Ne Kadar Küçük!

Dünyamızın dışındaki sonsuz evreni "makrokozmos" olarak niteleyen Dr. Tekin Özbek, ne kadar küçüğe kadar uzandığını bilemediğimiz için yine "sonsuz" olabileceğini söylediği küçük evrene "mikrokozmos" demişti.

Bu konu üzerinde yapmış olduğu sınırlı çalışmalardan yararlandım ama yetmedi; yalnız başıma kaldım. Bazısı doğrudan ve gerçekten de bilimsel, bazısı bilimsel olma savındaki konuları inceleyen birçok kitap okudum. Notlar aldım. Sonra bunlardan bir derleme çıkardım.

Mikrokozmos Üzerine Bir İnceleme

Güncel yaşamda karşılaştığımız nesnelerin çoğu heterojen bir nitelik taşır.

Sözlük anlamı bakımından heterojen, "ayrı cinsten" demekse de doğa bilimlerinde tanımı "farklı cinsten olan nesnelerden oluşmuş" biçiminde yapılır.

Özellikle bünyesinde karbon bileşimi olan, bu nedenle **"organik madde"** olarak anılan, fiziksel bakımdan heterojen nesneler, kolayca kendilerinden daha küçük parçalara ayrılabilir.

Bu parçalardan birçoğu birbirlerinden farklı özellikler gösterir. Örneğin süt, içinde küçük yağ zerreleri olan beyazımsı bir sıvıdır. Toprak, değişik kimyasal bileşikleri olan birçok maddenin karışımıdır. Her birinin içerdiği nesnelerden birçoğunun ayrılması için bir kimyasal işlem gerekmez.

Heterojen bir nesnenin içyapısına bakılınca, "homojen" denilen ve her yerinde aynı özellikleri gösteren parçalar görülür. Örneğin bir bakır tel parçası, toz ve duman zerreciklerinden arınmış hava, bir bardak içme suyu homojen gibi görünür. Çünkü ayrılabilen tüm parçaları fiziksel bakımdan aynı özellikleri taşır.

Ancak kendilerinden daha küçük parçacıklara ayrılacak olursa, tümünün tıpatıp aynı özellikleri taşımadığı görülür.

Bu durum, "homojen" dediğimiz kavramın göreli olduğunu gösterir.

Herhangi bir şeyin heterojen olduğu söylenirse, gerekçesini göstermek kolaydır. Oysa bir nesne homojen olarak nitelendiğinde, bunun neye ya da hangi ölçüte dayandığını da belirtmek gerekir. Başta kabul edilen ölçüt farklıysa, birinin homojen olarak nitelediği bir nesne, bir başkasına göre hiç de öyle olmayabilir.

Homojenliğin göreli oluşu hiç de yeni bir bulgu değildir.

Bu kuşkuyu Antik Yunan bilgini **Demokritos** daha M.Ö. 4. yüzyıl başlarında ortaya koymuştur. Kendinden daha küçük parçalara bölünmesi olanaksız bir nesneye ATOM adını koyan da odur. Nitekim Yunancada "atomos", bölünemez anlamına gelir

Gerçi bugün atomun bölünebildiğini çok iyi biliyoruz ama o tarihlerde bu kadarını bile kutlamak gerekir.

İlkel Atom Kuramı

Demokritos'a göre, her nesne, ne kadar homojen görünürse görünsün birbirinden ayrı ve çok sayıda parçacıktan yapılmıştır.

Bölünmez olan atomlar, çeşitli nesnelerde çeşitli sayılarda yer alır. Nitelik farkları yalnızca görünüştedir.

Örneğin "ateş atomları" ile "su atomları" aslında farklı değildir. Farklı sayıda bir arada bulunuşlarından ötürü "ateş" ve "su" diye iki ayrı temel nesne oluşur.

Dört temel nesne vardır: "Ateş", "su", "hava" ve "taş". (Buna daha önce de değinmiştik.) Tüm evren, değişik biçimler almış olan fakat aslında birbirinin aynısı olan atomlardan oluşur.

Demokritos'un çağdaşı sayılabilecek **Empedokles** ise biraz daha ileri gitmiş, tüm nesneleri oluşturan "dört öğe"nin her birinin atomlarının ayrı ayrı olduğunu ileri sürmüştür. Ona göre, bunlar farklı oranlarda birleşince nesnelerin çeşitliliği oluşur. Toprak, taş ve su atomlarının sıkı sıkıya kaynaşmış olduğu bir karışımdır. Taş ve su atomlarıyla Güneş'ten gelen ateş atomları birleşince, karmaşık dokulu "odun maddesi" ortaya çıkar. Ağaçta bol olan su atomları, odun kuruduğu zaman ayrılır, yandığı zaman ise ateş atomları alev haline gelerek uzaklaşır.

Doğanın gözlemlenmesiyle elde edilen bu bilgilerin aslında bir evrensel yasaya bağlı olduklarının sezildiği, buna ilişkin birtakım varsayımların ortaya atıldığı bu döneme **"bilimin emekleme çağı"** denebilir. O tarihlerde "apaçık bir gerçek" sanılmış bu ve benzeri açıklamaların aslında yanlış olduğu çok sonraki tarihlerde, bilimin ilerlemesiyle anlaşılabilmiştir.

Antik Genel Maden Kuramı

Doğayı oluşturan temel maddelerin (elementlerin) dört adet olduğu varsayımının sonuçlarından biri olarak ortaya konmuş olan bu kurama göre madenler, taş ve ateş atomlarının farklı oranda birleşiminden oluşur. Örneğin altın da bakırdan daha çok ateş içerir.

Özellikle bakıra daha çok ateş atomu katıp altına dönüştürebilmek için ömürler tüketilmiştir. Bu işe girişenlere "alşimist" (simyacı) denmiştir.

Bu uğraşı yüzyıllar boyunca sürmüştür. Ancak sonraki çağların alşimistleri (simyacılar) bu uğraşıyı bir de felsefeye bağlamış, madenleri dönüştürmek çalışmasının gerisinde insanı yetkinleştirmeyi hedeflemişlerdir.

Aslında o zamanki sınırlı bilimsel birikim ile doğruluğuna güvenilen bilgilere dayanılarak yapılmış olan bu iş yanlıştır ama çağımızda bir kimya uzmanının "sentetik kauçuk" yapmak üzere farklı bir yöntem geliştirmeye girişmesi kadar akla yatkındır.

Fakat bir olayın "akla yatkın" oluşu, gerçeklerin bulunması bakımından yeterli değildir. Yanlışlık buradadır. Bilimsel yöntem gereklidir. Eskilerin yanıldığı nokta, birbirinden ayrı olan elementleri bir bileşim, bazı bileşimleri ise tek bir element sanmış olmalarıdır.

Ancak şunu da teslim edelim: Eski bilginlerin, maddenin içyapısı ve kimyasal dönüşümlerin niteliklerine ilişkin düşünceleri, işin aslı ya da temeli bakımından doğrudur. Yanılgıları, doğadaki elementleri yeterince belirleyememiş, temel öğeleri yanlış tanımış olmalarından ötürüdür.

Elementler ve Atomlar

Yeryüzünde bilinen doğal elementlerin bugün için bilinen sayısı 94'tür. Bunlardan bol bol bulunanları vardır. Bazıları pek enderdir. Yakın çağın bilimsel başarılarıyla 20 kadar yapay element oluşturulmuştur. Bunların sayısı giderek artırılmaktadır.

Doğal elementler, çeşitli oran ve biçimlerde birleşerek sayısız kimyasal bileşim oluşturur. Bunlardan her birinin aynı nitelikleri taşıyan parçacıkları, bilimin varmış olduğu aşama uyarınca bir başka sözcük kullanılması daha uygun düşerse de ATOM olarak anılmaktadır. Fiziksel bakımdan homojen sayılan, ancak kimyasal işlemle atomlarına bölünebilen bir parçacığa ise "molekül" denmiştir.

Atomun Boyutları

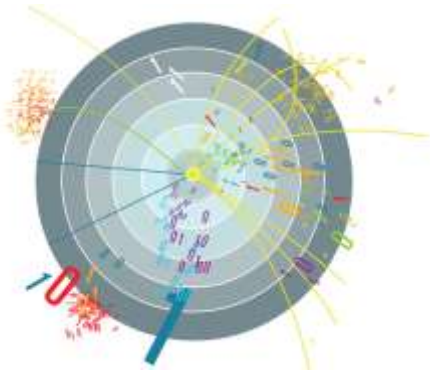
Atomların ve moleküllerin boyutları ölçülebilir. Bu pek zor bir iş değildir. Bunun için yaklaşık sonuçlar veren pratik yöntemler vardır. Elinde hiçbir özel gereç bulunmayan bir kişi bile yöntemini titizlikle uygularsa bunu yapabilir.

Ancak her pratik yöntemin de belirli bir "uygulanabilirlik alanı" vardır. Pratik yöntem, bu alanın dışında geçersiz kalır. Herhangi bir elementin atomunun boyutunu yaklaşık olarak ölçebilmek için uygulanan bir pratik yöntemle, bir başka elementin atomunun boyu ölçülemeyebilir.

Nasıl makrokozmosta uzay kütleleri arasındaki uzaklıklar akıllara durgunluk verecek büyüklükteyse mikrokozmosta da atomların kapladığı hacimler öylesine küçüktür.

Kolayca uygulanabilir bir pratik yöntem ile bir yağ molekülünün çapının bir milimetrenin milyonda biri kadar olduğu bulunur.

Bu molekül birçok atomdan oluştuğuna göre, atomun çapı çok daha küçüktür. Yaklaşık olarak bir milimetrenin on milyonda biri olduğu söylenebilir.



Kozmosların Sınırı

"Neye makrokozmos neye mikrokozmos denir?.. Sınır neresidir?"

Bu soruyu benim gibi çok kişi sormuş. Ben kesin bir yanıt verme olanağını bulamadım. Başkaları da verememiş. Ancak göreli bir yanıt verilebileceğini gördüm. Bunu yaparken de kabul edilen ölçütün ne olduğunu belirlemek gerektiğini kavradım.

Yanıtı merak edilen sorulardan biri de "Makrokozmos ile mikrokozmosa oranla insanın yeri neresidir?" olsa gerektir. Eğer bu soruya "yaklaşık olarak ortalarda bir yerde" diye yanıt verilirse, çağdaş bilimsel verilere göre pek de büyük bir yanılgıya düşülmez. Çünkü bir yıldızın bize göre uzaklığı ile insanın atoma göre büyüklüğü hemen hemen aynı orandadır.

Uzayın sonlu mu sonsuz mu olduğu bilinemediğinden, makrokozmos söz konusu olunca uzaklıklar için "sonsuzcasına büyük" terimi kullanılabilir. Mikrokozmosa gelindiğinde ise, "sonsuzcasına küçük" diye bir şey geçerli olamaz.

Çoğunlukla kabul edilen ölçüte bakılacak olursa, insan makrokozmosta kalıyor. Şu gerekçeyle ki, ancak atom ve onun altı mikrokozmos sayılıyor.

Madem öyle, şu hâlde biz atomun nasıl bir şey olduğuna bakalım.

Atomun İç Yapısı

İnsan, maddî dünyada kesin olarak ancak gözünün gördüğüne inanır. Bu yargı, bilimsel yöntemle yapılmış olan psikolojik araştırmaların sonucunda belirlenmiştir. Dolayısıyla insan makrokozmosta uzayın derinliklerindeki kütlelerin varlığına inanmakta zorlanırsa da eninde sonunda bunu kabul eder. Fakat ondan atom gibi ve ondan da öte, çok küçük madde parçacıklarının varlığına inanması istenemez. Bunun için KANIT gerekir.

Ünlü İngiliz fizikçisi W. H. Bragg, özel uzmanlık alanı olan kristalografi üzerinde çalışırken, çeşitli kristallerdeki atom ve moleküllerin resminin çekilebilmesi için bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemle elde edilen somut sonuçlar, atom ve moleküllerin "var" olduğunu gösteren inandırıcı delillerdir.

Herhangi bir nesnenin fotoğrafı çekilirken, kullanılacak ışığın dalga uzunluğu, resmi çekilecek olan nesneden daha küçük olmalıdır. Bunun gerekçesi, ayrıntılı bilimsel açıklamalar yerine şöyle bir benzetme yapılarak verilebilir: "Badana fırçasıyla bir minyatür resim yapılamaz."

Mikroskopla rahatça görülebilen bakterilerin net fotoğrafını çekmek için mor ötesi (ultraviyole) ışınlar kullanılır. Fakat atomlar ve moleküller arasındaki uzaklık öylesine küçüktür ki, bu yetmez. Röntgen ışınlarına geçmek gerekir. Röntgen ışınları ise birçok cisimden hemen hiçbir kırılmaya uğramadan rahatça geçtiği için uzun yıllar boyunca bunların fotoğraf çekmekte kullanılamayacağı sanılmıştır. Ancak Bragg, akıllıca denilebilecek bir uygulamaya girişerek, bunun yapılabileceğini göstermiştir. Onun önermiş olduğu yöntem biraz geliştirilince, karmaşık yapısı olan moleküllerin atomları, yaklaşık 200 milyon kez büyütülmüş olarak görülebilmiştir.

Demokritos atoma "bölünemez" anlamına gelen adı takarken, bu parçacıkların maddenin bölünmesinde varılabilecek son aşama olduğunu sanıyordu. Ona göre atomlar tüm nesnelerin en basit ve en küçük yapısal öğesiydi. Sonsuz sayıda olan bu öğeler yok edilemezdi.

Bu kurama en ağır eleştiriyi yönelten kişi Aristoteles oldu. Eleştirisi bilimsel değildi ama "mantıksal" bir nitelik taşıyordu.

Katolik Kilisesi, ilkelerini "Aristoteles Mantığı" üzerine kurmuş olduğu için, 15. yüzyıla dek atom kuramına dokunmadı. Ancak neredeyse bin yıla yakın bir süre, Batıda ilerlemesi durdurulmuş olan bilim yeniden canlanmaya başlayıp atom kuramını da kurcalamaya girişince, Kilise, Aristoteles Mantığı ile ters düşen bir düşünceyi kökünden yasakladı.

Ne var ki, artık olan olmuş, Rönesans hemen her alanda etkisini göstermeye başlamıştı. Bu durumda, otoritesi tartışılamaz bir egemen güç yasaklamış olsa bile bilim insanları ne makrokozmosu ne de mikrokozmosu ilgi ve araştırma alanları dışında bırakabilirdi. Her ikisini de iyice didikliyorlardı.

17. yüzyılda René Descartes ile Robert Boyle, varlığın yapısında maddî bir temel öğe bulunduğu düşüncesini yeniden canlandırdılar. Bu tam anlamıyla "bilimsel" sayılamazdı. Atom kavramı, önceleri felsefî bir düşünce olarak benimsendi; sonra bilime sokulup maddî bir varlık olarak kabul edildi.

Bunun ardından doğadaki atom türlerinin sayısının elliden çok olduğu ortaya kondu. Sonraki bilimsel araştırmalarla birçokları daha keşfedildi.

***

Bu gelişmeler, 20. yüzyıla gelininceye dek "atomun bölünmezliği" inancını değiştirmedi. Çeşitli elementlerin atomlarının farklı özellikleri, bunların geometrik şekillerinin farklı oluşuna bağlanıyordu.

Örneğin oksijen atomu "ortası delik bir halka" biçiminde, hidrojen atomu ise "küresel" ve oksijenden hayli küçük olarak tasarlanıyordu. Su molekülünün iki hidrojen ve bir oksijen atomundan oluştuğu (H_2O) biliniyor, oluşumu şöyle açıklanıyordu: "Hidrojen atomunun çapı, oksijen atomunun deliğinin çapından biraz daha büyüktür. Bu nedenle oksijen atomunun içinden geçip gidemez. Oksijenin her iki yanına birer hidrojen atomu karşılıklı olarak yerleşince bir su molekülü oluşur."



"Sudkostik" olarak da anılan sodyum hidroksitin (NaOH) çok daha tutarlı bir nesne oluşunun açıklanışı da ilginçtir: "Sodyum atomu bir elipsoit biçimindedir. Bu nedenle su molekülündeki hidrojen atomlarından birini kolayca itip oksijen atomunun deliğine daha sağlam bir biçimde yerleşir."

Öyle deniyordu.

Atomun özelliklerini birtakım geometrik şekillere dayanarak açıklama çabası, konu ilkel boyutta kaldığı sürece iyi gidiyordu. İş hayli karmaşık kimyasal bileşiklerin açıklanmasına gelince çıkmaza saplandı. Atomların değişik geometrik şekillerde basit parçacıklar olmadığı, her birinin ayrı ayrı devinim içindeki birçok parçacıktan oluştuğu düşünüldü.

Bu hipotez, atomun içyapısının nasıl olduğunun kavranabilmesine yaradı. İngiliz fizikçi J. J. Thomson, çeşitli elementlerin atomlarında elektriksel çekim gücü ile bir arada duran bölümler bulunduğunu göstermeyi başardı.

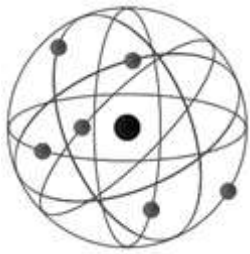
Thomson'un geliştirdiği modele göre, her atom, içinde çok sayıda negatif yüklü parçacıklar yüzen, hemen hemen eşit ölçüde dağılmış bir pozitif elektrik yüküdür. **"Elektron"** adı verilen negatif yüklerin toplamı, pozitif yüklere eşittir. Bir atom, bir bütün olarak elektriksel bakımdan "yüksüz" yani "nötr" olur.

Elektronların atomun tümüne bağı hayli gevşektir. Bunlardan biri ya da birkaçı her an atom birliğinden ayrılabilir. Bu durumda geriye pozitif yüklü bir atom artığı kalır; buna "pozitif iyon" denir. Bunun tersi de söz konusu olabilir. Bazı atomlar dışarıdan elektron kapabilir. Bu durumda ortaya negatif elektrik yükü fazlalığı çıkar. Böyle bir atoma da "negatif iyon" denir.

Thomson, bir elektronun kütlesinin bir hidrojen atomunun kütlesinden 1840 kere daha küçük olduğunu hesapladı. Atomun gövdesinin hemen tamamına yakın asıl bölümünün pozitif yüklü bölüm olduğunu ortaya koydu.

Bu varsayımı günümüzdeki bilgilerle karşılaştırırsak, "ağırlık" bakımından doğruya yakın ama "hacim" bakımından yanlış olduğunu söyleyebiliriz.

1911 yılında İskoç asıllı Ernest Rutherford, Thomson'un düştüğü yanılgıyı büyük ölçüde gideren bir adım atılmasını sağladı. Ona göre, atomun pozitif yükü kütlesinin en büyük bölümü, tam ortasında bulunan **"çekirdek"**te toplanmıştır. Elektronlar tüm atomdan yaklaşık bin kez daha küçük olan çekirdeğin çevresini kuşatır. Güneş Sistemi'nde olduğu gibi, elektronlar da atom çekirdeğinin çevresinde birer çember ya da elips biçiminde yörüngeler üzerinde sürekli devinim içindedir.



Rutherford'un görüşü, elementlerin birbirlerinden farklı oluşunun nedenini açıkladı. Bu fark, öncelikle her elementin atomunda çekirdek çevresindeki elektronların sayısının değişik oluşundan ileri gelir. Atom, bir bütün olarak elektrik yükü taşımayıp "nötr" olduğu için, elektron sayısının çekirdekteki pozitif yüklere eşit olması gerekir.

Ünlü Rus kimyacı D. I. Mendeleyev, elementler doğal sıraya konulursa kimyasal özellikleri bakımından bir "kendini yineleme" yani "dönemlilik" sergilediğini saptamıştı.

İlk dönem ya da "periyot" yalnızca iki element içerir. Bu bilgi Rutherford'un bulgularıyla bütünleştirildiğinde şöyle bir sonuca varıldı:

"Bir çekirdeğin çevresindeki en yakın elektron yörüngesi bölgesinde en çok iki elektron bulunabilir. Daha sonra en çok sekiz elektronun yer alabildiği ikinci bir yörünge bölgesi vardır. Üçüncü yörünge bölgesi de en çok sekiz elektron alabilir. Dördüncü ve sonraki bölgelerin her birinde 18 elektron bulunabilmektedir. Ancak sonlara yaklaşıldıkça uyumsuzluklar ya da istisnalar görülür."

Tüm bu bilgiler bir araya getirildiğinde, 20. yüzyılın ilk çeyreğinde atomun içyapısına ilişkin bir model benimsendi. Sıra, elektriksel etkileşim sonucunda kimyasal bileşiğin nasıl oluştuğunun anlaşılmasına gelmişti.

Kimyasal Bileşiğin Oluşması

En az iki element bir araya gelip kendi atomlarından oluşan özgün nesnelerden farklı özellikler taşıyan bir diğer nesne oluşturduklarında, bu yenisine "kimyasal bileşik" denir. Bu bir karışım değil, dönüşü olmayan yani atomların yeni baştan ayrılıp eski hallerine dönemeyeceği bambaşka bir oluşumdur.

Herhangi iki elementin bir kimyasal bileşik oluşturabilmesi için her ikisinin de en dıştaki elektron tabakasında ya bir eksiklik ya oda bir fazlalık olması gerekir. Her atom, elektron tabakalarını tam olarak doldurmak ister. Bu nedenle, dış tabakalarında tek bir elektron bulunan elementlerin atomları ile eksik elektron bulunan elementlerin atomları birbirleriyle çok kolay bileşik kurar.

Örneğin sodyum atomunun en dış tabakasında bir elektron, klor atomunun en dış tabakasında ise tek eksikli olmak üzere yedi elektron vardır.

Bu olgu, kimyada "sodyum klorür" olarak anılan, hemen her gün kullandığımız "tuz"un doğada bol bulunmasının nedenini açıklar. Sodyum, fazla olan bir elektronunu dışarı atıp bir "pozitif iyon" haline gelir. Klor ise elektron eksikliğini gidererek bir "negatif iyon" olur. Biri pozitif ve diğeri negatif yüklü olduğu için birbirlerini çeker, birbirlerine bağlanırlar. Böylece kimyasal bileşik oluşur.

Aynı biçimde, dış tabakasında iki elektron eksiği olan oksijen atomu iki hidrojen atomunun elektronlarını alır. Böylece su molekülü oluşur.

Oksijen atomları ile klor atomları ya da hidrojen atomlarıyla sodyum atomları birbirleriyle kimyasal bileşikler oluşturmaya hiç yanaşmaz.

Karbon atomunun dış tabakasında sekiz yerine dört elektron bulunduğu için, hem pozitif hem negatif iyonlar kurup çeşitli kimyasal bileşikler oluşturabilir. Bu nedenle karbon bileşiklerinin öncelikli bir yer tuttuğu **"organik kimya"** başlı başına bir uzmanlık alanı olarak gelişmiştir.

[Hani makrokozmosu konu aldığım önceki bölümde "sıkılırsanız, okumayın, geçin" demiştim ya! Onu bu bölümün bundan sonrası için öneremeyeceğim.]

Mikro Mekanik

Rutherford, bir atomun, merkezinde bir çekirdek ile bu çekirdeğin çevresinde belli yörüngeler üzerinde hızla dönen elektronlardan oluştuğunu ileri sürmüştü. Böyle olunca, bilinen astronomik kurallar ile çekim yasalarının atomun içinde aynen geçerli olması gerekirdi.

"Elektriksel çekim ile genel çekim arasındaki benzerlik, elektronların atomun çekirdeği çevresinde eliptik yörüngeler çizerek dönmekte olduklarını gösterir."

Böyle denmişti.

Fakat atomda bilimsel bakımdan sağlam bir elektron devinimi tablosu oluşturmak için yapılan tüm girişimler fiyasko ile sonuçlanıyordu. Elektronların, çekirdeğin çevresinde belirli bir yörüngede ve elektriksel çekim gücü yasalarına bağlı olarak dönmekte **olmadığı** anlaşılıyordu. Böyle bir model atomun yapısının ilkel düzeydeki anlatımının kolay olması için kullanılabilirdi belki ama belli ki, bilimsel bakımdan yanılgılıydı.

Bu konudaki güçlük ve karışıklık şuradan kaynaklanıyordu: Elektronlar elektrik enerjisi ile yüklüydü ama güneş çevresinde dönen gezegenlerin böyle bir yükü yoktu. Dolayısıyla, benzeştirme yanlıştı.

Dönen ya da herhangi bir titreşim yapan tüm elektrik yükleri, bu devinimleri sırasında elektromanyetik ışınlar biçiminde enerji yayınlar. Şu halde, elektronlar atom çekirdeğinin çevresinde dönerken elektromanyetik ışınlar doğması gerekir. Öyleyse, ışın yayınının neden olduğu enerji yitirilmesi nedeniyle elektronların devinimlerinin giderek yavaşlaması, çekirdeğin çekim gücünü karşılayamayınca yörüngelerinin spiralleşmesi, giderek çekirdeğe doğru inmeye başlamaları beklenir. Bir de elektronların bilinen elektrik yükleri ile dolanma frekansları göz önünde tutulursa, elektromanyetik ışın yaymakta oluşları nedeniyle tüm enerjilerini yitirip bir öğesi oldukları atomun çekirdeğinin üstüne düşmelidirler. Üstelik bu olay, saniyenin yüz binde biri gibi çok kısa bir süre içinde olmalıdır.

Demek oluyor ki, bilinen fizik yasalarına göre "gezegen sistemi benzeri" bir atom, daha doğar doğmaz anî bir ölümle karşılaşmak durumundadır.

Oysa öyle bir şey olmamaktadır. Atom çok kararlı olmayı sürdürmektedir. Elektronlar, enerji yitirmeden çekirdek çevresindeki etkinliklerini korumaktadır.

Şu halde anlatılanlar doğru değildir. Bu işte bir çelişki, gözden kaçan bir başka gerçek vardır.

Bunun keşfedilmesi uzun sürmedi.

Mekaniğin bildiğimiz yasa ve kuramları insanın algıları kapsamında bulunan nesneler için deney ve gözlem yoluyla bulunmuştur. Astronomi alanında atılmış adımlar, bu yasaların kocaman makrokozmos kütlelerinin devinimlerine uygunluğunu ortaya koymuştu.

Ancak o ölçülere göre olağan dışı küçük parçacıklar söz konusu olduğunda, klasik mekaniğin temel kavramları yürümemekteydi.

Bunun bir başka açıklaması olmalıydı.

Kuantum Fiziği

Klasik fiziğin yasaları ve kuralları, atom boyutunda yani mikrokozmosta geçerli değildir.

Nitekim atom sistemlerinin davranışları üzerinde yapılan ileri araştırmalarla ortaya çıkarılan kuantum fiziği ilkeleri, elektronların, klasik "yörünge" betimlemesini alt üst etmiştir.

Kuantum fiziğine göre, atomdaki elektronların "şurada" ya da "burada", belli bir yörünge çizerek devinimde olduklarını söylemek olanaksızdır. Sadece bir elektronun, belli genişlikteki bir kuşak içinde devinim gösterdiği söylenebilir.

Eğer çok güçlü bir mikroskopla elektronların devinimi gözlenebilseydi, bunların ışık dalgalarının etkisi altında düzensiz bir dolaşım içinde olduğu görülürdü. Elektronların devinimlerini kapsayan kuşağın genişliğinin "elektron yörüngesi" denilen alanın çapı kadar olduğu anlaşılırdı.

Demek ki, bir atomun neredeyse bütünü, içerdiği her bir elektronun "olasılık alanı"dır. Bir elektronun devinimi, sürekli bir eliptik çizgi ile değil, ancak bulunabileceği her yeri temsil eden noktacıklarla gösterilebilir.



Bu yeni fizik anlayışı, klasik mekaniğin "yörünge", "çekim", "hız", "belirli yer" gibi birçok kavramını, atomun içyapısında âdeta çöpe attı.

Böylece ortaya "kuantum fiziği" denilen yeni bir uzmanlık alanı çıktı. Bu yeni fizik dalının hızlı gelişimi, ışık kırınımı olaylarıyla uğraşan "dalga optiği" ile küçük parçacıkların devinimlerini inceleyen mikro mekanik arasında benzerlikler bulunduğunu da ortaya koydu.

İlkel Parçacıklar

Daha 1815 yılında, İngiliz kimyacı W. Prout "Tüm elementlerin atomları aslında hidrojen atomundan doğar." diye bir görüş ortaya atmıştı. 19. yüzyıl boyunca birçok kimyacı bunu desteklemiş ama hiçbiri kanıtlayamamıştı. Sonradan, bu görüş biraz değiştirilip "Tüm atomların çekirdekleri çeşitli sayıda hidrojen çekirdeğinden yapılıdır." biçimine getirilince, bunun doğrulanması olanağı elde edildi.

Hidrojen atomunun çekirdeğine, "maddenin ilkel yapı taşı" olması nedeniyle **"proton"** denmişti. Elementler arasında birçoğunun ise kimyasal özellikleri bakımından aynı fakat ağırlıkları bakımından farklı atomların bir karışımı olduğu bulundu. Bu tür atomlara **"izotop"** adı verildi.

Bu olgu, atom çekirdeğinde sadece protonların değil, onların yanı sıra başka parçacıkların da bulunabilmesinden ileri gelir. Protonlar pozitif elektrik yüklü cisimciklerdir. Diğerleri ise herhangi bir elektrik yükü taşımaz. Nötr oldukları için bunlara da **"nötron"** (neutron) adı verildi.

Protonlar ile nötronlar birbirlerinden farklı iki parçacık değildir. Bunlar, bugün artık **"nükleon"** adıyla anılan aynı parçacığın yalnızca elektrik yükü bakımından iki ayrı durumudur. Protonlar, pozitif elektrik yüklerini yitirip birer nötron olabildiği gibi nötronlar da pozitif elektrikle yüklenip protona dönüşebilir.

Karşı Madde

Proton, nötron ve elektronlar herhangi bir nesnenin yapısı için mutlaka gerekli olan yapı taşlarını oluşturur.

Ancak evrendeki ilkel parçacıklar listesi bunlarla bitmemektedir.

Bir atom yalnızca çekirdekten oluşmaz. Öyle olsaydı, her atom, dolayısıyla her nesne pozitif elektrik yüklü olurdu.

Bu elektriksel dengeyi elektronların varlığı sağlar.

Elektronlara benzeyen fakat negatif değil pozitif elektrik yüklü parçacıklar da vardır. Bunlara **"pozitron"** adı verilmiştir. Bunların varlığı, "proton" benzeri olup negatif elektrik yüklü parçacıkların var olup olmadığını düşündürür.

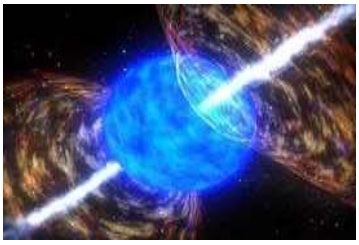
Bu salt bir düşünce ya da varsayım değildir. Bu konu üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar, giderek karşı madde hipotezini doğrulayan sonuçlara doğru yönelmiştir. Ancak bu konu ile bağlantılı araştırmalar hem çok zordur hem de sonuçları çok ağır alınmaktadır. Bunun nedeni de bellidir:

Madde ile karşı madde bir arada bulunamaz.

Bir serbest elektron ile bir serbest pozitron bir araya gelir gelmez, her ikisinin elektrik yükü hemen birbirini nötrleştirir. Bu buluşmada ikisi de yok olur. Daha doğrusu, önce serbest ve bağımsız birer parçacık olan varlıkları sona erer.

Bu parçacıkların birbirlerini yok etmeleriyle birlikte olayın geçtiği yerde şiddetli bir elektromanyetik ışınlanma oluşur. Böylece doğan **gama ışınları**, yok olan parçacıkların ilkel enerjilerini alıp götürür.

Ünlü Alman matematikçi ve fizikçi Max Born, bu olayı "iki elektron arasında nikâhsız birleşme" olarak nitelemiştir. İskoç doğabilimci T. B. Brown ise, daha kötümser olmakla birlikte daha gerçekçi sayılabilecek bir görüşle, bunu "iki parçacığın karşılıklı intiharı" olarak betimlemiştir.



Aynı olayın bir de tersi söz konusudur.

Güçlü bir gama ışını, bir atom çekirdeğinin yanından geçtiği zaman, biri pozitif ve diğeri negatif elektrik yüklü olmak üzere iki parçacık yani bir elektron ile bir pozitron oluşur. Eğer negatif elektrik yüklü protonların varlığı kabul edilecek olursa, atomlar ve moleküller bakımından bir tür "ters yapı" düşünülebilir.

Bunlara "atom" ve "molekül" denilip denilemeyeceği kuşkuludur. Başka terimler bulmak gerekir. Çünkü çekirdekleri olağan pozitif yüklü protonlar yerine, negatif elektrik yüklü protonlar ile bunların yanı sıra zaten var olan nötronlardan oluşacak, çevreleri ise olağan negatif elektrik yüklü elektronlar yerine pozitif elektrik yüklü pozitronlarla kaplanacaktır.

Bunlar birer "fantezi görüş" ya da "imge" değildir. Şimdilik salt kuramsal düzeyde geçerli olmak üzere olabilirliği kanıtlanmıştır. Hatta **"karşı nötron"** adı verilen bir parçacığın bile varlığı belirlenmiştir. Bunun bilimsel kanıtı için gerekli olan deneysel doğrulamanın da yapılabilmesi gerekmektedir.

Şimdi siz bütün bunları niçin anlattığımı sorabilirsiniz. Haklısınız, sanki asıl anlatacaklarım ile bağlantısız, âdeta bir kuantum mekaniği dersi gibi görünüyor. Fakat değil. Sadece bir özet… Fakat bu özeti yapışımın da bir gerekçesi var: Bunlar en azından gözden geçirilmeli ki, sonrakiler anlaşılabilsin.

Şu hâlde izninizle, devam edeceğim.

Atom Çekirdeğindeki Değişimler

Bir atom çekirdeğindeki proton ve nötronların sayısı, kendi içinde dengelidir.

Bu denge, bir çekirdek bombardımanı nedeniyle bozulabilir. Çekirdeğe protonlar ve nötronlar eklenmesi de söz konusu olabilir.

Böyle bir durumda elektriksel bakımdan bir ayarlama zorunluluğu doğar. Eğer çekirdekteki nötron sayısı artmışsa, bunlardan bazısı atomdan dışarıya yeter sayıda elektron fırlatılarak protona dönüşür.

Proton sayısının artması ise çok zor olduğu gibi ender karşılaşılan bir olgudur. Böyle bir durumda atomdan dışarıya pozitron fırlatılması gerekir; artan protonlar da birer nötrona dönüşür.

Çekirdekteki bu elektriksel denkleşme olayına **"beta parçalanması"** denmiştir. Elektriksel denge amacıyla fırlatılan elektron ve pozitronlar "beta parçacıkları" olarak anılır.

Bu tümüyle bir "çekirdek olayı" niteliğindedir. Dışarıya fırlatılan elektron ve pozitronlar bu olaydan önce zaten atomun bünyesinde, çekirdeğin çevresinde yer almakta olan elektronlar değildir. Bunlar, olayla birlikte çekirdekte oluşur.

Beta parçalanmasının nasıl meydana geldiği anlaşılınca, atomun içyapısına dair klasik tasarımlar tümüyle yıkılmıştır. Çünkü önceki tasarımlarda bir atomun çekirdeğinin hiçbir zaman değişmeyeceği, tüm değişimin çekirdeğin çevresinde oluştuğu öngörülüyordu. Oysa atom çekirdeğinden bir elektron ya da pozitron çıkabildiği gibi, bunlar çekirdeğe girebilmektedir de…

Bir atom çekirdeğinin iç değişimi, belli yasalara bağlı bir olaydır. Her zaman belirli bir enerjinin serbest bırakılmasıyla birlikte oluşur.

Bu enerji, çekirdekten dışarıya fırlatılan elektron ya da pozitrona geçer.

Bir elektron ya da pozitronun taşıyabileceği enerji ise değişkendir.

Bunun nedenini uzun uzun araştıran Avusturyalı fizikçi Wolfgang Pauli, hiçbir elektrik yükü bulunmayan, hiçbir fizik âletiyle saptanamayan, böylece "varsayımsal" olarak nitelenebilecek bir başka parçacığın daha varlığını ileri sürmüş, buna **"nötrino"** adını vermiştir.

Bir nötrino, atom çekirdeğini bir kez terk ettikten sonra, artık onu yakalama olanağı yoktur.

Çünkü nötrinolar gama ışınlarının bile geçemeyeceği ağır ve kalın engellerden rahatça geçebilir.

Bilimsel araştırmalar, bir nötrinonun kütlesinin bir elektronun kütlesinin onda birinden daha az olduğunu ortaya koymuştur.

***

İncelemelerimin bu aşamasına geldiğimde kafam allak bullak olmuştu.

Mikrokozmos olayının burada noktalanacağını sanıyordum.

Bu, biraz da *"Artık yeter. Bu iş burada biter. Bunun daha da ince ayrıntısı olamaz."* diye düşünmemden ileri geliyordu.

Bilim insanları da öyle düşünmüş, yanılmıştı.

Nitekim ben de yanılmıştım; üstelik bilim insanı da değilim. Çalışmaya, incelemeye devam ettim *"bakalım başımıza daha ne işler çıkacak?"* diye…

Kararsız Parçacıklar

Mikrokozmosta tüm temel parçacıklar birbirlerine bağlıdır; daha doğrusu ilişkilidirler. Çeşitli tarzlarda birleşebilir, birbirlerine dönüşebilirler.

Bir nötron, bir elektron ve bir nötrino fırlatarak bir protona dönüşür.

Bir proton ise bir pozitron ve bir nötrino fırlatarak nötron olur.

Bir elektron ve bir pozitron nasıl bir elektromanyetik ışına dönüşebiliyorsa, elektromanyetik bir ışından da bir elektron ile bir pozitron doğabilir.

Nötrinolar ise, elektron ya da pozitronlarla birleşerek **"mezon"** denilen kararsız parçacıkları oluşturur.

Önceleri bu parçacıklara yanlışlıkla "ağır elektron" denmişti. Bu yanlışın nedeni, bir mezonun kütlesinin bir elektronun kütlesinden neredeyse 273 kez daha ağır oluşudur.

Amerikalı bilgin Martin Deutsch, bir pozitron ile bir elektron karşılaşırsa birbirlerini yok etmeden önce çok kısa bir an için bambaşka bir nesne oluşturduklarını saptadı. Buna **"pozitronyum"** adı verildi.

Bir pozitronyumdaki elektronlar ile pozitronlar ortak bir merkez çevresinde toplanarak titreşir.

Bu nedenle pozitronyum, **"çekirdeksiz bir atom"** olarak anılabilir; kütlesi, bir hidrojen atomunun kütlesinden 20 kez daha hafiftir.

Atomun Kalbi

Atom çekirdeğindeki parçacıklar "kohezyon" olarak da anılan yapışma gücüyle bir arada durur.

Protonların hepsi pozitif elektrik yükü taşıdığı için, birbirlerini iteler. Kohezyon, bu itelemeyi karşılayıp çekirdeğin dağılmasını önler.

Bir çekirdeğin yoğunluğu, suyun yoğunluğunun yaklaşık 240 trilyon katıdır. Bunu söylemek kolaydır ama ne anlama geldiği bir örnek ile daha iyi kavranır.

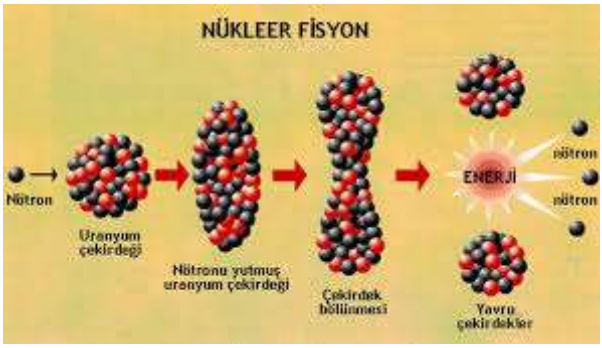
Standart boydaki bir bardak suyun hacmi 200 cc, ağırlığı yaklaşık 200 gramdır. Bardağı hidrojen ve oksijen atomlarının elektronlarını tümüyle yok edip yalnızca bunların çekirdekleri ile doldurmayı becerirsek, hani böyle bir şey olabilirse diye düşünelim, bunun ağırlığı 50 milyar tona yakın olur.

Demek ki, atom çekirdeğinin dehşetli bir kütlesi vardır. Kohezyon gücü yetersiz olup elektriksel itme güçleri buna üstün gelirse çekirdek bölünür. Böyle bir durumda, çekirdeği oluşturan dehşetli kütleli parçacıklar büyük bir hızla birbirlerinden uzaklaşır.

Ünlü atom bilginleri John A. Wheeler ve Niels Bohr, gümüşten daha hafif olan elementlerin atomlarındaki kohezyon gücünün elektriksel itme güçlerine oranla daha fazla olduğunu saptamışlardır. Gümüşten daha ağır elementler ise bu bakımdan genel olarak kararsızdır; yeterli güçte bir dış etki altında kalırlarsa, çok yüksek bir içsel enerjiyi serbest bırakarak parçalanabilirler.

Buna **"çekirdek reaksiyonu"** denmektedir.

Çekirdek reaksiyonu sadece parçalanma tarzında değil, birleşme tarzında da gerçekleşebilir. Bu ise, öncelikle gümüşten daha hafif elementlerde görülür. Böyle bir reaksiyonu gerçekleştirmek zor iştir ama yenilebilecek olursa büyük bir enerji elde edilir.



Örneğin bir oksijen atomu ile bir karbon atomunun kimyasal birleşiminde "karbon monoksit" denilen zehirleyici gaz elde edilirken, bu birleşimin her gramı için 920 kalori serbest bırakılır. Bu kimyasal reaksiyon yerine bir çekirdek reaksiyonu sağlanabilirse, oksijen ile karbondan silisyum elde edilir ve yaklaşık 14 milyar kalori dolayında bir enerji açığa çıkar.

Bir diğer deyişle, çekirdek reaksiyonu ile elde edilebilen enerji, normal bir kimyasal reaksiyondan doğan enerjiden 15 milyon kat fazladır.

Böyle bir durumda, dünyadaki enerji sıkıntısı ve sorunlarını düşünen bir insanın "O halde ne duruyoruz?.. Hemen çekirdek reaksiyonları sağlamaya girişelim." diyesi geliyor.

Söylemesi kolay olan bu işi yapmak, pek o kadar kolay değil.

Kolay olmayışının yanı sıra, sanıldığı kadar cazip de değil.

Her şeyden önce, bir kimyasal reaksiyon, birkaç yüz derece sıcaklıkta kolayca oluşabilirken, bir çekirdek reaksiyonu için sıcaklığın milyonlarca dereceye çıkması gerekir. Bunun için de birçok dev nükleer santral kurulmalıdır.

Yapılmamış mıdır?

Yapılmıştır.

İşe yaramamakta mıdır?

Aksine, çok işe yaramaktadır.

Ancak bunların insanlığın başına ne gibi dertler açtığını da gördük.

Günümüzde çalıştırılmakta olan nükleer santralların her birinin gerek doğa gerek insanlık için birer potansiyel tehlike olduğu açıkça ortada…

Atomun Parçalanması

Hey gidi Demokritos hey!.. Parçalanamayacağını söylemişti. Olsun!.. İyi ki öyle bir şey demişti. Yoksa belki bugün bilim bu konuda henüz daha geride kalırdı.

Uranyum ve toryum gibi atom ağırlıkları yüksek elementlerin atomları, sürekli olarak birtakım ışınlar yayınlar.

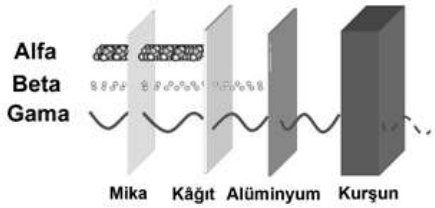
Bu ışınlar X ışınlarına benzer ama çok daha girgindir. Bu ışın yayını, atomların yavaş yavaş ve herhangi bir dış etkiyle değil, zaman içinde kendiliklerinden parçalanmasından kaynaklanır.

Parçalanan çekirdekler, **"alfa tanecikleri"**ni oluşturur. Yapıları bakımından bunlar, helyum atomunun çekirdeğinin aynısıdır.

Atomun parçalanması olayı, sürekli olarak hatta âdeta ardı arkası kesilmez bir biçimde, bir alfa taneciği ile birlikte iki elektron fırlatılarak yürür.

Böyle bir reaksiyona giren elementin niteliği değişir. Bu zincirleme reaksiyon, kurşun elementinin oluşmasıyla birlikte durulur. Aslında parçalanma olayı henüz sona ermemiştir ama bundan sonrası pek yavaştır.

Alfa taneciklerinin kütleleri atomların kütlelerine yakın, elektriksel yükleri pozitiftir. Bu nedenle bunlar, başlangıçtaki pozitif atom gövdesinin parçaları olarak kabul edilebilir. Çok yüksek hızla hareket eder, minicik gülleler gibi başka nesnelerin atomlarının içinden geçerler.



Bu geçişleri sırasında, pozitif elektrik yüklü oldukları için elektronların çekim gücünün etkisi altında kalır ama atomun kendileri gibi pozitif elektrik yüklü çekirdeği tarafından itilirler.

Bir elektronun kütlesi ise bir alfa taneciğine oranla pek hafiftir. Bu nedenle elektronlar, alfa taneciklerinin yolunu kesemez. Ancak, yetersiz kalsa bile bir yandan elektonların çekişi, diğer yandan hayli kütleli çekirdeğin itişi, bunların yolunu saptırır. Böylece, alfa tanecikleri uzaya dağılır.

Enerji amacıyla atom çekirdeğinin yapay olarak parçalanmasında yapılan işlem, bu doğal parçalanma olayını hızlandırmaktır. Bu işlemin en önemli aşamalarından biri, parçalanmadan sonrasıdır yani dağılan alfa taneciklerini denetim altında tutabilmektir. İşte bu denetim yeterince sağlanamadığı anda insan için, yaşam için, doğa için büyük bir tehlike oluşur.

Mikrokozmosun Yorumu

Mikrokozmosu oluşturan tüm öğeler, bunların arasındaki etkileşim ve ortaya çıkan olaylar aslında çok daha ayrıntılı, çok daha karmaşıktır. Burada bunları elimden geldiğince basitleştirerek, fizik ve kimya bilgisi sınırlı bir düzeyde olan okuyucuların anlayabileceği mertebeye indirgeyerek, üstelik hayli kısaltarak anlatmaya çalıştım.

Buna karşın, ben bile kendi anlatımlarımı izlemekte güçlük çektiğimi gördüm.

Bu işin asıl bilinmesi ve anlaşılması gereken yönü, atomu parçalayan ve bunu kendi yararına kullanan insanın pek de olağanüstü bir şey yapmış olmadığı… Bir yandan bilimsel yöntemle elde ettiği bilgiyi değerlendirerek, diğer yandan yeteneklerinden yararlanarak "zaman" ile âdeta oynayıp, bir doğal olguyu hızlandırmakta oluşu…

Bilmeliyiz ki, çevremizdeki olayların nitelikleri ve doğadaki değişiklikler, çoğunlukla atomların biçim, hareket ve biçim değiştirmelerinden ileri geliyor.

Bunlara uygun olarak, insan da değişiyor, düşünüyor, değerlendirmeler yapıyor, bilincini geliştiriyor.

İster tinsel ve duygusal, isterse salt maddî ve akılcı bir yol izlensin, bu gerçek her zaman insanların karşısına çıkmıştır, çıkmaktadır ve çıkacaktır.

Eğer insan, makrokozmos ile mikrokozmos arasında ortalarda bir yerde ise, evrenin tüm öğelerini en küçüğünden en büyüğüne kadar anlayıp, edindiği bilgiyi değerlendirmeye çalıştığı oranda doğada kendi durumunu ve önemini kavrama olanağını elde eder.

Eğer birey, böyle bir çalışmaya ve değerlendirmeye etkin bir biçimde girişmek istiyorsa, en güçlü dayanağı, bilgelik ile yoğrulmuş bilim ve akıl olacaktır. Bir diğer deyişle, gerçeklerin araştırılması işine girişecek bir kişiye yol gösterecek olan öğeler, öncelikle bilim, akıl ve bilgeliktir.



Uygarlık tarihi boyunca bunun böyle olduğu görülmüştür. Günümüze kadar birikmiş bilgiler ve edinilmiş deneyim uyarınca da böyle olmayı sürdürmektedir.

Ya gelecekte nasıl olacak?

Orasını bilemeyiz.

Geçmişe bakarak bileceğimiz, güvenebileceğimiz tek bir şey var: Uygarlık tarihi boyunca bu bağlamda elde edilen bilimsel nitelikli bilgi, ancak yüzyıllar denilebilecek uzun bir dönemde sağlanabilmişti. Şimdi çok hızlı bir ilerleme var. Yakın bir gelecekte, bugüne dek elde edilebilmiş olan bilgilerden çoğunun "yanlış" olduğu gösterilip, bunların yerine "daha doğru" olanlar getirilebilir.

Kuşkusuz bunlara bugüne dek bilinememiş ya da anlaşılamamış olanların birçoğunun da bilinip anlaşılacağını eklemeli.

***

Tüm bu araştırmalarım, makrokozmos ile mikrokozmos arasındaki ilişkileri beklediğimce ya da bence yeterli olabilecek bir düzeyde ortaya koymamıştı. Bu bağlamda daha başka ilişkiler, bir etkileşim olmalıydı.

Gerçekten olup olmadığını bilmiyordum ama bir eksiklik seziyordum. Bu nedenle de büyük evren ya da makrokozmos ile küçük evren ya da mikrokozmos üzerinde araştırmalarımı yeterli sayıp, biraz da şu "ilişkiler" konusundaki bulguları araştırmaya yöneldim.

Bu ise âdeta karanlık ile aydınlık arasındaki alacakaranlığı, gri alanları inceden inceye gözlemlemek gibi bir şeydi.