

MADDE İÇİNDEKİ "CANLILIK"

Dr. Toygar AKMAN

Bundan önceki çeşitli yazımlarımda, "Canlı" ile "Cansız" adını verdiğimiz "Varlıklar" arasındaki ilişkilerden söz ederken, bilginlerin, genellikle, bu iki varlığı, iki ayrı yapı olarak ele alarak değerlendirmede bulduklarına, değinmiştim. Bilim ve Teknik'in Haziran 1978 tarihli 127. sayısında "Biyolojik Varoluş" başlıklı yazımızda, Biyoloji Bilginleri'nin, "Canlı" varlıkları, "Cansız" varlıklardan ayıran özellikleri, belli başlı 12 noktada topladıklarımı da belirtmiştim. Bugün ise, Biyoloji Bilginlerinin, yalnızca "Canlı Varlıklara Özgü" olarak tanımladıkları bu 12 özelliğin, "Madde" içinde de olup olmadığını, kısaca, "Madde'nin de Bir Yaşamı Olup Olmadığı"ni, araştırmaya çalışacağız.

Hatırlayacağınız gibi, Biyoloji Bilginleri, bu 12 özelliği, şöylece sıralamışlardı:

Hareket Etme, Beslenme, Sindirme, Taşıma, Soluma, Birleştirme, Hazmetme, Büyüme, Boşaltma, Oluşturma, Duyarlılık ve Üreme.

Eğer, bu 12 özellik, "Madde" içerisinde de bulunuyor ise, o zaman, "Madde'nin de "Canlılığı" söz konusu olacak ve değer yargılarımızın, ona göre, yeniden düzenlenmesi gerekecektir.

Nitekim, ünlü Fransız Fizikçisi ve Nobel Ödülü'nü çok genç yaşta (33 yaşında) kazanmış olan Louis de Broglie, "Madde ve Işık" adlı kitabının Önsöz'ünde şunları yazmaktadır:

"... Madde'nin, sonsuz küçük yapısına indikçe, günlük deneylerimiz süresince, zekâ'mız tarafından yaratılan tasarılarımızın (özellikle uzam ve zaman hakkındaki tasarılarımızın), içine girmeye çalıştığımız bu küçük evren'i tanımlamayabilmekte, ne kadar beceriksiz kaldıklarımızın farkına varırız. Bu tasarılarımızın, "Atom-Altı" eşellere uygulanabilmesi için, yavaş yavaş silinmeleri gerekmektedir. Çünkü, "Elementer Varlıklar", uzam ve zaman içinde, sanki, kendileri için yapılmış bir elbise içinde gibi yüzerler. Karşılıklı etki prosesinde, kişilikler zayıflar. Buna, eski fizikçiler için son derecede saygı duyulan "Determinizm" (Belirlilik, Kesinlilik) bile, boyun eğmeye zorludur. Ve.. bilimin kitabı, hiç bir zaman sonuna ermediğinden, birçok başka sürprizler, bizi beklemektedir. Örnek olarak, en küçük bir böcekten, bin milyar kez daha da

küçük olmasına rağmen, yine de, kendine özgü bir evren olan "Atom Çekirdeği"nin içerisinde, ne kadar büyük gizlilikler olduğunu, bugün kim bilebiliyor?.. (1).

Küçük Atom Çekirdeği içerisinde büyük bir gizlilik bulunduğu, yaşadığımız yüzyıl'ın en ünlü bilginlerinden ve Nobel Ödülü kazanmış olan Louis de Broglie tarafından, böylesine açıklıkla dile getirilince, konumuzun önemi, biraz daha yüzeye çıkıyor. "Madde İçerisinde Canlılık Durumu Olup Olmayacağını Araştırma İsteği", daha da artıyor.

Yukarıda da belirtmeye çalıştığımız gibi, Biyoloji Bilginleri, "Madde'yi, "Cansız" olarak saydıkları ve "Canlılık" durumunun "Madde"de söz konusu olamayacağına inandıkları için, 12 özellik üzerinde, özenle durmaktadırlar.

Biyoloji bilginlerinin, "Canlı" varlıkların, belli başlı bu 12 özellikleri ile "Cansız" varlıklardan ayrıcalıkları olduğunu ileri sürmelerine karşı, çağımız Atom-Fiziği bilginleri ve Çekirdek-Fiziği bilginleri, aynı görüşü paylaşmamaktadırlar. Onlara göre, "Cansız" varlıklarda da bu 12 özellik bulunmaktadır. Şöyle ki:

1. Hareket Etme:

Cansız varlıklar da hareket etmektedirler. "Uydu"ların "Gezegen" çevresinde; "Gezegenler"nin, "Güneş"leri çevresinde; "Güneş Sistemleri"nin, "Daha Büyük Sistemler" çevresinde; "Büyük Sistemler"nin "Galaksi İçi" çevrede; "Galaksiler"nin, "Galaktik Kümeler" çevresinde .. dönmeleri, bir hareket değil midir? Bu Büyük Evren yanı sıra, en Küçük Evren (Atom Evreni) içinde Elektron'lar, Positronlar, "Atom Çekirdeği" çevresinde dönmüyorlar mı? Aynı biçimde Proton ve Nötronlar da "Çekirdekçik" çevresinde dönmekte değil mi? O halde, "Cansız" varlıklarda da "Hareket Etme" özelliği vardır.

2. Beslenme:

Cansız varlıklar da beslenmektedirler. Nebula'lar, çevrelerinde dönüp dolanan gaz ve toprak partiküllerini yutup beslenerek büyümektedir. Aynı şekilde, Atom-Evreninde de atomlar, birbirlerinden ve çevreden elektron ve diğer enerji quantlarını çekip alarak beslenmektedir.

3. Sindirme:

Aynı Nebula'lar çekip yuttukları gaz ve toz biçimindeki partikülleri, kendi içerilerindeki partiküller arasında sindirmekte ve böylece büyüyüp, yıldız biçiminde oluşmaktadır. Buna benzer bir durum, yine Atom-Evreninde de sürüp gitmektedir. Moleküler yapılarını kurarken, bazı Atomların elektron vermesi, bazılarının ise elektron alması, bunun bir başka güzel örneğini vermektedir. Kimya biliminde "Metal" olarak adlandırdığımız elemanlar, elektron fazlalarını vererek "Pozitif İyonları" meydana getirmektedir. "Nonmetal" olarak adlandırdıklarımız ise, kendilerinde noksan bulunan elektronları, çevreden çekip alarak, sindirim işlemlerini tamamlamaktadırlar.

4. Taşıma:

Canlı varlıklarda, "Hücre"ler için gerekli olan maddelerin alınması ve gereksiz olanlarının dışarıya atılması işlemi olan bu taşıma, "Cansız" varlıklarda, "Enerji'nin Durmaksızın Taşınması" biçiminde cereyan etmektedir.

5. Soluma:

Canlı varlıklarda alınan yiyeceklerin içeride yakılması için gerekli olan bu durum, "Cansız" varlıklarda, "Enerji'nin, Durmadan Çeşitli Durumlara Dönüşümü" olarak cereyan etmektedir. Kaldı ki, "Canlı" varlıkların, yaşamlarını sürdürmeleri için gerekli olan, "Soluma"; bir başka deyişle "Oksijen ve Karbon Alış-Verişi İle Enerji Meydana Getirme İşlemi" bile, yine "Cansız" adı verilen bu "Maddesel Dünya Yüzeyindeki Atomik Alış-Verişlerle" cereyan etmektedir. Çok daha açık bir deyişle, bu konu bile, Cansız Varlıklar ile Canlı Varlıklar arasındaki "Sibernetik Alış-Veriş, Denge Kurma ve Oluşum"u göstermektedir. Kendisi, Sibernetik bilgini olmadığı ve Astro-Fizik bilgini olduğu halde, Spencer Jones'in kitabından buraya aynen alacağımız satırlar, bize yeterli kadar fikir verebilecektir.

".. Eksilen oksijen'i, durmadan tamamlayan ve kayıpları yerine koyan, başka bir proses'in, durmadan işlemekte olduğu anlaşılmaktadır. Bu işi, Yeryüzündeki bitkiler yapmaktadır. Yeşil bitkiler, hava'dan karbon dioksit alırlar ve Güneş ışığının enerjisinden yararlanarak onu ayrıştırırlar. Prosesin olmasını sağlayan "Enerji Katalizörü" de bitki hücrelerinde bulunan ve klorofil adını taşıyan yeşil maddedir. Ayrışma sonucunda meydana gelen "Karbon", canlı bitkilerde bulunan kompleks organik maddelerin yapısına girer; "Oksijen" de yan ürün olarak atmosfere döner. Şu halde biz, atmosferdeki "Oksijen Eksilmesi"ni, Yeryüzündeki bitkiler yardımı ile "Karbon Dioksit" harcayarak tamamlayıp duruyoruz. Fakat,

tersine işlem de yürüyüp gitmektedir. Bitkilerin ve başka organik maddelerin çürümesi ile oksijen harcanmakta, karbon dioksit yayılmaktadır. Bu karbon dioksit, tekrar, yeni bitki hücreleri yapımı için kullanılmaya hazırdır. İşlem, bir daire biçiminde dönüp duruyor.." (2).

Spencer Jones'in bu satırlarını "Sibernetik Açt"dan değerlendirirsek şöyle diyebiliriz:

"Yeryüzündeki "Oksijen" ve "Karbon Dioksit" "Alış-Verişi ve Denge Durumu", cansız olarak bildiğimiz Dünyamızın, "Kendine Özgü Şuur Yapısı" ile ayarlanmaktadır. Üzerinde yetişip yaşayan "Canlı"ların "Soluma İşlemi"ni, böylelerine ayarlayan "Cansız" varlığın, kendisi için gerekli olan "Enerji Alış-Verişini, Aynı Biçimde Ayarlayabileceğinden Kuşku Duyulmamalıdır". Nitekim, madde içinde süre gelen enerji alış-verişi, bir "Soluma" değil midir?

6. Birleştirme:

Canlı varlıklarda, basit maddelerin sentez edilerek karmaşık öz'lerin meydana getirilmesi diye bilinen bu durum, cansız varlıkların meydana getirdiği "Moleküler Yapı"lar yanında, pek fazla ilginç kalmamaktadır. Çünkü, cansız adı verdiğimiz Atom'lar, "Moleküler Yapı"ları meydana getirdikleri halde öz benliklerinden hiçbir şey kaybetmemektedirler. Bu konuda da Zeno Bucher'in kitabından alacağımız bir kaç satır, bize oldukça ışık tutacaktır.

".. Atomlar, molekülde potansiyel bir durumda kalmaktadır. Kısaca, Atomlar, doğa tarafından istenilen koşullar altında, eski durumlarına dönebilmek yeteneğine sahiptirler. Maddesel yönden bunun derin sebebi, hiç kuşku yok ki, "Atom Çekirdeği'nin Bozulmadan Kalması"dır. Çünkü "Atom Çekirdeği", atomun ana organizasyon merkezi olarak görünmektedir. Atomun, molekül içindeki "Kaybolma Durumu"ndan, durmaksızın "Kendi Öz Benliğine Dönme İsteği", bu ana merkezden gelmektedir. Gerçi, "Molekül" içindeki "Atom", sanki öz benliğini kaybetmiş gibidir. Atoma kesin olarak birşeyler olmuştur. Molekül, yalnız bir "Atom Grubu" değil, belki "Atomun Üstünde Bir Yapı Birimi" olmuştur.." (3)

7. Hazmetme:

Canlı varlıklarda, sindirilen maddelerin, o canlı varlığın büyüyüp gelişebilmesi için, canlı yapılar haline dönüştürülebilmesi diye bilinen bu durum, cansız varlıklarda, çok daha ilginç "Enerji Alış-Verişi Olayı" ile kendisini göstermektedir. Bu "Enerji Alış-Verişi" yolu ile, "Atom Evreni" kendi yaşantısını sürdürebilmektedir. Bundan daha da ilginç olanı, "Cansız" adı verilen madde parçacığının etkisi ile, "Canlı" varlıkların, "Mütasyona" (Soy Değişimine) uğramaları durumu-

dur. Bu durumu da, bir başka fizik bilgini Jean Thibaud'un kitabından izleyebiliriz.

.. Dr. Thomas, bitkilerde olduğu gibi, böceklerde de, hiçbir kuşkuya yer vermeksizin, gözlenen ve "Mütasyon" adı ile tanınmış olan "Ansızın Meydana Gelen Değişme"leri, kendiliğinden olmuş bir şey diye kabul etmemektedir. Ona göre, bunların kökenini "Ortam"da aramak gerekmektedir. Son zamanlarda, kısa dalga boyulu ışınlarla olduğu gibi, "Hızlı Elektronlar"la da belirli "Mütasyonlar" sağlanabildiği görülmüştür. X ışınları gibi "Girici Işınlar"ın, bölünme sırasında bulunan "Hücre"ler üzerindeki etkisinin, "Yeni Soy"lar Meydana Getirebileceği"nden kuşku duyulmaz. O halde, Kozmik Işınım'a ait elektrik yüklü korpüsküller'in ve Kozmik Işınım'la birlikte gelen "İkinci Derece Işımlar"ın da, "Canlı Hücre Çekirdeği" üzerindeki etkisinin, buna benzeyebileceği düşünülebilir. Eğer, bir "Gen" üzerine, bu "Kozmik Korpüskül"lerden biri çarparsa o "Gen", "Mütasyon"a neden olan "Yapı Değişikliği"ne uğrar. Kozmik Işınım'ın ve özellikle Kozmik Demetler'in, şiddeti, yükseklikle çabukça arttığından, yüksek dağlık bölgelerle, alçak ovalar arasında, bitye bakımından, soyların zenginliğini karşılaştırmak yararlı olur. Dr. Thomas'a göre, yüksek bölgelere ait bityelerin aynı bir soy'un değişik çeşitleri olmaları bakımından çok zengin olmaları gerekir ki, yapılan gözlemler de, bu teoriyi desteklemektedir.." (4).

Cansız adını verdiğimiz "Madde"nin, bu özelliğini de gördükten sonra, yalnızca canlı varlıklara özgü diye bildirilen diğer özelliklere gelelim:

8. Büyüme:

Canlı varlıklarda, birleştirme, hazmetme sonunda, sayıları ve hacimleri artan "Hücre"lerin "Çoğalımı" diye bilinen bu durum, acaba, "Cansız" diye bilinen varlıklarda da yok mudur? Yukarıda, Nebula'ların, çevrelerindeki gaz ve toz biçimindeki partikülleri yutarak oluştuğuna ve böylece döne, döne "Yıldız" biçimini aldığına değinmiştik. Şu örneğe bile, "Cansız" adını verdiğimiz madde'nin, "Canlı"larda olduğu gibi, sayıları ve hacimleri artan partiküller ile büyüdüğünü, yeteri kadar göstermektedir. Bu konuda da, bir Astro-Fizik bilgini olan Prof. Dr. George Gamow'un kitabından okuyacağımız bir kaç satırın, büyük yararı olacaktır. Dr. Gamow, şöyle yazmakta:

.. Bu, "Toz - Gaz Karışımı" (Uzay'ın her 1 milyon metre küp hacmi içinde 1 miligram Gaz ve bir kaç mikrogram Toz halinde) hâlâ da yıldızlararası alanda bulunmaktadır. Bu nedenlerle, buna "Yıldızlararası Emilme — Absorption —

Hattı" ve "Uzaktaki Yıldızların Kırmızılaşması" denilmektedir. Yıldızlararası Uzay'daki bu madde, bazan, düzensiz bir biçimde "Dev Bulutlar" halinde toplanmaktadır. Böyle bulutlar, yanlarında bulunan yıldızların, kendilerini aydınlatıp aydınlatmalarına göre, "Işık Saçıcı Nebula" ya da "Karanlık Nebula" olarak bilinmektedir. Eğer, bu durum, böyle, düzensiz bir biçimde sürüp gitse idi, Evren, bugün, sıfıra varmış ısı ile, son derece hafiflemiş bir "Gaz - Toz" karışımından başka hiçbir şeyi kapsamayacaktı.." (5).

Prof. Dr. George Gamow'un çok güzel belirttiği gibi, oysa, bugün Evren'de, Galaksiler, Yıldız Kümeleri, Yıldız Sistemleri, Gezegenler ve Uydu lar oluşmuştur ve çevrelerindeki Gaz ve Toz biçimindeki partikülleri yutarak da büyümektedirler.

Aynı durum, Atom Evreni'nde de süre gelmektedir. Yine yukarıda değindiğimiz gibi, bazı Atomlar, çevrelerindeki elektronları koparıp çalarak büyümektedirler.

O halde, "Büyüme" durumu da, yalnızca "Canlı" varlıklara özgü bir şey değildir.

9. Boşaltma:

Canlı adını verdiğimiz varlıklarda, "Metabolizma ürünlerinin dışarıya atılması" olarak bilinen bu durum, "Madde Evreni"nde de durmaksızın süre gelmektedir. En basit örnek olarak, "Güneş"imizi ele alalım. Güneş'te "Atomik Reaksiyonlar"ın durmaksızın devam etmesi sonucu, bazı elementler, ışık, ısı ve çeşitli radyasyonlar halinde dışarı atılmaktadır. Bu durum, bir anlamda, Güneş'teki "Hidrojen Yakıtı"nın, Güneş tarafından yenilip yutulmasından sonra, "Güneş'e Özgü Metabolizma Ürünlerinin Dışarı Atılması", demek değil midir? Aynı biçimde Uranyum'un iki izotopu olan (U^{238}) ve (U^{235}) izotopları, içerlerinde bulunan enerjiyi yakarken (kendilerine özgü metabolizma ürünlerini dışarıya atmakta); iki kurşun izotopu olan (Pb^{206}) ve (Pb^{207}) ya dönüşmektedirler. Bu "Boşaltma", öylesine süre gitmektedir ki, sonuçta, elle tutulur madde, elimizden ve gözümüzden kaçıp gidivermektedir. Burada, ünlü bilgin James Jeans'in, şu sözlerini, aynen almamız, bize, biraz daha ışık tutabilecektir:

.. Bilim, Doğa'yı daha yakından kavradıkça, en küçük ölçekteki olaylar etüt edilince, Madde ve Radyasyon'un, kendilerini, aynı biçimde Dalgalar'a dönüştürdükleri anlaşılıyor. Eşyanın fondamental yapısını anlamak istersek, bakışlarımızı, bu en küçük ölçekteki olaylara çevirmemiz gerekmektedir. Madde'nin son yapısı olarak, bunlarda gizli olup bulduğumuz şey ise, "Dalgalar'dan başka bir şey değildir. O halde, bir "Dalgalar Evreni"nde ve "Dalgadan Başka Bir Şey

Olmadan Bir Evren"de yaşamakta olduğumuzdan kuşku duymaya başlıyoruz..." (6).

Bu sözlerden de anlaşılıyor ki, Madde Evreni'nde süre gelen "Boşaltma İşlemi" de, yine dalgacıklar biçiminde sürüp gitmektedir.

10. Oluşturma:

Canlı varlıklarda, organizmal yapının yardımcı ile öz maddeler oluşturma, diye bilinen bu durum, "Madde Evreni"nde, durmaksızın ve çok daha büyük ölçüde devam etmektedir. Bazı elementler, dıştan gelen etki ile, bazı elementler ise, kendiliklerinden, "Başka Elementlere (ya da başka biçimdeki öz maddelere) dönüşmektedir. Bu oluşturma, öylesine hızlı ve öylesine gizli işlemlerle süre gelmektedir ki, organizmal yapıdaki oluşturma, onun yanında, adeta, çok kaba kalmaktadır. Pierre Rousseau'nun da çok güzel belirttiği gibi:

"... Belirli düşünce biçimimiz ile, "Sonsuz Küçük Evren" in derinliğini kavramak hayal'dir. Eğer, elektronları, bilgimizin, uzam ve zamanla çerçevelenmiş, dar hudutları içinde tutuklamaya kalkarsak, onlar, bu hücrenin, duvarlarını yıkıp, bizimle alay edeceklerdir. Öyle bir noktaya varmış bulunuyoruz ki, "Gerçek", bir duman biçiminde kayboluyor; "Madde", parmaklarımızın arasından kayıyor. "Dilimizin Anlatım Biçimi" ise, olayların yapısını kavramamıza hiç de elverişli olmayan, kaba bir aygıt biçimini alıyor..." (7).

11. Duyarlılık:

Organizmal varlıklarda, çevredeki değişikliklere göre uyumda bulunma ve denge kurma, diye bilinen duruma gelince:

Fizyoloji biliminde "Homeostasis" diye bilinen bu "Denge Kurma Yeteneği", cansız adını verdiğimiz "Madde" de öylesine ilginç durumlar göstermektedir ki, bu durumlara şaşmamak olanaksızdır. Güneş ile çevresindeki Gezegenler; Gezegenler ile çevresindeki Uydular, elektromagnetik etkilerden yararlanarak birbirlerine karşı denge durumu kurdukları gibi, aynı durum "Atom Evreni"nde de söz konusudur. Atom Çekirdeğindeki Nötron ve Protonlar ile Elektron ve Positronlar arasındaki elektro-magnetik etkilerle süre gelen denge durumu kurulmamış olsa idi, bugün "Madde" diye tanıdığımız bir varlık türü olamaz ve dağılıp giderdi.

12. Üreme:

Canlı varlıklarda, bir varlığın kendi türünden varlıklar meydana getirmesi, diye bilinen bu durum, cansız madde'de, çok daha ilginç bir biçimde olmaktadır. Aynı elementler'de aynı elektron, Proton, Nötron, Nötrino .. v.b. sayılar üzerine kurulu bir aile yapısı olduğu halde, birbirlerinden elektron çalarak yeni yapılar kuran

aile yapıları da vardır. Çekirdek'lerde patlamalar sonunda ise, yepyeni elementler (yepyeni aile türleri) oluşmaktadır. Bundan çok daha ilginç olan durum ise: cansız olarak tanımladığımız, şu "Yerküresi" üzerinde, cansız adını verdiğimiz "Maddenin Dönüşümleri Sonunda Canlı Varlıkların ve İnsan'ın Ortaya Çıkması"dır!..

Burada, yine Zeno Bucher'in kitabından bir kaç satıra geç atmamız yerinde olacaktır:

"... Cansız Evren'in de bir "İç Evreni" olduğunu ve bunun, belki de "Organik Olayların Ağırılık Merkezi Olduğu" hakkındaki bilgi, yavaş, yavaş ortaya çıkmaya başlamıştır. Fakat, bu "İç Evren"i manivelâ ya da burgularla fethedebilmek olanağı yoktur. Bu "İç Evren"i, sonuç olarak, dış tarafta asılı kalan modeller ve formalistik teorilerle de açmak olanağı yoktur. Bu "İç Evrene İnebilmek" için, yepyeni düşünsel derinlik gerekmektedir. Bu "Derinleşme" ise, "Maddesel Olaylara Saygı" göstererek, onu kökünden kavrayabilmektir..." (8)

Şu kısa incelememiz sonunda, "Madde'nin, "Cansız" olarak tanımlanmasının, pek doğru olamayacağı kanısına varabiliyoruz. Görüldüğü gibi, "Madde'nin içinde, büyük bir "Canlılık" vardır. Ve, bu "Canlılığı", bugün, bizim kullandığımız en duyarlı aygıtlar bile, yeterli kadar ölçüp değerlendirememektedir. Madde'nin, o "sessiz ve hareketsiz gibi duran" yapısına bakarak,

— Ne olursa olsun, Madde'nin Aklı ya da Şuur Yapısı Yoktur ya!..

diyebilirsiniz. Ancak, Sibernetik Bilginlerinin ortaya koydukları "Yapay Akıllı Elektronik Makineler" karşısında, bu görüş ve kanıların bile, bir hayli tartışılabileceği anlaşılmaktadır.

- (1) BROGLIE Louis de. *Madde ve Işık*, Çeviren: Nusret Kürkçüoğlu, İstanbul 1953, Sa: V - VI.
- (2) JONES Spencer. *Life on Other Worlds*, (Başka Dünyalarda Hayat), Çeviren: A. Yakahoğlu, İstanbul 1963, Sa: 67 - 68.
- (3) BUCHER Zeno. *Die Innenwelt Der Atome*, (Atomların İç Alemi), Çeviren: A. Refik Bekman, İstanbul 1953, Sa: 67.
- (4) THIBAUD Jean. *Atomların Hayatı ve Transmutasyonları*, Çeviren: Besim Tanyel, İstanbul 1946, Sa: 163 - 164.
- (5) GAMOW George. *The Creation of the Universe*, (Kâinatın Yaradılışı), Çeviren: Toygar Akman, Ankara 1961, Sa: 73.
- (6) JEANS Sir James. *Mysterious Universe*, (Esrarlı Kâinat), Çeviren: S. Murat Uzdilek, Milli Eğitim Bakanlığı Yayını, Ankara 1947, Sa: 34.
- (7) ROUSSEAU Pierre. *Atomlar ve Yıldızlar*, Çeviren: Talât Erben, İstanbul 1946, Sa: 82 - 83.
- (8) BUCHER Zeno. *Die Innenwelt Der Atome*, (Atomların İç Alemi), Çeviren: A. Refik Bekman, İstanbul 1953, Sa: 137.