

BİYO-BİLİMLERİ VE SİBERNETİK

Dr. Toygar AKMAN

Bilimlerin sınıflandırılması yapılırken, önceleri, onları "Teknik-Bilimler" ve "Sosyal-Bilimler" adı altında, iki ana grupta toplama çalışılmıştı. Çalışmalar, derinleştirildikçe, "Hayat" ya da "Yaşama Olgusu" nu inceleyen bilimlerin, bu her iki ana bilim dalı ortasında bir yer aldığı görüldüğünden, üçüncü bir ana grubun da, "Biyoloji Bilimleri" adı ile ayrılması, kabul edilmişti. Ancak, "Teknik Bilimler" geliştiği ölçüde, bu gelişmelerden esinlenen ve yararlanan "Biyoloji Bilimleri" dalında, yepyeni dallar ortaya çıkmaya başlamıştı. Biyo-Akustik, Biyo-Elektrik, Biyo-Enerjetik, Biyo-Fizik, Biyo-Genetik, Biyo-Kimya, Biyo-Mekanik, Biyo-Metri.. v.b. gibi, adlarla, yepyeni "Biyo-Bilimleri" oluşmaya başlamıştı.

Çok iyi bildiğiniz gibi, "Biyo" kelimesi, eski Yunanca'da, "Hayat" ya da "Yaşama Olgusu" anlamına, "Bios" kelimesinden gelmektedir. "Biyoloji" kelimesi ise, yine, eski Yunanca'daki "Bio-logos" (Yaşama Olgusunu İnceleyen Bilim) kelimelerinin, birleştirilmesinden oluşturulmuştur. Kısaca, "Canlıları İnceleyen Bilim" diye tanımladığımız "Biyoloji Bilimi" nin, canlıların, tüm davranışlarını, bu ad altında açıklayamadığı; ve diğer bilim dalları ile ortak çalışmaya girmenin, zorunlu olduğu; görülmüştür. Bu ortak çalışma, daha çok "Teknik Bilim" dalında yer alan bilimlerle olduğundan, yukarıda belirtmeye çalıştığımız "Biyo-Fizik", "Biyo-Mekanik", "Biyo-Elektrik", "Biyo-Kimya".. v.b. bilim dalları, kendiliğinden doğuvermiştir.

Sibernetik'in ise, 1944 yılında ortaya çıktığını biliyorsunuz. Sibernetik'in, ilginç yanı, (hem makinelerde, hem canlılarda ve hem de makineler ile canlılar arasında) karşılıklı bilgi alış-verişini inceleyen bilim, olması idi. "Karşılıklı Bilgi Alış-Veriş" (İngilizce ve Fransızca: communication) konusu, canlı varlıklarda, öylesine ilginç durumlar gösteriyordu ki, yukarıda belirtilen bilim dalları dışında, yepyeni "Bilim Dalları" kurulmasını gerektiriyordu. Nitekim, Sibernetik Bilimi'nin kurucusu ve isim babası olan Prof. Dr. Wiener, kitabında, bu duruma şöyle işaret etmişti:

".. Sibir Sistemi ile Otomatik Makineler", (daha önce vermiş oldukları kararlara dayanarak

karar veren sistemler, olmaları yönünden) birbirlerinin aynıdırlar. Basit Mekanik Aygıtlar, (bir anahtarın açılıp kapanması gibi) iki işlem arasında bir seçim yapıp karar veren bir sistemdir. Aynı biçimde, Sibir Sisteminde de, "Sibir Ucu", herhangi bir uyarıcıyı (impuls), iletip iletmeme konusunda karar veren bir sistemdir. İster Makine olsun, isterse Sibir Sistemi olsun, her iki sistemde de, (geçmişteki kararlara dayanarak, gelecekte vereceği kararları sağlayan) bir aygıt vardır.." (1)

Bir Matematik Profesörü olan Dr. Wiener'in bu sözlerinin, Fizyoloji ve Nöroloji Bilginleri tarafından doğrulanması üzerine "Biyo-Bilimler" dalında çalışan bilginler, bu konu üzerinde derinliğine araştırma yapmak, heyecanını duymaya başlamışlardı.

Sibernetik'in, kesinlikle ortaya koyduğu "Karşılıklı Bilim Alış-Veriş Sistemi" ile tüm bilim dalları içine girivermesi ile birlikte, o bilim dalında çalışan bilginler, bu "Sistemin", işleyiş biçimini izleyerek, "Canlı Varlıkların Davranışları" nı, ayrı, ayrı yönlerden incelemeye başlamışlardı. Bu çalışmalar, öylesine derinleşmiş ve yaygınlaşmıştı ki, sonuçta 1967 yılında, konunun, başlı başına, "Biyo-Bilimlerde Haberleşme" olarak ele alınması, aşamasına gelinmişti. 1967 yılında, New York Bilimler Akademisinde, konu: "Biyo-Bilimlerde Haberleşme" ya da "Biyo-Alış, Veriş" olarak bilimsel tartışmaya açılmıştı. Aradan yedi yıl geçtikten sonra, 1974 yılında, yine New York Bilimler Akademisinde Dr. Stacey Day tarafından, yeni bir tartışmalı konferans düzenlenmişti. Bu konferans, "Biyo-Medikal Bilimlerde, Bilgi İletimi ve Karşılıklı Bilgi alış-Veriş" adı ile (İngilizce, Communication of Information in the Biomedical Sciences) hazırlanmıştı.

Bu konferansta, bizim "Sağlık" ya da "Hastalık" adını verdiğimiz durumların, o güne dek, ileri sürüldüğü gibi, "Etki ve Tepkiler" in sonucu değil, bu "Etki" lerin ilettiği "Bilgi" lerden ileri geldiği, açıklanmaya çalışılmıştı. Evet, tüm organizma davranışları, bir takım etkilerden ileri geliyordu. Aynı şekilde "Hastalık" adını verdiğimiz durumlar da, çeşitli "Etken" lerden ileri geliyordu. Ancak, burada önemli olan, o "Etken"

in kendisi değil, ilettiği "Bilgi" idi.

Konuyu, çok basit bir örnek ile açıklamaya çalışalım:

Dede ya da nine'lerimizin, bizlere "— Kapıda durma şeytan çarpar" diye uyarıda bulduklarını, belki hatırlarsınız. Çok basit ya da çocuksu gibi gözükken bu uyarı, gerçekte ne kadar anlamlı doludur! Kapı'da ya da eşik'te durduğunuz anda, her iki yönden gelen, ayrı sıcaklıkta (ve tabii ayrı elektronla yüklü) hava akımları arasında kalmışsınız demektir. Organizma, (eğer, bu akım, bir tek yönden gelse idi) o akımın ilettiği "Bilgi" lerini alacak ve ona göre bir "Denge Durumu" kurabilecekti. Eğer, gelen etki "Soğuk bir hava akımı" biçiminde idi ise, hemen organizma, iç çevresindeki ısı akımını arttıracaktı ve böylece, o "Soğu havanın ilettiği bilgi" ye göre "Ayarlama" sını yapabilecekti. Eğer, bir "Sıcak Hava Etkisi" ile karşılaşmış olsa idi, o "Etkinin ilettiği bilgi" lere göre, dengesini sağlayabilmek için, hemen içerisindeki fazla kaloride, "Ter" olarak dışarıya atmaya başlayacak ve böylece de "Ayarlama" sını sağlayabilecekti. Ancak kapının eşiginde durunca, durum birden bire değişmektedir. Organizma, şimdi, iki ayrı yönden gelen "Etkiler" in ilettiği "Bilgiler" ortasında kalmıştır. Bir yönden gelen "Bilgi" ler, onu, içerisindeki "Isı'yı arttırması yolunda davranışa itmekte", diğer yönden gelen "Bilgiler" ise, tam tersine "Fazla kaloride dışarı atması" na zorlamaktadır. Kısaca: organizma, iki ayrı "Etkin" den gelen "Bilgiler" karşısında ne çeşit bir "Cevap akımı" ile kendisinin "Dengesini kurabileceği" ni bilememiş ve bu nedenle de "Ayarlama" sını yapamamış durumda kalacaktır. Sonuçta da, bizim "Soğuk algınlığı", "Nezle" ya da "Grip" adını verdiğimiz, "Hastalık" durumu ile karşılaşacaktır. Dede ya da nine'lerimizin, çok basit fakat çok güzel biçimde belirledikleri gibi, "Şeytan çarpmış gibi" bir durumla karşılaşacaktık.

İnsan, çok basit gibi gözükken birçok "Söz" de, bazan, ne kadar büyük bir gerçeğin anlatılmış olduğunu kavrayınca, bir an şaşırıyor. Tüm "Ata Sözlere" nde, aynı anlam zenginliğinin gizlenmiş olması da, bu durumu belirlemiyor mu?..

Biz, yeniden konumuza dönelim:

"Biyo-Bilimlerde Haberleşme" üzerindeki çalışmaların, yaygınlaşması üzerine, Amerika'da, aynı ad ile, bir bilimsel dergi yayınlanmaya başlamış ve Üniversitelerde yine aynı ad ile bir çok kürsüler kurulmuştur. Cincinato Üniversitesi Tıp Fakültesinde "Biyo-Medikal Haberleşme Bölümü" Başkanı olan Profesör Gunter Grupp, 1975 yılında, bu dergide yayınlanan yazısında, şunları söylemektedir:

"..Yeni bir disiplin olan "Biyo-Medikal Haberleşme" nin, bir merkezi vardır. Bu merkezde, "Sağlığın Korunması" konusunda, "Haberleşme Sistemleri" ne dayanan, Teorik Araştırmalar ve Psiko-Sosyal Esaslar, saptanmaktadır. Teorik Çalışma ve Araştırmalar, iki ayrı bilimsel dal ile birleştirilmiştir. Bunlardan biri, "Sağlığı Koruma Eğitimi"; diğeri de "Tıp Araştırmaları ve Gelişmeleri" dir. "Sağlığı Koruma Eğitimi": Fizyoloji, Medikal Uygulamalar, Bilgi Transfer Sistemleri, Bilgi Kullanımı ve Sağlığı Koruma Organizasyonunu içeren "Klinik Tıp Bilimi Çalışmaları" dalıdır. "Tıp Araştırmaları ve Gelişmeleri" ise: Tıbbi Bilgi Alış-Verişi, Teknolojik Öğretmeler, Bilgi Yerleştirme Yöntemleri, Bilgi Düzenleme Öğrenimi ve Değerlendirme Yöntemleri, bölümlerini içeren dal'dır..." (2)

Profesör Gunter Grupp'un, bu açıklamalarından, "İnsan Sağlığı" ile uğraşan Tıp Bilimi alanında, "Bilgi Alış-Verişi Sistemi" nin ne ölçüde gelişmekte olduğu, kolayca görülmektedir. En küçük klinik olayın değerlendirilmesinden, tüm Tıp Bilimi Araştırmalarına kadar uzanan, "Yeni Çalışma Disiplini", artık, yalnızca "Bilgi Alış-Verişi ve Bilgi Değerlendirme Sistemi" olarak ele alınmaktadır.

Okuyucu, ilk bakışta, bu satırlarda belirtilen istenilen gelişmelerin, pek okadar önemli şeyler olamayacağı kanısına varabilir. Bu nedenle, Sibernetik'in bu gelişmelere, ne ölçüde katkıda bulunduğunu, biraz daha açıklamamız gerekecektir.

Çok iyi bildiğiniz gibi, Tıp Fakültelerinden mezun olup, doktor sıfatını alan kişiler, istedikleri takdirde, belirli Tıp Bilimi dalında uzmanlaşmaktadırlar. Uzmanlık imtihanlarını da başarı ile verdikten sonra, "İç Hastalıkları Uzmanı", "Kulak, Boğaz ve Burun Uzmanı", "Sinir Hastalıkları Uzmanı" ya da "Nörolog" ..v.b. uzman sıfatlarını da edinebilmektedirler. Konumuz, "Bilgi Alış-Verişi" olduğundan ve yukarıda da belirtmeye çalıştığımız gibi, "Sinir Sistemi İçindeki Nöronlar", "Bilgi Alış-Verişi" ile çalıştıklarından, Sibernetik, Tıp Biliminin "Sinir Sistemi Bölümü" içinde, çok daha fazla yer almıştır. Öylesine ki, artık, bir Sibernetikçi Doktor, Sinir Sistemi Uzmanlığı dalında, ayrı bir çalışmaya yöneldiği anda, ona "Nörolog" değil "Nöral Sibernetikçi" (İngilizce, Neural Cybernetist) adı verilmektedir. Çünkü, "Nöral Sibernetikçi", sinir sistemi üzerindeki araştırmalarını, elektronik beyin makineleri (komputerler) ile birlikte sürdürmekte ve bu makinelerdeki "Bilgi Alış-Verişi Sistemleri" ile sinir sistemindeki "Bilgi Alış-Verişi Yapıları" nın,

benzerliği ve geliştirilmesi üzerinde, ayrıca uzmanlaşmaktadır. Bu nedenle de, onlara "Nöral Sibernetikçi" adı verilmektedir.

Bu satırlar ile, Sibernetik'in, "Biyolojik-Bilimler" den Nöroloji alanına, nasıl iyice yerleştiğini ve bu bilim dalını, ne ölçüde geliştirmekte olduğunu, belirtmek istiyorum. Sibernetik bilgilerinin, bu bilim dalı ile yaptıkları ortak çalışmalar sonunda, "Yapay Beyinler" i, daha da geliştirmiş olduklarını, belirtebilmek istiyorum.

Burada, daha da ilginç olan durum, Sibernetikçilerin, Biyo-Bilimleri alanları içine girdikçe, "Yapay Beyin" lerin, daha da geliştirilmelerini sağlamalarıdır. Biyo-Bilimlerde gözledikleri, "Çok ayrıntılı ve o ölçüde çok karmaşık" bilgi alış-veriş sistemlerini, bu kez "Makinelerde de uygulayabilme" olanağına kavuşmuşlardır. Bu çalışmalar, Sibernetik bilgilerini, gelecekte, daha çok insana benzeyebilen "Robotların Dizaynını Çizebilmeye" dek getirmiştir. Sibernetik bilgilerinin, Nörolog, Elektronikçi ve Fizikçilerle ortak çalışmaları, hemen her yıl önümüze konulan yepyeni "Robotlar" ya da yepyeni "Yapay Beyin Sistemleri" ile ürünlerini göstermektedir.

Nöral Sibernetikçilerin, "Daha Gelişmiş Yapay Beyinler Yapabilme" ve "Daha Karmaşık Sistemleri Yönetebilen Robotlar Yapabilme" konusundaki ilginç çalışmalarını, Andrew Filo, "Siber-Canlılar" adı ile tanımlamaktadır. İngilizce "Cyberanometrics" olarak yazılan bu yeni adı, hangi nedenle uygun gördüğünü de şöylece açıklamaktadır:

"..Bu alandaki ilgi ve çalışmaları, beni, bir boşluğu doldurmaya yöneltmişti. Nöral Sibernetikçiler ve düşünürler yanı sıra, "Yapay Beyin" ve "Robot Yapımı" sistemleri üzerinde filozofik çalışmalarımın gelişmesi, beni, genel bir tanımlama bulmaya zorlamıştı. Ben de, bu alandaki çalışmaları, bir tek kelime ile "Siber-Canlılık" (Cyberanometrics) olarak adlandırdım. "Siber-Canlılık", biyolojik organizma ile makineler üzerinde, (daha çok teorik olarak sürdürülen) çok geniş bir bilimsel çalışmayı, dile getirmektedir. Organize olabilmek, bozulma, hareket edebilme, büyüme, kopya etme, uyumda bulunabilme v.b. durumlar, organizmaya özgü yeteneklerdir. Bu "Canlı Sistemler" üzerindeki çalışmalar, bir başka görüş ile "Bilgi iletimini gerektirmekte" dir. Böylece de o sistemlerin, çalışabilmesi ya da "Yaşamını sürdürülebilmesi" durumu sağlanmaktadır. Nöral Sibernetik ile Komputer Bilimin birleşiminden meydana gelen "Siber-Canlılık" çalışmaları, (diğer bilimlerden çok daha fazla) "Bilgi Akışı" ve "Meydana gelen bilginin yapısı"

ve analizleri üzerinde toplanmaktadır. Biyolojik Sistemler ile Mekanik Sistemler'in, her ikisini birden ele alarak yapılan çalışmalar, bilimsel yönden, şu durumu da sağlamaktadır: Sistem Çizimcileri ve Kurucuları, gerek mikro-yapıdaki gerekse makro-yapıdaki tip ve sistemlerin, her ikisinin de özelliklerini ve gelişmelerini saptayabilmekte ve böylece de, kendi düşüncükleri sistemleri kurabilmektedirler. Görüldüğü gibi, "Siber-Canlılık", herhangi bir sistemi kurabilmekten daha çok, "Sistemin Özelliklerini Araştırıp" dizayn edebilme'dir..." (3)

Dikkat edilirse, bu çalışma, "Makineye Benzeyen Canlı" ile "Canlıya Benzeyen Makine" sistemleri arasında, benzerlik ve gelişmeleri inceleyerek, çeşitli uygulamalar yapmakta ve sonuçta da "Özellikleri, Canlı'ya daha çok benzeyen makineler yapımı" na varmaktadır.

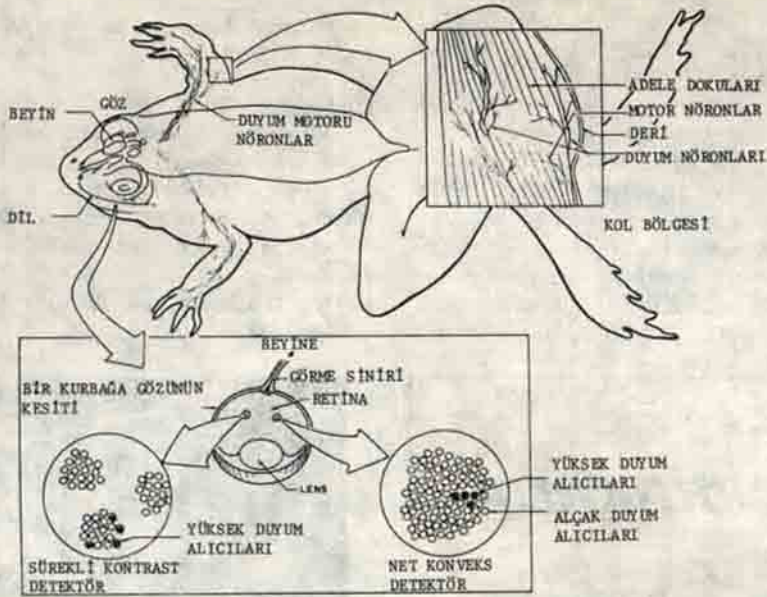
Okuyucu, burada, çok haklı olarak bir noktaya takılabilir ve "—Neden, ayrı, ayrı adlandırma yoluna gidiliyor?.. Bütün bu çalışmalar 'Biyolojik-Sibernetik' başlıklı bilim bölümü altında toplanamaz mı?.. diye sorabilir.

Böyle bir sorunun sorulabileceğini gözönüne alarak, yukarıda, özellikle, çeşitli "Biyolojik-Bilimler" ni belirtmeye çalışmıştım.

Bu durum hatırlanınca, "Biyolojik-Medikal Haberleşme", "Nöral-Sibernetik", "Siber-Canlılık" v.b. süre gelen adlandırma ya da tanımlamaların, zorunlu olduğu, kendiliğinden belirlenecektir. Bu zorunluluğa, bu kadar değindikten sonra, yeniden konumuza dönelim. Organizmada "Bilgi İletimi" nin, en belirgin örneğini, "Göz yolu ile beyine iletilen elektrik akımları" nda görüyoruz. Bu konuyu, "Nöral-Sibernetikçi" ler ele almadan önce, bir çok Fizyoloji bilgini de "Elektrik Akımları İletisi" olarak ele almışlardır. Prof. Winterstein, bu nedenle kitabında şöyle yazmıştır:

"..Dokuların her bir işlemi, bir elektrik potansiyel farkı meydana getirir. Bu akımlar, bize, bir organın faaliyeti hakkında bilgi verebilir. Bu bakımdan "Görme" alanında meydana gelen "Aksiyon Akımları" çok araştırılmıştır. Histolojik değişikliklerde olduğu gibi, yakın bir gelecekte, bu objektif metod, bilgilerimize etki yapacak ve yeni teorilerin doğmasını sağlayacaktır.." (4)

Bu satırların yazıldığı tarihten bir kaç yıl sonra, "Nöral Sibernetikçiler". Fizyoloji bilgilerinin inceledikleri "Görme" konusuna eğilmişlerdi. Organizma, bu "Görme" ye dayanarak, bir takım davranışlarda bulunduğu göre, "Beyin" ile "İlgili Organ" lar arasında, ne çeşit bir "Bilgi Alış-Verişi" cereyan ediyordu? Bu bilgilerden,



Bir Kurbağa'da nörolojik bölgelerin bir kısmını gösteren şekil.

bir kısmı, insanı incelemeye çalışırken, bir kısmı, hayvanlar üzerinde araştırma yapmaya girişiyordu. Bir kısmı, kurbağayı ele alıyor ve bu kurbağanın, hızla uçan bir böceği yakalamak için, "Göz" ile "Beyin" ve "Beyin" ile "Adaleler" in sınırları arasında, ne çeşit "Bilgi Alış-Verişi" olabileceğini, araştırıyordu. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Araştırmacılarından J. Y. Lettvin, bu konuda, yeni bir görüş ortaya atmış ve "Göz"deki Net Konveks ve Kontrast (ters görüntü) iletimi durumlarını, dikkatle inceledikten sonra, "Görüntü Bilginleri" nin, "Birleşik Alıcı Nöronlar" tarafından, "Göz"deki retina üzerinde, sıraya girecek bir biçimde, birbiri ardınca iletildiğini, ileri sürmüştü. Lettvin, böylece yeni bir model ileri sürmüş oluyordu. Ona göre, tümsek kısımdaki "Görüntü Bilginleri", kontrast bilgilerin akışı süresince, "Alıcı Nöronlar" tarafından meydana getiriliyordu. Net konveks'te "Tümseksel Bilgi'yi Meydana Getirmekle Görevli" olan nöron grubu, "Yüksek Duyum Alıcıları" ile "Alçak Duyum Alıcıları" ndan oluşan bir kümeydi. "Yüksek Duyum Alıcıları" olan kümeler, hiç bir zaman, "Alçak Duyum Alıcıları" olan kümelerin, ucuna ya da merkezine yerleşmeyip, bu iki noktanın arasına yerleşmiş bir durumda bulunmaktadır. Onların, böyle bir yere yerleşmiş olmaları, bu kümeyi, bir "İşaret" olarak kullanabilmelerinden ileri gelmektedir. Bu durum, nöron-

un, bir "Sinyal" bir "Mesaj" ya da kısaca bir "Görüntü Bilgisi" meydana getirebilmesine, en büyük yardımcı rolü oynamaktadır. Bu sayede de, Kurbağa'nın tüm sinir sistemi, açı ve yön hakkındaki "Bilgiler" e sahip olabilmektedir. "Göz" ile "Beyin" arasındaki bu "Bilgi Alış-Verişi" sonunda, Kurbağa, yanından geçmekte olan böceğin, "Hız" ve "Yönünü" saptayabilmekte, ona göre, "Adaleleri" ne ilettiği bilgilerle onları hareket ettirmekte ve tam yerinde de dilini çıkartıp böceği yakalamaktadır.

Çok basit gibi gözükse "Kurbağanın, böcek yakalaması" işleminde, "Göz", "Beyin" ve "Adale" sınırları arasında, "Bilgi Alış-Verişi" nin, ne kadar büyük bir hızla cereyan etmekte olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıdaki şekiller, Kurbağa'nın "Göz" üne iletilen bilgilerin, "Yüksek Duyum Alıcıları" detektörleri ve "Alçak Duyum Alıcıları" detektörleri ile "Beyin" e nasıl iletildiğini; bu iletim esnasında da Kurbağanın yanından geçen böceğin hız ile yönünün saptanılması sonunda, "Beyin" den adalelere "Hareket Emirleri" nin nasıl iletildiğini, açıkça göstermektedir.

Ufacık bir Kurbağa'da bile, "Beyin" iletilen "Bilgiler" de, çevrede dolanan "Böceğin" şekli, hızı ve yönü hakkında bilgiler, bir anda iletilip, ona göre "Belirli bir hareket" in meydana gelmesi sağlandığı halde, "Makinelerde de aynı hareket-

ler niçin sağlanamıyor?.. Aynı şekildeki bilgi iletimlerine göre, programlandıktan sonra, Makine, aynı hareketleri, niçin yapamıyor?..

Bu soruları arttırdığımız süreçte, Sibernetik'in, Biyo-Bilimleri" alanında, neler yapmakta olduğunu, daha da ayrıntıları ile inceleyebilmek olanağını elde edebileceğiz.

Ancak, bir tek yazı içerisine, Sibernetik'in, tüm "Biyo-Bilimleri" alanında, ne gibi aşamalar yaptığını, sığdırabilmemiz mümkün bulunmamaktadır. Siz, şimdilik, "Biyo-Bilimlerde Haberleşme", "Nöral-Sibernetik" ve "Siber-Canlılık" tanımlama ve adlandırılmalarını, hafızanızın bir köşesine yerleştirin. İleride, bu isimler altında

yapılan çalışmaların, ne çeşit gelişmelere ulaştığını, birlikte inceleyeceğiz.

- (1) WIENER Norbert *THE HUMAN USE OF HUMAN BEINGS* Sphere Books Ltd. London, 1968.
- (2) GRUPP Gunter *BIOSCIENCES COMMUNICATION* (An attempt at a Definition) 1975. Biosciences Communications, BSCMCH. 1 (1) 1-60 (1975) New York, Sayfa: 3.
- (3) FILO Andrew *DESIGNING A ROBOT FROM NATURE*, Byte Publication Inc. February 1979. Sayfa: 12-13.
- (4) WINTERSTEIN Hans *FIZYOLOJİ*, İstanbul, 1957, Sayfa: 151.

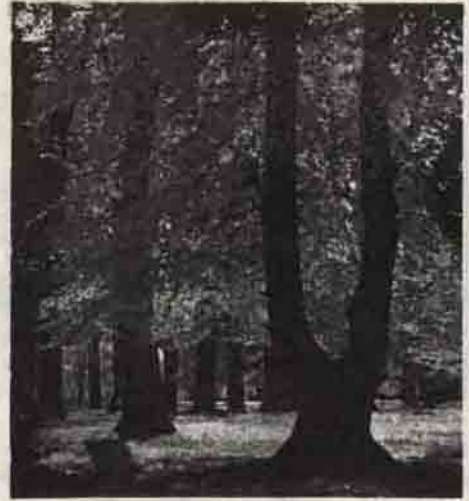
TOPRAKANA

Prof. Dr. Arif AKMAN

Toprak her çeşit varlığın ve yaşamın temelidir. Bunun içindir ki, toprağı en kutsal ve saygın bir varlık olarak saydığımız "ana" ile bir tutuşumuz ve toprağı "toprakana" demişizdir. Yine toprak öyle bir varlıktır ki, onsuz yaşamak olanağı bulunmadığı gibi, yaşamımızı yitirdiğimiz zaman onun kucagina sığınır ve nihayet toprak oluruz. Kendisini iyi niyetle anmak istediğimiz müslüman olmayan bir ölüden söz ederken de "toprağı bol olsun" deriz. Bir hıristiyan ölü'nün son yolculuğuna gönderilmesi sırasında papaz, mezarı başında konuşurken de sözleri arasında "toprakten geldin, toprağı gidiyorsun" der.

Toprak bir çok canlıların barınıp yaşadıkları bir alan olduğu gibi kendisi de ölü bir materyal olmayıp canlıdır. Yer kabuğundaki kayaların çok uzun sürelerden sonra parçalanıp ufalanmasıyla oluşan toprak, cansız gibi görünürse de, gerçekte toprak içinde sayısız canlılar bulunmaktadır. Şöyle ki, toprağın bir gramında 0-100 milyon canlı bulunmakta olup bunların en büyük kısmı bakteridir. Bunların yanında aynı zamanda küf mantarları, protozoerler, alkler ve likenler bulunur.

Birand'a göre (1) bir leblebi büyüklüğünde olan toprak parçasının içinde 10-15 milyon bakteri, 5-6 bin küçük örümcek kurdu, 7-8 bin kadar yuvarlak, halkalı ve eklemli kurt, solucan bulunur. Plank ise (2), daha ayrıntılı bilgi vermekte olup toprağın çeşitli derinliklerinde bulunan mikroorganizma sayısı, yazara göre tüm olarak çizelgede gösterilmiştir.



ÇEŞİTLİ DERİNLİKLERDEKİ
MİKROORGANİZMA SAYISI

	0.5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	72 cm
Toprak	0.5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	72 cm
Bahçe	7.2 mily	7.7 mily	4 mily	1.3 mily	424.000	381.000
Çayır	10.1 mily	5.7 mily	2.8 mily	1.0 mily	370.000	236.000

Dittrich de (3) tarla topraklarında 1 gramda bulunan mikroorganizma sayısı 1 milyardır demektir. Bu 1 milyar mikroorganizmanın yüzeyi ise 1000 hektar tutmaktadır. Yukarıdaki rakamlar daha çok kuzey yarıküreye göre olsa gerektir. Sıcak bölgelerde yağışların daha az olması dolayısıyla mikroorganizma sayısı daha azdır. Öteyandan topraktaki mikroorganizmaların sayısı, çizelgedeki rakamların da gösterdiği gibi, toprağın çeşitli derinliklerine göre bir hayli farklı olup en çok 5-30 santimetre derinliklerde bulunurlar, daha derinlere doğru miktarları gittikçe azalır ve nihayet 1-2 metre derinliklerden itibaren hemen hiç bulunmaz. Yalnız ağaçların kök sistemlerinin bulunduğu toprak bölümünde köklerle birlikte mikroorganizmalar da derinlere kadar geçmiş olurlar. Şu halde bu kadar canlının bulundugu ve yaşayıp barındığı toprağı elbette canlı saymak gerekir.