

# Fizikte Birleştirme Kuramları

## Klasik Alan Kuramları

### Elektromanyetizma

19. yüzyılda, fiziğin en önemli uğraş alanlarından olan elektrik ve manyetizmanın, aslında birbirleriyle doğrudan ilişkili olduğu James Clerk Maxwell'in çalışmalarıyla gün yüzüne çıktı. Maxwell, kendi adıyla anılan "Maxwell Denklemi"nde özeleştirel çalışmasında, elektrik ve manyetizma olgularını tek bir "elektromanyetizma" kuramında birleştirdi. Bu, aynı zamanda elektromanyetik dalganın da başlangıcı oldu.



J. Clerk Maxwell

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{D} &= \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\dot{\mathbf{B}} \\ \nabla \times \mathbf{H} &= \mathbf{j} + \dot{\mathbf{D}} \\ \nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \end{aligned}$$

### Kütleçekim Kuşveti

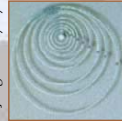
Kütleçekim, temel kuvvetler arasında en zayıf olanı. Ulaçık bir miktarlık bile, koskoca dünyanın çekim gücünü albederek, masamızın üzerindeki bir toplu iğneyi kaldirabiliyor. Buna karşın, en uzak enilim kuvveti. Dünyanın, Güneş'in, Samanyolu'nun, gökada kümesinin etkileşimini, kütleçekim yönetiyor. Düz (Euclides) geometrisinin geçerli olduğu eski Evren modelinde kütleçekimin etkileri, İngiliz matematikçi Isaac Newton kuramsallaştırdı. Oraya koyduğu yasalar, küçük ölçekte (Evren'in bu ölçekte düz görünme biçimi nedeniyle) geçerliliğini koruyor. Ama kütleçekimi çok daha başarılı biçimde açıklayan Alman matematikçi ve fizikçi Albert Einstein (1879-1955), Genel görelilik yasasıyla (1916) Einstein, kütleçekimin, uzay-zamanın eğiliğinden kaynaklanan bir eksi olduğunu kanıtladı. Bu kuvveti, henüz gözlenmemiş graviton adı bir parçacığın taşıdığı varsayılıyor. Evren'in başlangıcında birleşik dört kuvvetten ilk kopan, kütleçekimi. Bu nedenle dört kuvvetin yeniden özdeşleşmesi için neredeyse Büyük Patlama şiddetinde enerjiler gerekiyor.



A. Einstein

Kütleçekim, temel kuvvetler arasında en zayıf olanı. Ulaçık bir miktarlık bile, koskoca dünyanın çekim gücünü albederek, masamızın üzerindeki bir toplu iğneyi kaldirabiliyor. Buna karşın, en uzak enilim kuvveti. Dünyanın, Güneş'in, Samanyolu'nun, gökada kümesinin etkileşimini, kütleçekim yönetiyor. Düz (Euclides) geometrisinin geçerli olduğu eski Evren modelinde kütleçekimin etkileri, İngiliz matematikçi Isaac Newton kuramsallaştırdı. Oraya koyduğu yasalar, küçük ölçekte (Evren'in bu ölçekte düz görünme biçimi nedeniyle) geçerliliğini koruyor. Ama kütleçekimi çok daha başarılı biçimde açıklayan Alman matematikçi ve fizikçi Albert Einstein (1879-1955), Genel görelilik yasasıyla (1916) Einstein, kütleçekimin, uzay-zamanın eğiliğinden kaynaklanan bir eksi olduğunu kanıtladı. Bu kuvveti, henüz gözlenmemiş graviton adı bir parçacığın taşıdığı varsayılıyor. Evren'in başlangıcında birleşik dört kuvvetten ilk kopan, kütleçekimi. Bu nedenle dört kuvvetin yeniden özdeşleşmesi için neredeyse Büyük Patlama şiddetinde enerjiler gerekiyor.

Kütleçekim, temel kuvvetler arasında en zayıf olanı. Ulaçık bir miktarlık bile, koskoca dünyanın çekim gücünü albederek, masamızın üzerindeki bir toplu iğneyi kaldirabiliyor. Buna karşın, en uzak enilim kuvveti. Dünyanın, Güneş'in, Samanyolu'nun, gökada kümesinin etkileşimini, kütleçekim yönetiyor. Düz (Euclides) geometrisinin geçerli olduğu eski Evren modelinde kütleçekimin etkileri, İngiliz matematikçi Isaac Newton kuramsallaştırdı. Oraya koyduğu yasalar, küçük ölçekte (Evren'in bu ölçekte düz görünme biçimi nedeniyle) geçerliliğini koruyor. Ama kütleçekimi çok daha başarılı biçimde açıklayan Alman matematikçi ve fizikçi Albert Einstein (1879-1955), Genel görelilik yasasıyla (1916) Einstein, kütleçekimin, uzay-zamanın eğiliğinden kaynaklanan bir eksi olduğunu kanıtladı. Bu kuvveti, henüz gözlenmemiş graviton adı bir parçacığın taşıdığı varsayılıyor. Evren'in başlangıcında birleşik dört kuvvetten ilk kopan, kütleçekimi. Bu nedenle dört kuvvetin yeniden özdeşleşmesi için neredeyse Büyük Patlama şiddetinde enerjiler gerekiyor.



## Kuantumlu Alan Kuramları

### Şiddetli Çekirdek Kuşveti

Şiddetli çekirdek kuşveti, atom çekirdeği içinde nükleonları (protonlar ve nötronları) birarada tutan temel kuvvet. Nükleonların şiddetli etkileşiminde, mezon adı parçacık alışveriş olur. Kuramı geliştirenler, 1932 yılında nükleonların varlığını öne süreren Alman fizikçi Werner Heisenberg (1901-1976) ve mezonların varlığını ortaya koyan Japon fizikçi Hideki Yukawa (1907-1981).



W. Heisenberg

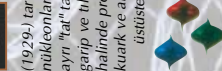


### QCD

Kuantum Renk Dinamiği (Quantum Chromodynamics-QCD), şiddetli etkileşimi, temel parçacıkların "renk" ve "tat"larıyla açıklıyor. Kuarklarla şiddetli kuvveti taşıyan gluonlar renk yüküne sahip. ABD'li fizikçi Murray Gell-Mann (1929-) tarafından 1972 yılında son biçimi verilen modelde göre nükleonlarla, mezonlar, üç "renk" (kırmızı, mavi ve yeşil) ve altı aynı "tat" taşıyan kuarktan oluşuyorlar. Kuarklar, yukarı ve aşağı, garip ve tuşmlı, alt ve üst diye ayrılıyor. Bunlar, üçlü gruplar halinde proton ve nötronları oluşturuyorlar. Mezonlar ise birer kuark ve antikuarından oluşuyor. Bu birleşimlerde, kuarkların "renk yükü" "sildinğinden" proton ve nötronlar renk yükleriyle şiddetli kuvveti taşıyorlar. Doğada gözlenen parçacıkların renk yükü taşımayacaklarını Japonya fizikçi Yoichiro Nambu (1921-) öne sürdü.



M. Gell-Mann



### QED

Maxwell'in kuramından sonra, elektromanyetik kuvvetle ilgili en önemli adımlar, etkileşimin daha başarılı bir model olan Kuantum Elektrodinamiği (Quantum Electrodynamics-QED), QED, kısaca, elektrik yükü parçacıklarla elektromanyetik alanın etkileşim kuramı, QED, Amerikalı fizikçiler Richard P. Feynman ile Julian S. Schwinger (1918-1994) ve Japon Shin'ichiro Tomonaga (1906-1999) tarafından 1940'ların sonunda tamamlandı. Işığın kuantum kuramı olarak da adlandırılan QED, elektromanyetik kuvveti taşıyan kütlelessiz fotonların, yukarı parçacıklarla etkileşmesini açıklıyor. Etkileşimlerdeki, foton alış-verişini Feynman diyagramlarıyla gösteriliyor.



J. S. Schwinger



R. P. Feynman



J. S. Schwinger



### Zayıf Çekirdek Kuşveti

Temel parçacıklar arasında etkili olan zayıf çekirdek kuvvetinin etkin olduğu aralık çok kısa. Kütleli kuark ve leptonların, daha hafif kuark ve leptonlara bozunmasından sorumlu bu kuvvetin taşıyıcı parçacıkları W ve Z bozonları. Zayıf kuvvet ayrıca leptonlar (elektronlar ve nötronlar) arasındaki tepkimeleri düzenliyor. Modelin oluşturulmasında Wolfgang Pauli'nin (1900-1958) 1932 tarihli nötrino kuramı ve İtalyan fizikçi Enrico Fermi'nin (1901-1954) 4-fermyonlu zayıf etkileşimler modeli.



W. Pauli



E. Fermi



### Büyük Birleşik Kuram

Büyük Birleşik Kuram (Grand Unified Theory - GUT), elektrozayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerini "GUT kuvveti"nin taşıyıcıları, W, Z bozonları, 8 gluon ve birleşimde ortaya çıkacağı hesaplanan X ve Y parçacıklarını, GUT kuvveti, 10<sup>16</sup> GeV gibi muazzam enerjiler istiyor. Fizikçiler, "büyük birleşik" birleşime enerjisini, parçacık hızlandırıcısının erimindeki 1 TeV düzeyine düşürmeyi umuyorlar. Önemli katkı yapanlar, Glasgow, Weinberg ve Türk fizikçi Feza Gürsey (1921-1992).



F. Gürsey

Büyük Birleşik Kuram (Grand Unified Theory - GUT), elektrozayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetlerini "GUT kuvveti"nin taşıyıcıları, W, Z bozonları, 8 gluon ve birleşimde ortaya çıkacağı hesaplanan X ve Y parçacıklarını, GUT kuvveti, 10<sup>16</sup> GeV gibi muazzam enerjiler istiyor. Fizikçiler, "büyük birleşik" birleşime enerjisini, parçacık hızlandırıcısının erimindeki 1 TeV düzeyine düşürmeyi umuyorlar. Önemli katkı yapanlar, Glasgow, Weinberg ve Türk fizikçi Feza Gürsey (1921-1992).



## Herşeyin Kuramı

### Sicim Kuramı

Sicim kuramı, dört temel kuvveti özdeşleştirmede, başarılı bir kuram. Parçacıklar, standart modelde uzay-zamanda ayrık "noktalar" halinde tanımlanıyor. Oysa sicim kuramı, tüm parçacıkları, sürekli titreşim içinde bulunan bir gövle sicim olarak betimliyor. Sicim değişik titreşimleri, değişik madde ve kuvvet parçacıklarına karşılık geliyor. Bilmen her parçacığın bir "süper karıştı" olduğunu, varsayan süperstring modelini de içeren süperstring kuramı, dört kuvveti özdeşleştiren en başarılı kuram. Yalnız bu, bildiğimiz dört boyuta (üç uzay ve bir zaman boyutu) ek olarak 6 uzay



E. Witten



boyutu daha genişletiyor. 10<sup>19</sup> GeV gibi erişilemez olanaksız enerji düzeylerinde birleşme sağlayacak sicim modellerinde en önemli kâkullarda bulunanlardan birisi Amerikalı fizikçi Edward Witten (1949-).