

Konu: **Bilim**

Yazı: **29**

En Genel Durum Enerjisi

Doç. Dr. Haluk Berkmen

Örgü-alan ile ilgili ulaştığımız sonuçları topluca özetlemekte yarar var kanısındayım. Çünkü bundan sonrası biraz daha derin konular içeriyor. Örgü alan her yöne doğru yayılan bir yapı olup düğüm noktalarından oluşur. Nesnelere bu örgü alanın içinde değildirler. Onlar örgü alanın **kendisidirler**. Yani, örgü-alan belli bir bölgede sıkışıp düğümlerin yoğunluğu arttığında "nesne" oluşur. Nesne bir dalga paketidir. Tek bir dalga değildir. Dolayısıyla her nesne, en küçükten en büyüğe kadar, **dalgasal bir sistemdir**.

Burada "dalga paketi" ile "sistem" sözcüklerini aynı anlamda kullanıyorum. Yani, tek parçacık fikrinden vazgeçip "düğümlerden oluşmuş bir sistem" kavramına geçmek gerektiği görüşündeyim. Her düğümler küçük yaylar gibi titreşir. Eğer örgü-alanın düzgün bir bölgesinde isek o bölgeye "boşluk" veya "vakum" demektediriz. Ancak boşluk veya vakum denilen bölge dahi enerjiden yoksun değildir. Çünkü her titreşen düğüm noktası enerji içermektedir.

Titreşen yayların enerjilerine "potansiyel enerji" veya "**durum enerjisi**" diyoruz. Yaylar (düğümler) vakum bölgesinde küçük titreşimler yaparlar. Bu bakımdan vakum titreşimleri hiçbir şekilde sifıra eşit olamazlar. Bu titreşimler doğal olarak karmaşa yaratırlar. Karmaşanın oluşması için gerekli dış etki Takyon evrenden gelir. Karmaşa oluştuğunda düğümlerde yerel olarak bir miktar yoğunluk artışı belirir. Bu yoğunluk artışı iki farklı durum ile sonuçlanabilir.

Bu iki farklı durumdan biri yoğunluğun dağılması ve düğümlerin eski hallerine dönerek tekrar zayıf titreşim hareketlerine devam etmeleri ile sonuçlanır. Bu sonuç, simetrisinin geri gelmesi olarak da tanımlanabilir. Çünkü vakum durumunda tam bir simetri vardır. Her titreşen küçük yay diğer her yay ile aynıdır ve bu bakımdan birbirlerinden ayırt edilemezler.

İkinci durum yoğunluğun artarak çoğalması ve yayların daha çok gerilmeleri sonucu durum enerjisinin yerel olarak birikmesi durumudur. Böylece belli bir örgü-alan bölgesi vakumdan farklı bir yapıya ulaşır. Eğer bu yapı dağılmayıp varlığını sürdürürse o bölgede "parçacık" adını verdiğimiz belirgin bir dalga paketi meydana gelir. Bu yeni durumda artık simetri aniden kırılmıştır.

Simetri kırılımını alttaki şekilde görmekteyiz. Şapkanın tepesinde oturan küçük adam kararsız denge durumundadır. Oradan herhangi bir yönde aşağı doğru kayabilir. Bulduğu noktada her yön eşit olduğundan tam bir simetri söz konusudur. Hangi yana baksın aynı görüntü ile karşılaşacaktır. Tepeden kayıp şapkanın alt bölümüne geldiğinde, simetri kırılmış olur. Çünkü şapkanın alt kısmında etrafına baktığında ardında tepe gibi yükselen bir bölge görecektir, aynı tepeden karşıya baktığında görmeyecektir.



Bu durum **Harmonik Osilatör**ün enerji seviyelerine benzer (Bkz. **28-Kritik Noktada Dönüşüm**). Tepedeki küçük adamın potansiyel enerjisi alttaki küçük adamdan fazladır. Altındaki adam taban enerjisine ulaşmış olsa da hâlâ kendi yerinde hareket etme yetisini korumaktadır. Bu durum bir yay titreşimine benzer. Her parçacık bir "yay sistemi" olduğundan küçük yay enerjilerinin toplamı da parçacığın enerjisini oluşturur.

Tek bir klasik yayın durum enerjisini $V(x) = kx^2/2$ şeklinde tanımlanır. Bu potansiyel durum enerjisini uzun polinom seri açılımının üçüncü terimi olarak düşünebiliriz. Bu seride $a_0 = a_1 = 0$ olmakta, a_2 ise $k/2$ olmaktadır. Serinin en genel hali ise,

$$V(z) = a_0 z^0 + a_1 z^1 + a_2 z^2 + a_3 z^3 + a_4 z^4 + a_5 z^5 + \dots$$

şeklinde bir sonsuz seridir. Bu serinin bazı a sabitleri sıfıra eşittir bazıları değildir. Örneğin, $n > 4$ için tüm a_n ler sıfıra eşittir dersek, seriyi ilk 5 terimle kısıtlamış oluruz. Dolayısıyla a sabitlerini belirlemeden $V(z) = \sum a_n z^n$ şeklinde yazabiliriz. Burada n tamsayıları üzerinden bir toplam söz konusudur ve \sum işareti toplamı belirtmektedir. Böylece, üstteki uzun seriyi kısa olarak belirtmiş olduk.

$$e^x = 1 + x + x^2/2! + x^3/3! + x^4/4! + \dots$$

Üstte ise exponansiyel fonksiyonun açılımını görüyoruz. $V(z)$ serisi ile e^x serisi arasındaki benzerlikten faydalanarak $V(z)$ potansiyelini

$$V(z) = a_n e^{iz_n} = a_0 e^{iz_0} + a_1 e^{iz_1} + a_2 e^{iz_2} + a_3 e^{iz_3} + \dots$$

şeklinde seri olarak belirtebiliriz. Eğer daha da genel hale getirmek istersek bir de \mathbf{b}_n parametresi katarak durum enerjisini:

$$\mathbf{V}(\mathbf{z}) = \sum \mathbf{a}_n \mathbf{e}^{i\mathbf{z}\mathbf{b}_n}$$

şeklinde n tamsayıları üzerinden bir toplam olarak ifade edebiliriz. Böylece her türlü oluşuma açık ve üstelik gerçel ile sanal terimler içeren bir durum enerjisi oluşmuş olur. Bu durum enerjisi hakkında gelecek yazıda daha ayrıntılı bilgi vereceğim.