükülmüş ve kendi üzerine katlanmış ki onları günlük hayatta fark etmemiz imkansızdır. Bunu uzaktan tek boyutlu bir çizgi gibi görünen ama yakından bakıldığında üzerinde karıncaların döndüğü üç boyutlu bir bahçe hortumuna benzetebiliriz.

****Özetle:**** Evrenin temel yapı taşları sıfır boyutlu noktalar değil, tıpkı keman teli gibi titreşen minik sicimlerdir.

Bölümün özü: Sicim Teorisi: Evrenin en temel yapı taşları sıfır boyutlu noktasal parçacıklar değil, keman telleri gibi farklı frekanslarda titreşerek elektron ve kuarkları oluşturan minik sicimlerdir.

14. BÖLÜM 13: Bir "Bran" (Zar) Üzerindeki Evren

****M-Kuramı ve Süper-sicimlerin Birleşimi**** 1990'lara gelindiğinde fizikçiler 5 farklı sicim kuramı geliştirmişlerdi ve hangisinin doğru olduğu bilinmiyordu. 1995 yılında Edward Witten adında dahi bir fizikçi, bu 5 kuramın aslında daha büyük tek bir kuramın farklı yönleri olduğunu kanıtladı. Bu yeni kurama 'M-Kuramı' (M-Theory) denir. M-kuramı, evreni 11 boyutlu olarak tanımlar ve sadece sicimleri değil, aynı zamanda daha yüksek boyutlu membranları (zarları) da içerir. Kuramdaki 'M' harfi; membran, gizem (mystery) veya ana (mother) kuram anlamlarına gelir ve fiziğin birleşme yolundaki en büyük adımıdır.

****Çok Boyutlu Zarlar**** M-kuramına göre evrendeki nesneler sadece tek boyutlu sicimlerden ibaret değildir; iki boyutlu zarlar (2-bran), üç boyutlu zarlar (3-bran) ve daha yüksek boyutlu yapılar da vardır. Bizim tüm galaksileri, yıldızları ve kendimizi barındıran üç boyutlu uzayımız, aslında 11 boyutlu çok daha geniş bir 'Hiper-uzay' (Bulk) içinde yüzen

üç boyutlu devasa bir zar (bran) olabilir. Bizler bu zarın üzerine yapışmış durumdayız ve onun dışındaki boyutları doğrudan algılayamıyoruz. Tıpkı bir ekmek diliminin üzerindeki susamların, ekmeğin dışındaki fırını görememesi gibi.

****Ekstra Boyutlarda Kütleçekimi Sızıntısı**** Bu zar modeli, fizikteki en büyük gizemlerden birini çözebilir: Yerçekimi neden diğer kuvvetlere (örneğin mıknatısın çekim gücüne) göre bu kadar zayıftır? Küçük bir buzdolabı mıknatısı, tüm Dünya'nın yerçekimine karşı koyarak bir ataşı havada tutabilir. M-kuramına göre, elektromanyetik ve nükleer kuvvetleri taşıyan sicimlerin uçları bizim zarımıza sıkıca bağlıdır (açık sicimler), bu yüzden zarın dışına çıkamazlar. Ancak yerçekimini taşıyan gravitonlar kapalı halka sicimlerdir ve bizim zarımıza bağlı değildir. Yerçekimi, ekstra boyutlara sızdığı için bizim üç boyutlu dünyamızda son derece zayıf hissedilir. ****Özetle:**** Bizim evrenimiz, çok daha yüksek boyutlu bir uzayda yüzen üç boyutlu devasa bir zar (bran) olabilir.

Bölümün özü: M-Kuramı ve Zarlar: Bizim 3 boyutlu evrenimiz, 11 boyutlu geniş bir hiper-uzayda (bulk) yüzen devasa bir zardan (membran) ibaret olabilir; yerçekimi kapalı sicim halkalarından oluştuğu için ekstra boyutlara sızarak zayıflar.

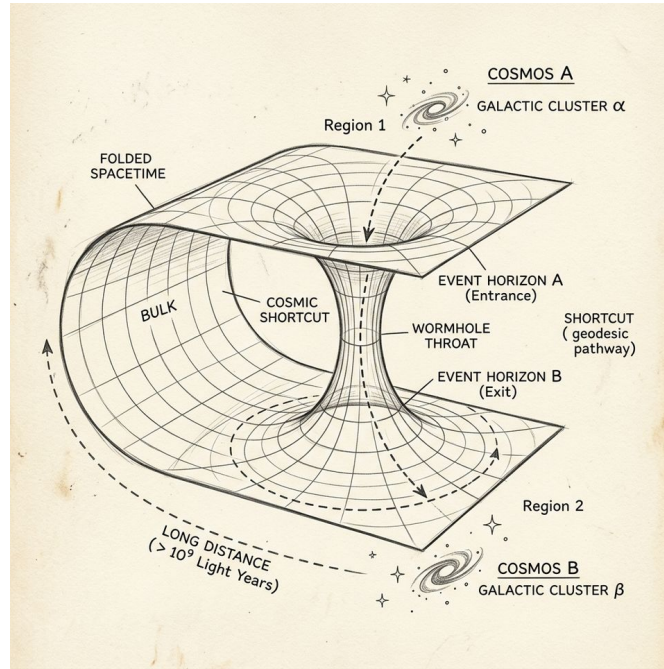
15. BÖLÜM 14: Göklerin Üzerinde ve Yerin Altında: Deneyler

****Jiroskoplar ve Uzay-Zamanın Sürüklenmesi**** Einstein'ın uzay-zaman teorileri sadece kağıt üzerinde kalan birer soyut hayal değildir. NASA ve Stanford Üniversitesi tarafından yürütülen Gravity Probe B gibi deneyler, bu teorileri uzayda doğrudan test etti. Bu uydu, Dünya'nın yörüngesinde dönerken içindeki son derece hassas jiroskopların dönme eksenlerindeki mikroskobik sapmaları ölçtü. Genel göreliliğe göre Dünya, kendi etrafında dönerken tıpkı bal kavanozundaki bir kaşığın balı sürüklemesi gibi, etrafındaki uzay-zaman dokusunu da peşinden sürüklemelidir (Frame Dragging). Yapılan ölçümler, uzay-zamanın bu kozmik sürüklenişini milimetrik bir hassasiyetle doğruladı.

****Kütleçekim Dalgaları Avı**** Uzay-zamanın bükülebilen fiziksel yapısının en büyük kanıtı kütleçekim dalgalarıdır. İki kara deliğin birbirinin etrafında dönüp çarpışması, tıpkı sakın bir göle atılan taşın oluşturduğu dalgalar gibi, uzay-zaman çarşafında dalgalanmalar yaratır. Bu dalgalar ışık hızında uzaya yayılır. 2015 yılında LIGO dedektörleri, milyarlarca ışık yılı ötedeki iki kara deliğin birleşmesinden doğan bu minik titreşimleri Dünya'da yakalamayı başardı. Bir protonun boyutunun binde biri kadar küçük olan bu büzülme ve esneme hareketleri, uzay-zamanın varlığını kesin olarak kanıtladı. ****Özetle:**** Uzay-zamanın dalgalanması, evrenin en büyük sırlarının üzerimize çarpan ses dalgalarıdır.

Bölümün özü: Uzay-Zaman Sürüklenmesi: Hassas jiroskoplar ve kütleçekim dalgaları (LIGO) deneyleri, uzay-zamanın fiziksel varlığını, bükülmesini ve Dünya etrafında bir bal kaşığı gibi peşinden sürüklenmesini doğrudan ispatlamıştır.

16. BÖLÜM 15: Işınlayıcılar ve Zaman Makineleri



Folded Spacetime ve Solucan Deliği (Cosmic Shortcut) Şeması

****Kuantum Işınlama ve Gerçekliği**** Bilimkurgu filmlerindeki gibi 'beni ışınla Scotty' demek fiziksel olarak mümkün müdür? Kuantum mekaniği, 'Kuantum Işınlama' (Quantum Teleportation) adı verilen bir yöntemle parçacıkların bilgisini başka bir yere anında aktarmayı başarmıştır. Bu işlemde parçacığın maddesi uzayda yolculuk etmez; onun yerine, dolanıklık bağı kullanılarak kuantum durumu (bilgisi) uzaktaki başka bir ham parçacığa yüklenir. Orijinal parçacık yok olurken, uzaktaki parçacık onun birebir kopyası haline gelir. Bu durum, bizi tanımlayan şeyin atomlarımız değil, atomlarımızın taşıdığı bilgi olduğunu gösterir.

****Solucan Delikleri: Kozmik Kısayollar**** Genel görelilik denklemleri, uzay-zaman çarşafının o kadar şiddetli bükülebileceğini gösterir ki, evrenin iki farklı ucunu birleştiren kestirme tüneller (Solucan Delikleri / Wormholes) oluşabilir. Bir solucan deliğinden geçerek milyonlarca ışık yılı uzaktaki bir galaksiye saniyeler içinde ulaşabilirsiniz. Ancak bu tünellerin büyük bir sorunu vardır: Yerçekimi onları anında kapatıp yok etmek ister. Solucan deliğini açık tutabilmek için, yerçekimine karşı koyan negatif kütleli 'egzotik maddeye' ihtiyaç duyarız ki bu henüz doğada keşfedilmemiştir.

****Zaman Yolculuğu ve Paradokslar**** Eğer bir solucan deliğinin bir ucunu ışık hızına yakın hareket ettirip tekrar diğer ucunun yanına getirirseniz, solucan deliği sadece uzayda bir kısayol değil, zamanda da bir tünel (zaman makinesi) haline gelir. İçinden geçerek kendi geçmişinize gidebilirsiniz. Ancak geçmişe gitmek büyük mantıksal çıkmazlar (paradokslar) yaratır. Örneğin, geçmişe gidip dedenizin evlenmesini engellerseniz, siz hiç doğmamış olursunuz. Siz doğmadıysanız geçmişe gidip dedenizi nasıl engellediniz? Fizikçiler bu paradoksların ya paralel evrenler yoluyla çözüleceğini ya da doğa yasalarının geçmişe

seyahati tamamen yasakladığını düşünmektedir. ****Özetle:**** Zaman makineleri ve solucan delikleri teorik olarak mümkündür, ancak evrenin kendi mantığını korumak için aldığı önlemler henüz çözülmemiştir.

Bölümün özü: Kozmik Kısayollar: Kuantum ışınlama bilginin dolanıklıkla aktarımıdır; solucan delikleri uzay-zamanda kestirme tüneller olsa da açık kalabilmeleri için negatif enerjili egzotik maddeye ihtiyaç duyarlar.

17. BÖLÜM 16: İmaların Geleceği: Holografik Evren

****Holografik Evren İlkesi**** Modern fiziğin en sarsıcı teorilerinden biri 'Holografik İlke'dir (Holographic Principle). Bu ilkeye göre, evrenimizin üç boyutlu hacmi içinde gerçekleşen her şey, aslında evrenin sınırındaki iki boyutlu bir yüzeyde kodlanmış bilgilerin birer hologram yansımasından ibarettir! Bunu kredi kartlarının üzerindeki iki boyutlu küçük hologramlara benzetebiliriz; kartın yüzeyi düzdür ama ışık vurduğunda üç boyutlu bir resim görürsünüz. Benzer şekilde, uzay ve zamanın kendisi de aslında en temel seviyede var olan kuantum bilgilerinin makro düzeydeki bir projeksiyonu (hologramı) olabilir.

****Uzay-Zamanın Ötesindeki Gerçeklik**** Fizikçiler, sicim teorisi ve kuantum mekaniğini daha da derinleştirdiklerinde, uzay ve zamanın evrenin en temel tuğlaları olmadığını fark etmeye başladılar. Tıpkı bir bilgisayar oyunundaki dağların, nehirlerin ve zamanın aslında bilgisayar kodlarındaki 0 ve 1'lerden (bitlerden) türemesi gibi; uzay-zaman da kuantum dolanıklığından ve bilgi bitlerinden türemektedir. Evrenin en temel düzeyine indiğimizde uzay da yoktur, zaman da. Sadece zamansız ve uzamsız, saf bir bilgi ağı (bit çorbası) yer alır. Uzay ve zaman, bu derin gerçekliğin üzerini örten kozmik bir perdedir. ****Özetle:**** Uzay ve zaman gerçekliğin kendisi değil, onun sadece bize görünen holografik bir yansımasıdır.

Bölümün özü: Holografik Evren: 3 boyutlu gerçekliğimiz, evrenin sınırındaki 2 boyutlu kuantum verilerinin bir hologram projeksiyonu olabilir; en temel düzeyde uzay ve zaman yer almaz.

18. SONUÇ: Kozmosun Dokusunu Hissetmek

Brian Greene'in "Evrenin Dokusu" adlı eseri boyunca çıktığımız bu sürükleyici yolculukta, uzay ve zamanın ne kadar esnek, dinamik ve sürprizlerle dolu bir yapıya sahip olduğunu gördük. Newton'ın durağan ve mutlak sahnesinden yola çıkıp, Einstein'ın yerçekimiyle bükülen çarşafına uğradık; kuantum dolanıklığının uzay sınırlarını aşan anlık bağlarını inceledik ve sicim teorisinin keman tellerindeki o müzikal kozmosuna kulak verdik.

Uzay ve zaman, sadece içinde nesnelerin hareket ettiği boş birer kutu değildir. Onlar evrenin bizzat kendisini oluşturan, dalgalanan, bükülen ve kuantum bilgisiyle örülen canlı bir dokudur. Bu kozmik dokuyu anlamak, kendi kökenlerimizi ve varoluşumuzu anlamaktır. Bizler bu devasa uzay-zaman kumaşının üzerine işlenmiş minik nakışlarız; evreni ve onun

dokusunu sorguladıkça aslında kendi yerimizi keşfetmeye devam edeceğiz!

Bölümün özü: Bütünsel Sonuç: Gerçeklik duyularımızın ötesindedir; uzay-zamanın bükülen dokusundan kuantum dolanıklığına ve zarlara uzanan kozmik kumaşta bizler de birer nakışız.

KAYNAKLAR VE İLERİ OKUMALAR

[1] Penguin Random House - The Fabric of the Cosmos

<https://www.penguinrandomhouse.com/books/71273/the-fabric-of-the-cosmos-by-brian-greene/>

[2] Penguin Random House - Brian Greene

<https://www.penguinrandomhouse.com/authors/2305415/brian-greene/>

Telif ve sorumluluk notu: Bu bağımsız ve ticari olmayan ön okuma rehberi eğitim ve araştırma amacıyla hazırlanmıştır; özgün eserin yerini tutmaz.