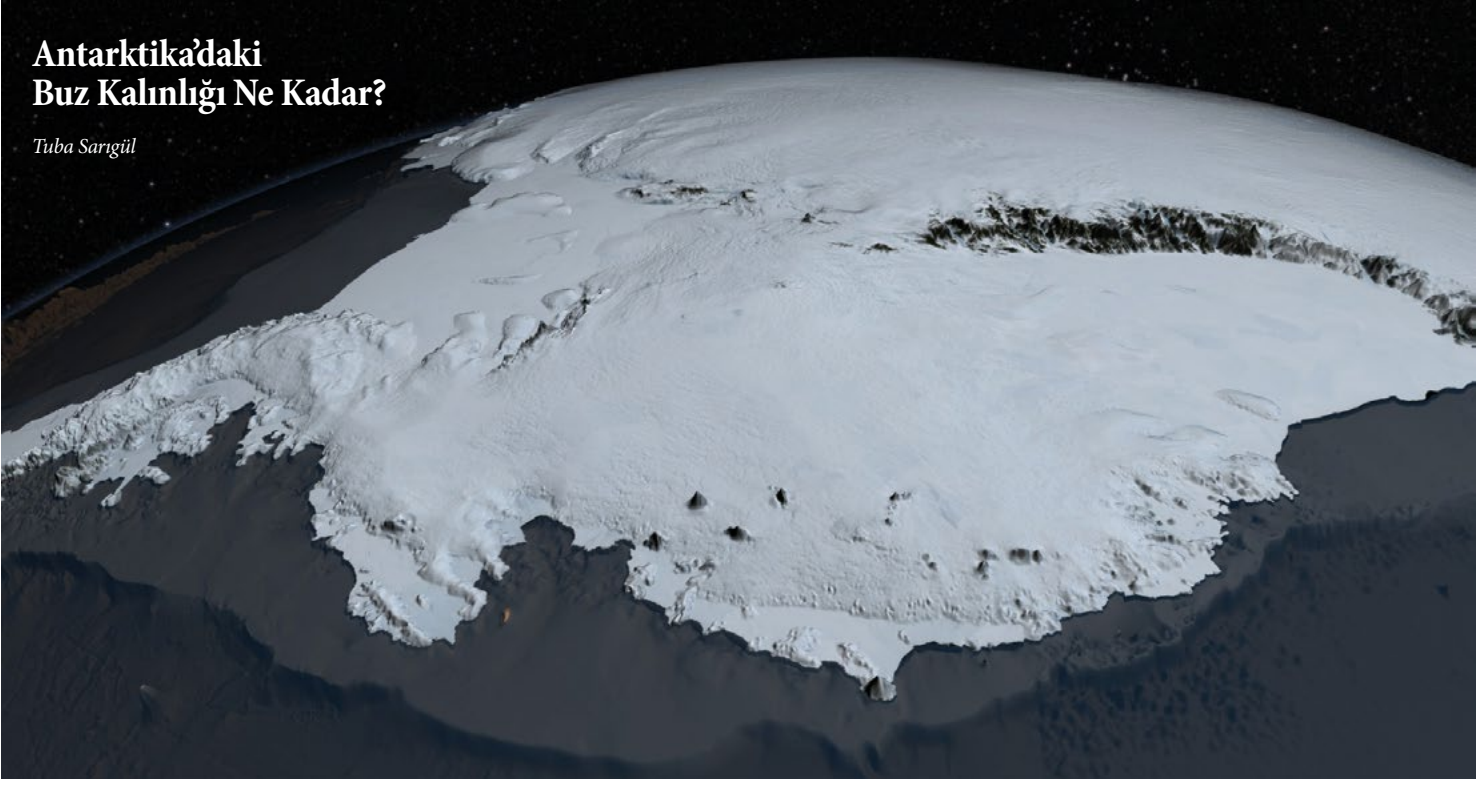


Antarktika'daki Buz Kalınlığı Ne Kadar?

Tuba Sarıgül



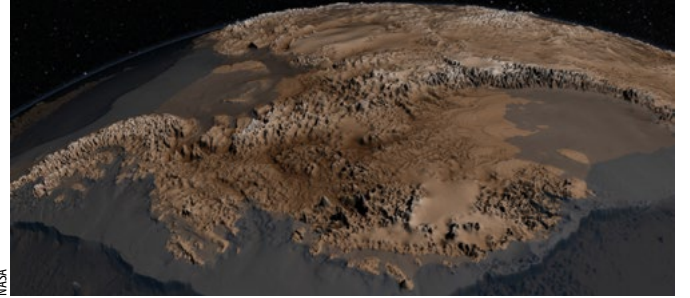
NASA

Antarktika'nın neredeyse tamamı (buzla kaplı olmayan kısmının oranı sadece %0,4) buz tabakası ile kaplı. Dünya üzerindeki buzulların yaklaşık %90'ı Antarktika'da bulunuyor. Antarktika'daki buz tabakasının tamamının erimesi durumunda dünya genelinde deniz seviyesinin 60 metreden fazla yükseleceği tahmin ediliyor. Kıtayı kaplayan buz tabakasının ortalama kalınlığı yaklaşık 2160 metre. Ancak buz kalınlığı bazı noktalarda 4800 metreye yaklaşabiliyor. Buz tabakasının kalınlığındaki değişkenliğin sebebi, kıtadaki buz hareketleri ile yağış miktarındaki ve buz tabakasının altında bulunan yer şekillerindeki farklılıklar.

Antarktika'daki buz kütlesi, kar yağışlarının milyonlarca yıl boyunca birikmesiyle oluşmuştur. Ancak kıtadaki buzlar hareket halindedir.

Kar yağdıkça altta kalan kar, yeni yağın ağırlığının etkisiyle sıkışarak buz tabakasının alt kısımlarına doğru hareket edebilir. Taban kısmına ulaştıktan sonra ise buz tabakasının kenarlarına doğru hareket ederek okyanusa ulaşabilir. Bu süreç 100.000 yıl sürebilir.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 2013 yılında yayımladığı raporda Antarktika'da buzullardaki erimenin son yıllarda hızlanarak arttığı belirtilmişti. Ancak sonuçları 2015 yılında *Journal of Glaciology* dergisinde yayımlanan araştırma Antarktika'nın genelinde biriken kar miktarının, buzulların erimesi sonucu gerçekleşen buz kaybından fazla olduğunu yani buz tabakasının kalınlığının arttığını gösteriyor.



NASA

Yeryüzünde Kurulu Teleskoplar Neden Çoğunlukla Radyo Dalga Boyunda Gözlem Yapar?

Tuba Sarıgül

E vrenle ilgili bilgilerimiz uzaydaki nesnelere yayılan ışınların gözlemlenmesine dayanıyor. Bu nesnelere elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerine denk gelen dalga boylarında ışık yayabiliyor.



Orman Yangınlarının Ekosistem İçin Faydaları Olduğu Doğru mu?

Tuba Sargül

Yangınlar, ormanların yok olmasına yol açmaları ve biyoçeşitliliği tehdit etmeleri gibi çevre üzerindeki zararlı etkileri ile bilinir. Ancak doğal bir süreç olan orman yangınlarının aslında ekosistemde meydana gelen değişimler üzerinde önemli rolü vardır. Çünkü ormanlar doğal süreçlerdeki değişimlere (örneğin kuraklık, sel ve hastalıklar) uyum sağlayabilen dinamik sistemlerdir.

Örneğin bazı tohumların kabukları ancak yüksek ısı etkisiyle açılabilir. Bu nedenle orman yangınları bu tür bitkilerin tohumlarının serbest kalmasına yardımcı olur. Orman yangınları orman tabanındaki çalılışların ve kurumuş ağaçların temizlenmesine neden olur. Bu durum bitkilerin güneş ışığına daha kolay ulaşmasını sağlar. Yangınlara karşı dayanıklılıklarını artıran kalın kabuklara sahip ağaç türleri yangınlardan daha az etkilenir.

Yangınlar aynı zamanda organik maddelerin parçalanarak bitkilerin besin olarak kullanabileceği daha basit yapıdaki kimyasal maddelere dönüşme sürecini başlatır ve toprağın besin açısından zenginleşmesini sağlar. Böylece yeni tohumlar daha hızlı büyür. Dolayısıyla yangınlar ormanların yenilenmesine yardımcı olur.



Ancak çok büyük ve yoğun yangınlar tohumlara zarar verebilir ve dolayısıyla yeni ağaçların büyümesini engelleyebilirler. Küresel ısınma ve insan kaynaklı etkinlikler nedeniyle görülen orman yangınlarındaki artış, yangınların ekosistemde meydana gelen doğal değişimler üzerindeki etkisini bozabilir.

Bu ışınlar radyo, kızılötesi, görünür bölge, morötesi, X-ışınları gibi farklı dalga boylarında gözlem yapabilen teleskoplar kullanılarak tespit edilebiliyor.

Ancak Dünya'nın atmosferi morötesi dalga boyundan daha yüksek enerjili ışınları (örneğin X-ışınları ve gama ışınları), morötesi ve kızılötesi dalga boylarındaki ışınların büyük kısmını ve belirli bir dalga boyu aralığı (yaklaşık 1 mm - 10 m)

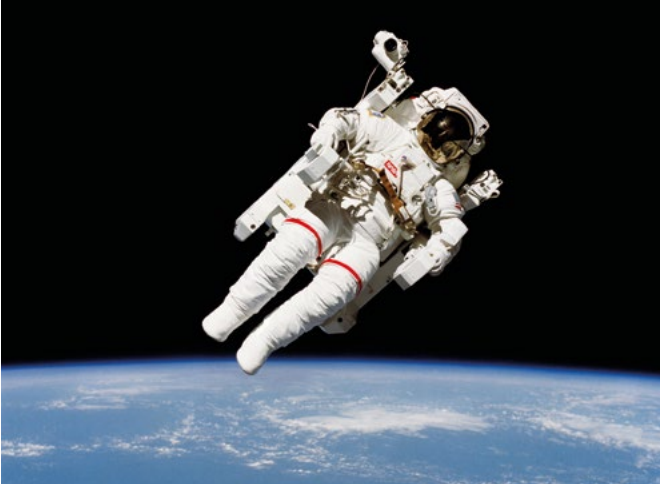
dışındaki radyo dalgalarını engeller. Bu nedenle yeryüzünde kurulu teleskoplar genellikle görünür bölge ve radyo dalga boyunda gözlem yapabilir.

Ancak görünür bölge, yeryüzüne ulaşan radyo dalgalarıyla kıyaslandığında çok dar bir dalga boyu aralığıdır. Ayrıca görünür dalga boyundaki gözlemler sadece geceleri bulutsuz havada yapılabilir. Radyo dalga boyundaki ışınlar,

atmosferdeki parçacıklarla daha az etkileşime girdikleri için, hava koşullarından etkilenmeksizin gündüz ya da gece gözlemlenebilir.

Radyo dalgalarını algılayan teleskoplar kullanarak yapılan gözlemler sonucu "gördüklerimiz", görünür dalga boylarında "gördüklerimizden" çok farklıdır. Örneğin yıldızlar radyo dalga boyunda ışık yayan güçlü

kaynaklar değildir. Radyo dalga boyunda yapılan gözlemler sayesinde yıldızların olduğu bölgeler, gaz bulutları, süpernova patlamaları sonucu yayılan maddeler, kuasarlar ve pulsarlar tespit edilebilir. Ayrıca radyo dalga boyundaki ışınlar yıldızlararası ortamdaki toz parçacıklarıyla daha az etkileşime girdiği için, toz bulutlarının ardındaki radyo dalgası kaynakları bu yöntemle gözlemlenebilir.



Nasıl Astronot Olunur?

Tuba Sarıgül

Astronotlar insanlı uzay araştırmalarında görev yapan kişilerdir. Astronotların sorumluluklarının uzayda yapmaları gereken işlerle sınırlı olduğunu dűřünebilirsiniz. Ancak bu kişiler astronot olmadan önce uzun ve zorlu bir eğitim sürecinden geçer.

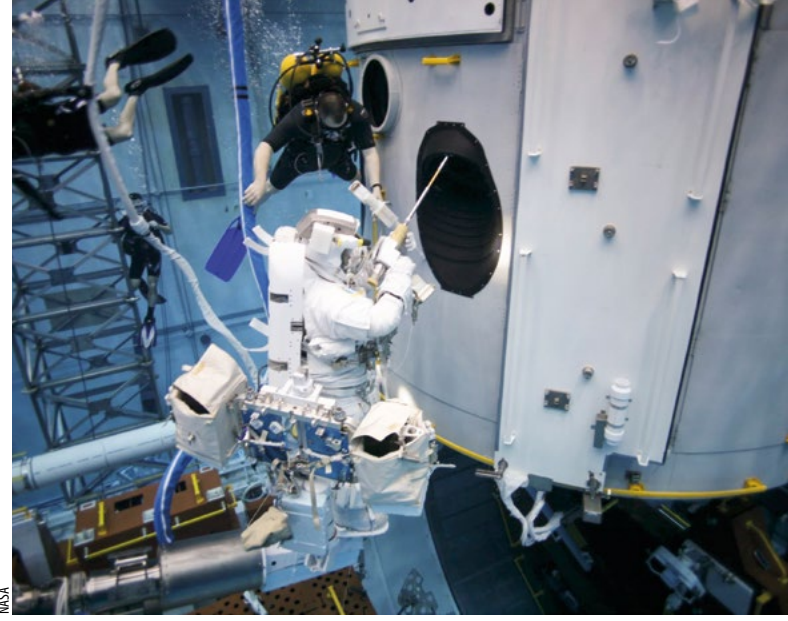
Uzay araştırmaları denildiğinde aklımıza çoğunlukla ABD ve Rusya gelse de Avrupa Uzay Ajansı (ESA), Japonya Uzay Araştırmaları Ajansı (JAXA), Kanada Uzay Ajansı (CSA) gibi farklı ülkelerin uzay araştırmalarından sorumlu kuruluşları da uzaya astronot gönderiyor. Bu nedenle astronot olmak için gerekli şartlar ülkeden ülkeye değişebilir.

Astronot olmak için mühendislik, temel bilimler (fizik, kimya, biyoloji, matematik) ve bilgi teknolojileri alanında en az lisans derecesinde eğitim almış olmak gerekiyor. Astronotların çoğunun bu alanlarda yüksek lisans ya da doktora derecesi var.

Astronotların aynı zamanda uzaydaki zorlu koşullara (ağırlıksız ortam koşulları, ani basınç değişimleri gibi) dayanabilmesi için fiziksel ve psikolojik olarak sağlıklı olmaları gerekiyor.

Astronotların uzayda gerçekleştirecekleri görevlere göre sahip olmaları gereken özellikler değişebiliyor. Örneğin uzay araçlarını ve Uluslararası Uzay İstasyonu'nu (ISS) komuta eden astronotların belirli bir uçuş süresi tecrübesi olması gerekiyor. Örneğin NASA'da en az 1000 saat kaptan pilot tecrübesine sahip olma şartı bulunuyor. Ayrıca görme keskinliklerinin 20/20 olması (belirli büyüklükteki bir nesnenin 20 feet yani yaklaşık 6 metre uzaktan görülebilmesi), oturma durumunda tansiyonlarının 140/90 mmHg değerini aşmaması ve boylarının 1,60m-1,90m arasında olması gerekiyor.

Uluslararası Uzay İstasyonu'nda görev yapacak astronotların iyi derecede İngilizce ve Rusça bilmesi tercih sebebi. Astronotların genellikle asker kökenli olduğu zannedilse de aslında astronot olmak için böyle bir koşul yok.



NASA

Astronot olmak için gerekli temel koşulları sağlayanlar başvuru yapabiliyor. Başvurusu kabul edilen adaylar psikolojik ve fiziksel bazı testlerden geçirildikten sonra mülakata alınıyor. Bu aşamaları geçen adaylar yoğun bir eğitim programına başlıyor. NASA'da eğitim süreci yaklaşık 2 yıl sürerken, ESA astronot adaylarının 40 aylık bir eğitim sürecini tamamlaması gerekiyor.

ESA'nın temel eğitimi yaklaşık 16 ay sürüyor ve bu süreçte astronot adayları aerodinamik, ağırlıksız ortam araştırmaları, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun üzerindeki sistemler, robot uygulamaları hakkında eğitim alıyor. Yaklaşık 1 yıl süren ileri düzey eğitimlerde ise ISS'ye kenetli farklı modüllerin ve ISS'ye mürettebat ve malzeme taşıyan Soyuz uzay araçlarının nasıl kullanılacağını ve kontrol edileceğini reniyorlar. Bunun dışında astronotlar belirli bir göreve özgü eğitimler de alabiliyor.

NASA'nın ve ESA'nın astronot başvurularıyla ilgili sırasıyla astronauts.nasa.gov/astro_lp.htm ve esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/European_Astronaut_Selection adreslerinden bilgi alabilirsiniz.



NASA



Nükleer Denemeler Nasıl Tespit Ediliyor?

Tuba Sarıgül

Nükleer silah denemeleri yeraltında, atmosferde ve suyun altında gerçekleştirilebilir. İlk nükleer bomba denemesi 16 Temmuz 1945'te patlatılan 20 kilotonluk (20.000 tonluk TNT'ye eşdeğer) *Trinity* isimli atom bombasıydı. 1945-1996 yılları arasında 2000'den fazla nükleer silah denemesi gerçekleştirildi. Bu denemelerin yaklaşık %50'si ABD'ye, %35'i Rusya'ya, %10'u ise Fransa'ya ait.

Atmosferde ve suyun altında gerçekleştirilen nükleer silah denemeleri, açığa çıkan nükleer atıkların zararlı etkileri nedeniyle 1963 yılında yasaklandı. Bugüne kadarki nükleer silah denemelerinin yaklaşık %75'ini oluşturan yeraltı denemeleri ise nükleer atıkların yerin yüzeyine ulaşması durumunda oluşturduğu tehlike nedeniyle 1996'da engellendi. Ancak dünya üzerinde yapılacak nükleer denemeleri kim tarafından, hangi amaçla ve hangi ortamda gerçekleştirildiğine bakılmaksızın yasaklayan Nükleer Denemelerin Yasaklanması Antlaşması, nükleer teknolojiye sahip ülkelerin tamamı tarafından imzalanmadığı için henüz yürürlüğe girmedir.

Günümüzde gerçekleştirilen nükleer denemelerin takibi ise Uluslararası Görüntüleme Sistemi (IMS) tarafından yapılıyor. Bu amaçla kullanılan teknolojilerden biri sismik görüntüleme yöntemi. Bu yöntemde nükleer silah denemeleri sırasında açığa çıkan enerji nedeniyle yeraltında oluşan sismik dalgalar tespit ediliyor. Bu ölçümler dünya genelinde kurulu 150'den fazla istasyonda yapılıyor.

Tespit edilen sismik dalgaların kaynağının nükleer denemeler olup olmadığını belirleyebilmek için

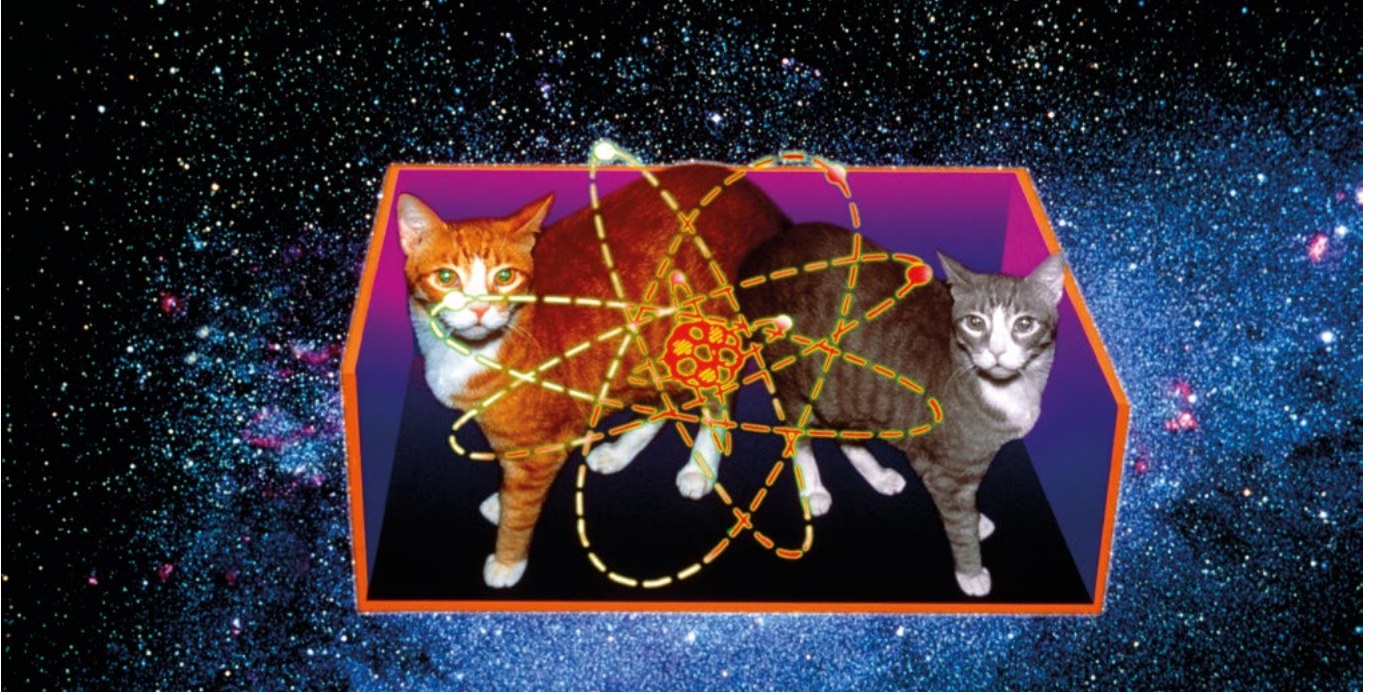
(örneğin depremler de sismik dalgalar oluşturur) dalgaların özellikleri inceleniyor. Sismik dalgaların farklı türleri vardır. Ortaya çıkan bu dalga türlerinin güçleri ve yoğunluk oranları kaynağına bağlı olarak değişir. Bu farklılıklardan yararlanarak sismik dalgaların kaynağı belirlenebilir.

Nükleer denemelerin takibinde kullanılan diğer bir yöntem suda yayılan ses dalgalarının ölçülmesidir. Ses dalgaları suda uzun mesafeler boyunca yayılabilirdiği için, suyun altında ve atmosferin okyanuslara yakın alt katmanlarında yapılan nükleer denemeler bu yöntemle belirlenebilir. Bütün depremlerin yaklaşık %70'i suyun altında gerçekleşse de depremler su altında güçlü ses dalgaları oluşturmaz.

Nükleer denemelerin tespitinde kullanılan yöntemlerden biri de insanların algılayabileceğinden çok daha düşük frekanslardaki ses dalgalarının ölçülmesidir. Bu frekanslardaki ses dalgaları, atmosferdeki parçacıklarla daha az etkileştiği için, havada daha uzun mesafeler boyunca ilerleyebilir. Bu nedenle atmosferde gerçekleştirilen nükleer denemelerin tespitinde kullanılabilirler.

Zincirleme çekirdek tepkimeleri sonucu oluşan radyoaktif maddeler nükleer denemelerin tespitinde sıkça kullanılır. Katı ya da gaz halde bulunabilen bu maddeler atmosferde çok uzak mesafeler boyunca taşınabilir. Çok derinlerde gerçekleştirilmeyen yeraltı ve sualtı denemeleri de bu yöntemle tespit edilebilir.

Yerin ve suyun altında gerçekleştirilen ancak radyoaktif maddelerin yerin yüzeyine ulaşmadığı nükleer denemelerin tespitinde patlama sonucu açığa çıkan soygazlar kullanılır. Soygazlar yeraltındaki kayalarla etkileşmediği için yerin yüzeyine ulaşabilir ve patlama bölgesinden binlerce kilometre uzakta bile tespit edilebilirler.



Paralel Evrenler Nedir?

Mahir E. Ocak

Paralel evrenler, kuantum mekaniğinin çoklu dünyalar yorumuyla ilgili bir kavramdır. Tam olarak açıklanabilmesi için öncelikle kuantum mekaniğinin standart yorumu ve çoklu dünyalar yorumu arasındaki farkların ele alınması gerekir.

Kuantum mekaniğinin temelinde dalga fonksiyonu olarak adlandırılan bir fonksiyon ve Schrödinger denklemi vardır. Dalga fonksiyonu, sistemin durumunu temsil eder ve sistemin özellikleri hakkında bilgi verir. Schrödinger denkleminde dalga fonksiyonunun zamanla değişimini belirler. Dalga fonksiyonunun herhangi bir andaki durumu biliniyorsa Schrödinger denklemini kullanarak gelecekteki ya da geçmişteki durumlarını hesaplamak mümkündür. Ancak klasik mekaniğin aksine kuantum mekaniği, sistem üzerinde yapılan ölçümlerin sonuçlarının ne olacağını kesin olarak söylemez. Dalga fonksiyonu, sistem üzerinde yapılacak ölçümler sonucunda elde edilebilecek çeşitli sonuçların ne olduğunu ve bu sonuçların hangi olasılıklarla elde edileceğini söyler. Örneğin kuantum mekaniğini kullanarak bir ölçümün sonucu için iki ayrı ihtimal olduğunu ve bu ihtimallerin gerçekleşme olasılığının 0,4 ile 0,6 olduğunu hesaplayabilirsiniz. Çok sayıda özdeş sistem üzerinde ölçümler yaparak bu hesaplar doğrulanabilir.

Kuantum mekaniğinin çoklu dünyalar yorumunun yaygın olarak kabul gören Kopenhag yorumundan hangi açılardan farklı olduğunu anlamak için Schrödinger'in kedisi düşünce deneyini ele alalım. Bu düşünce deneyinde bir kedi kapalı bir kutunun içine konulur. Kutunun içinde radyoaktif bir madde ve bu radyoak-

tif maddenin ışımaya yapması durumunda çalışacak bir zehirlenme mekanizması vardır. Bir süre beklendikten sonra kutunun kapağı açılır ve kedinin canlı mı yoksa ölü mü olduğuna bakılır. Eğer radyoaktif madde ışımaya yapmışsa kedinin ölü olduğu, ışımaya yapmamışsa kedinin canlı olduğu görülecektir. Kuantum mekaniği kullanılarak bu iki ihtimalin hangi olasılıkla ortaya çıkacağı hesaplanabilir. Örneğin dalga fonksiyonunun kedinin %50 olasılıkla canlı, %50 olasılıkla ölü olduğunu söylediği durumu ele alalım. Eğer Schrödinger'in kedisi deneyi 100 kez tekrarlanırsa kedi 50 kez canlı olarak, 50 kez de ölü olarak bulunacaktır. Peki, bu deneyi nasıl yorumlamak gerekir? Gerçekte olup biten nedir?

Kopenhag yorumuna göre kedinin canlı ya da ölü olmasına sebep olan şey ölçümdür. Kutunun kapağı açılmadan önce kedi ne tam olarak canlıdır ne de tam olarak ölüdür. Bu yoruma göre dalga fonksiyonu ölçüm anında elde edilen sonuca karşılık gelen duruma "çöker". Örneğin kedinin canlı olduğu bulunmuşsa dalga fonksiyonu "canlı" durumuna çökmüştür. Yakın gelecekte aynı sistem üzerinde yapılacak ikinci bir ölçümün "ölü" sonucunu verme ihtimali ortadan kalkmıştır.

Kopenhag yorumunun en önemli özelliği, Schrödinger denklemi kullanılarak yapılan deterministik hesapların ölçüm anında kesintiye uğramasıdır. Ölçüm sonuçları olasılığa dayalı olduğu için ölçümden önceki dalga fonksiyonu kullanılarak ölçümden sonraki dalga fonksiyonu hesaplanamaz. Ölçümden önceki deterministik hesaplarla ölçümden sonraki deterministik hesapları birbirine bağlamanın bir yolu yoktur.

Çoklu dünyalar yorumuna göreyse Schrödinger'in kedisi deneyinde olup biten çok daha farklıdır. Bu yorumda dalga fonksiyonu çökmesi diye bir şey yoktur, ölçüm süreci bir ağacın dallara ayrılmasına benzetilir. Başlangıçta sadece bir dal (bir evren)

vardır ancak ölçüm süreci bu dalın kollara ayrılmasına (çok sayıda evren oluşmasına) sebep olur. Örneğin Schrödinger'in kedisi deneyinde ölçüm iki paralel evrenin oluşmasıyla sonuçlanır. Bu evrenlerden birinde kedi ölüdür, diğerindeyse diridir. Çoklu dünyalar yorumuna göre paralel evrenlerin her biri fiziksel gerçekliğe sahiptir ve aralarında bir iletişim olmayan bu paralel evrenler giderek farklılaşır.

Çoklu dünyalar yorumunun en önemli özelliği, gözlemciye atfedilen özel rolü ortadan kaldırmasıdır. Kuantum mekaniğiyle ilgili neredeyse tüm paradoksların (EPR paradoksu, Schrödinger'in kedisi paradoksu, dalga-parçacık ikililiği, ...) temelinde gözlemciye atfedilen özel rol olduğu için çoklu dünyalar yorumu tüm bu paradokslara bir çözüm getirir. Ayrıca bu yorumda dalga fonksiyonunun deterministik evrimi bir çökme ile kesintiye uğramaz. Gözlemci ve sistem bir bütündür, birbirlerinden ayrı olarak ele alınamazlar.

Çoklu dünyalar yorumunun bir diğer özelliği, Kopenhag yorumuna göre daha basit olmasıdır. Kopenhag yorumunda deneysel sonuçları açıklamak için deterministik süreçleri kesintiye uğratan çökme varsayımı yapılıyor ve gözlemciye özel bir rol veriliyor. Çoklu dünyalar yorumunda ise ne çökme varsayımı ne de gözlemcinin özel bir rolü var. Bu durum kuramı daha basit bir hale getiriyor.

Çoklu dünyalar yorumu 1957 yılında, o sıralar Princeton Üniversitesi'nde doktora öğrencisi olan Hugh Everett III tarafından geliştirilmişti. Ancak 1960'larda ve 1970'lerde Bryce DeWitt'in yaptığı çalışmalara kadar fizikçiler arasında fazla ilgi görmedi. Bugünse kuantum mekaniğinin en popüler yorumları arasında yer alıyor. Hatta çoklu dünyaların sadece bir yorum olarak değil, bir kuram olarak ele alınması gerektiğini düşünenler bile var. Ancak çoklu dünyalar yorumu aynı zamanda pek çok yönden eleştiriliyor da. Bu eleştirilerin en önemli sebebi, iddia edilen fikirleri deneyler yoluyla doğrulamanın ya da yanlışlamanın zor olması. Çoklu dünyalar yorumunun öne sürdüğü, aralarında iletişim olmayan paralel evrenlerin gerçekten var olup olmadığı nasıl test edilebilir? Everett kuantum mekaniği yanlışlanabilir bir kuram olduğu için çoklu dünyalar yorumunun da yanlışlanabilir olduğunu düşünüyordu. Daha sonraları çoklu dünyalar yorumu üzerine çalışmalar yapan bilim insanlarıysa çoklu dünyalar yorumunun doğruluğunu test etmek için deneyler öne sürdü. Ancak bu deneylerin tamamı henüz geliştirilememiş karmaşık teknolojilerin varlığını gerektiriyor.

