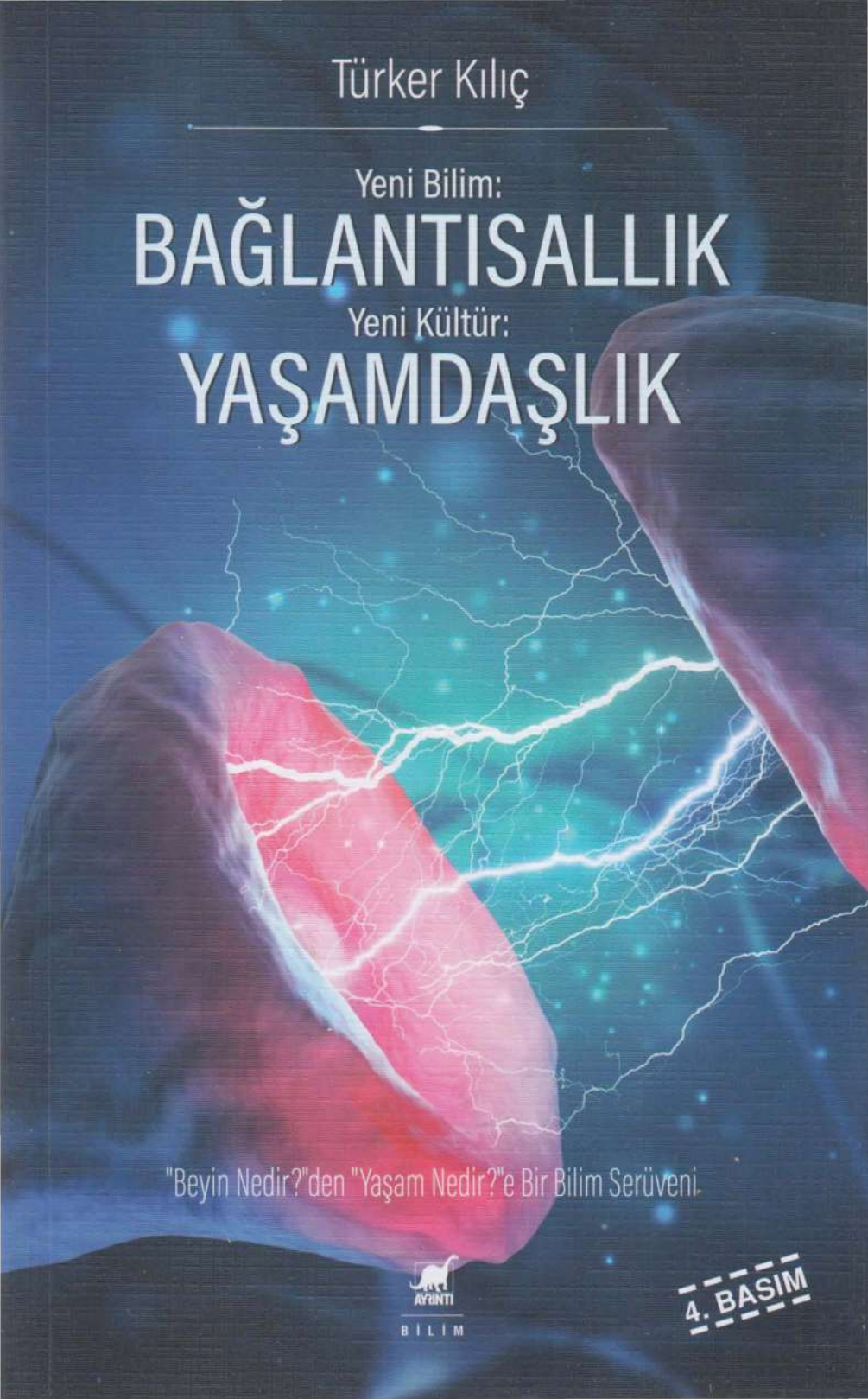
Türker Kılıç

Yeni Bilim:

BAĞLANTISALLIK

Yeni Kültür:

YAŞAMDAŞLIK



"Beyin Nedir?"den "Yaşam Nedir?"e Bir Bilim Serüveni

Ayrıntı
BİLİM

4. BASIM

TÜRKER KILIÇ

Prof. Dr. Türker Kılıç; beyin cerrahisi profesörüdür. Hacettepe, Marmara ve Harvard Üniversitelerinde eğitim alan Dr. Kılıç; bilim doktorasını ise anatomi alanında tamamlamıştır. Prof. Kılıç 2015 yılında Avrupa Bilim ve Sanat Akademisine seçilmiştir. 2012 yılından beri Bahçeşehir Üniversitesi Tıp Fakültesi Kurucu Dekanı olarak eğitim ve araştırma çalışmalarını sürdürmektedir. Prof. Kılıç, başta Harvard Tıp Fakültesi, Yale, Milano Politeknik ve Johns Hopkins Üniversiteleri olmak üzere 10'dan fazla üniversitede konuk öğretim üyesi olarak ders vermiştir. Kılıç, 100'ün üzerinde mesleki başarı ödülüne layık görülmüş olup, bu ödüller arasında 1999'da aldığı Avrupa Beyin ve Sinir Cerrahisi Derneği Bilimsel Araştırma Ödülü ile 2001 ve 2005'te aldığı Amerikan Beyin ve Sinir Cerrahisi Dernekleri Birliği'nin Tümör Araştırma Ödülleri bulunmaktadır. Dr. Kılıç 2019 Mayıs ayında Dünya Bilim ve Sanat Akademisi üyeliğine aday gösterilmiştir. H-indeksi 34 olan ve 200'ün üzerinde bilimsel yayını 3.970 atıf almış olan Dr. Kılıç, çeşitli Beyin Ameliyatı Yöntemleri ve Beyin Tümörlerinde kullanılan Glivec isimli ilacın buluşuna önemli katkı sahibidir. Türkiye'de Gamma-Knife Işın Cerrahisi, Tümör Bankası, Ameliyathane MR tekniği uygulamalarını ilk başlatanlardandır. Bilimsel araştırmaları yanında, Tıp Eğitimi ve Bilim Eğitimi konularında çalışmakta olan Prof. Dr. Türker Kılıç'ın bilim ve bilim eğitimi konulu konuşmaları internet üzerinden 10 milyondan fazla kişi tarafından izlenmiştir. Dr. Kılıç, 2020'de kurulan İstanbul Nörolojik Bilimler Enstitüsü'nün de (Nöro-İstanbul) kurucu başkanıdır.

Ayrıntı: 1486
Bilim: 16

Yeni Bilim: Bağlantısallık Yeni Kültür: Yaşamdaşlık
"Beyin Nedir"den, "Yaşam Nedir"e Bir Bilim Serüveni
Türker Kılıç

Yayıma Hazırlayan
İlbay Kahraman

Son Okuma
Ceren Ataer

Bu kitabın Türkçe yayım hakları
Ayrıntı Yayınları'na aittir.

© Türker Kılıç, 2020

Kapak Tasarımı
Gökçe Alper

Dizgi
Esin Tapan Yetiş

Baskı ve Cilt
Ali Laçin - Barış Matbaa-Mücellit
Davutpaşa Cad. Güven San. Sit. C Blok No. 286
Topkapı/Zeytinburnu - İstanbul - Tel. 0212 567 11 00
Sertifika No: 46277

Birinci Basım: 2021
İkinci Basım: 2021
Üçüncü Basım: 2021
Dördüncü Basım: 2021
Baskı Adedi 2000

ISBN 978-605-314-504-2
Sertifika No.: 10704

Bu kitaptan yazarın elde edeceği tüm gelir, Nörolojik Bilimler Vakfı'na bağışlanacaktır.

Nörolojik bilimler alanında eğitim, sağlık ve bilimsel araştırma projelerini destekleyen Nörolojik Bilimler Vakfı'na katkıda bulunmak isteyenler aşağıda yer alan banka hesap numarasını kullanarak bağışta bulunabilir:

Banka Hesabı:
Denizbank İstanbul Acıbadem Şubesi
TR 43 0013 4000 0180 9599 8000

Web sitesi:
https://neuroistanbul.org

Email adresi:
bilgi@neuroistanbul.org

AYRINTI YAYINLARI
Basım Dağıtım San. ve Tic. A.Ş.
Hocapaşa Mah. Dervişler Sok. Dirikoçlar İş Hanı
No: 1 Kat: 5 Sirkeci – İstanbul
Tel.: (0212) 512 15 00 Faks: (0212) 512 15 11
www.ayrintiyayinlari.com.tr & info@ayrintiyayinlari.com.tr

twitter.com/ayrintiyayinevi facebook.com/ayrintiyayinevi instagram.com/ayrintiyayinlari

Türker Kılıç

Yeni Bilim: Bağlantısallık
Yeni Kültür: Yaşamdaşlık

"Beyin Nedir"den, "Yaşam Nedir"e Bir Bilim Serüveni



İçindekiler

Teşekkür 8
İkinci Basım'a Önsöz 9
Önsöz 11
Giriş 15
Birinci Bölüm: Bağlantısal Bütünsellik 17
I. BAĞLANTISAL BÜTÜNSELLİK NE DEMEK? NEDEN ÖNEMLİ? 17
II. BAĞLANTISAL BÜTÜNSELLİK BİLİMSEL YÖNTEMİ NASIL DEĞİŞTİRDİ VE YENİ BİLİM YENİ BİR KÜLTÜR OLUŞTURUR MU? 27
III. NÖROBİLİM VE GELECEK 52
IV. MERAK 54
V. SPİNOZA'NIN DÜŞÜNCE AĞI ÜZERİNDEN, BEYİN KONNEKTOMUNA BENZER ÖZELLİKLER GÖSTEREN KÜLTÜREL BAĞLANTISALLIK AĞLARI VE "AĞ YAPICI" ÖZELLİĞİ İLE MERAK 70
VI. SPİNOZA FELSEFESİ VE BAĞLANTISAL BÜTÜNSELLİK BİLİMSEL YÖNTEMİ VE KÜLTÜRÜ 76
VII. "SAHİP OLMA" KÜLTÜRÜNDEN "YAŞAMDAŞLIK" KÜLTÜRÜNE DÖNÜŞÜMÜN ÖNEMLİ BİR KAVŞAĞI OLARAK COVID-19 SALGINI 79
İkinci Bölüm: Bağlantısallık ve Yaşamdaşlık Konulu Yayımlanmış Yazı ve Söyleşiler 89
Şekiller 167
Referanslar 183
Dizin 185

Annem Gönül Kılıç ve babam Hasan Kılıç'a adanmıştır...

Büyüdüğümüz ortamı kaplayan sevgileriyle çocuklarına hata yapma özgürlüğü veren, böylece eğitimimizin en esaslı çekirdeğini, "ailemizi" yarattıkları için.

Teşekkür

Düşünce dünyamı zenginleştiren öğretmenlerime (kendileri benim en büyük şansımdı), iyi ve çalışkan insan olma değerlerini aşılayan annem ve babama, beni her konuda hep destekleyen sevgili eşim Çiğdem'e, bana eğlenceli bir hayat sunan oğlum Deniz ve kızım Irmak'a, hekimliği ve bilim insanlığını öğrenme yolunda fakültemizi seçen ve bana hep yeni şeyler öğreten öğrencilerime, fakültenin kuruluş aşamasından beri telefonlarımı her saatte açan çalışkan BAU TIP Dekanlık ekibimin üyelerine, akademik bir mükemmeliyet ağı olarak giderek büyüyen Beyin-Omurga Cerrahisi'nin altmış kişilik ailesinin her bir üyesine teşekkürlerimle...

İkinci Basım'a Önsöz

Bağlantısallık ve Yaşamdaşlık kitabımızın ikinci baskısını yapmak, bir aylık süre bitmeden gerekti. Elbette sevindim buna... Bu bir ayda şunu anladım: İnsanlığın "Nasıl daha güzel ve anlamlı bir yaşam sürebiliriz?" sorusuna cevap seçenekleri bulmak kadar acil bir sorunu yok.

Bu kitap bilim temelli bir açılımla bu soruya bir yanıt arıyor: Yeni bilim bağlantısallık, yeni kültür yaşamdaşlık... Hem yaşamdaşlık, hem de (bilimsel bir yöntem tanımlaması olarak) bağlantısallık güzel Türkçemizin gücüyle türettiğim kelimeler... Her ikisinin de, özellikle "yaşamdaşlığın" çok sevildiğini görmek beni çok mutlu ediyor.

İstanbul Nörolojik Bilimler Enstitüsü çatısı altında oluşturulan "Bağlantısallık ve Yaşamdaşlık Çalışma Grubu" bu alanda ortak fikir üretimine katılıp katkı sağlamak isteyen tüm gönüllüler için kuruldu. Bu "bağlantısallığın" parçası olmak isterseniz lütfen cengiz.aydin@neuroistanbul.org adresine e-posta yollayın.

Bu kitaptaki fikirleri bir zihin ağı (*Mind Map*) şeklinde sunup herkesin katkısına açmak için Burak Arslan ve Lara Meltem Bilikmen ile birlikte çalışıyoruz. Bu internet alanını nasıl kullanacağınız aşağıda yazılı.

Bir de bu baskıda resimleri mümkün olduğunca renkli baskı için hazırladık. Bunun için de Mümin Yıldırım'a teşekkür ederim.

Bağlantısallık biliminin ve Yaşamdaşlık zihninin, yeni uygarlığın ortaya çıkmasına katkı sağlayacağına tüm bilimsel aklım ve "anlamaktan doğan sevincimle" inanıyorum.

Bu hevesi ve sevinci benimle yaşayanlara, tüm okurlara selam olsun…

Kitabın sürekli yenilenen versiyonuna ulaşmak, Bağlantısallık ve Yaşamdaşlık Zihin Ağı*'na her bilim alanından bilgi ve kaynaklarınızla katkıda bulunmak için aşağıdaki kare kodu telefonunuzla okutabilirsiniz. Açacağınız ücretsiz bir hesap ile ilginizi çeken veya bilginiz olan temaya bilgi, örnek, kaynak, video, vb. ekleme yapmak için yönlendirmeleri takip etmeniz yeterli.*



@baglantisallikveyasamdaslik

www.baglantisallikveyasamdaslik.com

Önsöz

Yaşam en yetkin ve esas öğretmendir.

Bu en bilge öğretmene başlangıçta "Beyin nedir ve nasıl düşünüyor?" sorusunu yönelttim. Beyin cerrahisi, bu sorunun peşinde her gün yeni şeyler öğrendiğim, elimle "var olan en güzel şeye" dokunabilme onurunu ve onu değiştirme sorumluluğunu yaşadığım bir hayat yolculuğu sundu. Bu serüven her gün yeni soru ve cevaplarla en kıymet verdiğim cerrah kimliğimdeki yaşam biçimimde sürüyor.

İlk soru zaman içinde "Beyin nasıl zihin üretiyor"a dönüştü. Bilim insanı olarak dünyamın gelişmesiyle ve beyin-bilimin de en hızla gelişen, hatta bilim dünyasının "buzkıran gemisi" olma sürecinin sonucunda bu alanda elde edilen "devrimsel" nitelikteki bilgi yapısı bizlere, sadece beyni değil yaşamı da daha iyi anlamak için yeni bir bilimsel yöntem ve kavramsal ağ ufkunu açtı. Bu yeni bilim yöntemi, önce nörobilimciler, sonra bağlantısallık yöntemini kendi disiplinlerine uygulayan diğer alanlardaki bilim insanlarına, adeta renk körü olduğu tesadüfen saptanan kişinin renk körlüğünü düzelten gözlüğü taktığı anki hislerini yaşattı; artık ne "mavi" eski "mavi", ne de "kırmızı" bildiği yeni gördüğü "kırmızı"ydı.

Yola çıktığımızda en yetkin bilgi işleme sisteminin insan beyni olduğunu düşünüyorduk; şimdi anlamaktayız ki en yetkin bilgi işleme sistemi yaşamın kendisi. İşte bu kitap bu bilimsel serüveni anlatıyor. Yeni bir bilimsel yöntem olarak bağlantısallık ve bu bilimsel anlayış dönüşümünün sonucunda insanlığın karşısına

bir yaşama biçimi seçeneği olarak ortaya çıkan yaşamdaşlık bu kitabın konusu.

Ara Güler, "Rastgele çekilen fotoğraflar daha güzel çıkar, tesadüfen tanışılan insanlarla daha mutlu oluruz, kıyıda köşede uyuyakalmak uykunun en keyiflisidir, plansız yapılan aktiviteler daha eğlencelidir. Kısacası her şeyin kendiliğinden olanı güzel" demiş. Bu "kendiliğindenlik" sanırım insanın kendisini yaşama bırakıverişliğini, yaşam ırmağına güvenip onunla akıvermeyi başarmasını anlatıyor. ("Rastlantı dediğimiz, nedenselliğin karmaşık işleyişini bilmememizden başka nedir ki?" demiş *Yedi Gece*'de Borges. Bilim de zaten, yaşam dediğimiz varoluş kümesinin içindeki belirsizlik yaratan karmaşık oluşların arkasındaki nedenselliği anlayabilme süreci/yöntemi değil midir?) Bu kitap da bir bakıma Ara Usta'nın anlattığı kendiliğindenliği taşıyor. Korona salgını ve zorunlu eve kapanma dönemim olmasaydı, öncelikli cerrah yanım belki de bilim insanı yanıma bu kitabı yazacak zamanı veremeyecekti.

Bağlantısallık ve yaşamdaşlık bilgi ve anlam ağlarının herkesin katkısına açık olan ve zaman içinde "her enformasyon işleyen sistem gibi" kendiliğinden evrilen, internetteki bir "bilgi ağı" olmasını istiyorum. Bu kitaptan sonra dileğim hep birlikte bu projeyi gerçekleştirmek.

Anlamaktan doğan sevinçle...

"İnsanlık 'evren' dediğimiz 'bütünün' zaman ve uzay ile sınırlanmış bir parçasıdır.
Kendi düşünce ve duygularını sanki bütünün geri kalanından ayrışmış gibi yaşar-bu bilincinin ona oynadığı bir çeşit optik illüzyondur."

Albert Einstein

"Nasıl göreceğinizi öğrenirseniz, her şeyin birbiri ile nasıl bağlantılı olduğunu anlayacaksınız."

Leonardo da Vinci

"... Bütün, yalnızca, kendi gelişim süreciyle tamlığına ulaşan doğal özdür."

"Zihin Fenomenolojisi", Hegel

Giriş

"Das Ganze ist aber nur das durch seine Entwicklung sich vollendende Wesen."

Phänomenologie des Geistes (1807), Hegel

"The whole, however, is merely the essential nature reaching its completeness through the process of its own development."

The Phenomenology of Mind, Hegel

"... Bütün, yalnızca, kendi gelişim süreciyle tamlığına ulaşan doğal özdür."

"Zihin Fenomenolojisi", Hegel

Bağlantısal Bütünsellik ile anlatmaya çalıştıklarımı Hegel'in yukarıdaki sözü üzerinden açıklamayı deneyeyim:

Bütün: *whole, das Ganze*
Bütünsellik: *completeness, die Entwicklung*

Bu kitap boyunca her biri ayrı uzmanlık alanı olan çeşitli bilim alanlarını sizlere ancak kapı aralığından, tüm hata yapma risklerimi göze alarak göstermeye çalıştığımı göreceksiniz. Ancak en azından kendi zihnimde; nörobilim alanında keşfedilen bağlantısal bütünlük bilimsel yönteminin biyolojisi, fiziği, astrofiziği, yapay zekâ alanı, sosyolojisi, ekonomisi, matematiği... Yani yaşamı kuşatan diğer paradigma alanlarındaki karşılıkları ortaya çıktıkça elbette hepsinin anlaşılabilir olmasının imkânsız olduğunu biliyo-

rum. Ama bu bütünselliği en azından "sezdirebilmek" (ispatlamak değil maalesef) bu kitabın esas amacı.

Her ne kadar çoğu zaman sosyokültürel devrimleri siyasetçiler, toplum yöneticileri bazen komutanlar, askerler sahiplense de esas devrim yapanlar bilim insanlarıdır. Yani Galileo Galilei'nin teleskopuyla Jüpiter'in uydularını göstermesi sadece insanlığın bu uyduları keşfetmesini sağlamaz, Kopernik'in bir asır önce öne sürdüğü "güneş dünyanın etrafında değil, dünya güneşin etrafında dönüyor" anlayışını ispatlar ki, Rönesans ve Reform süreci hızlanır. Gregory Pincus'un 1953'te doğum kontrol hapını bulması, sadece kadınların ne zaman anne olacaklarını belirleyebilmesini sağlamaz, esas yeni bir kadın sosyolojisi yaratır. Bu örneklere bu kitap boyunca bolca rastlayacaksınız. Öz olarak anlatılmak istenen, birbiri üzerine soğan zarları gibi eklemlenen bilim katmanları bir öncekini yanlışlamazlar; sadece yaşamın o alandaki ağına yeni bir paradigma-anlayış geliştirirler ve bu yeni anlayış etkin olduğu yaşam ağında yeni bir kültürün oluşumuna yol açar.

Son 4-5 yılda bu konularda daha çok şey öğrendikçe ya da anlayışımda değişiklikler meydana geldikçe sunum ve yazılarımda da değişiklikler ve eklemeler oldu. O nedenle bu kitabın ikinci bölümünde yer alan Bağlantısal Bütünsellik ve Yaşamdaşlık konulu eski söyleşi ve yazılarımda yer yer tekrarlar bazen de farklılıklar dikkatinizi çekebilir. Bir amacım da zaten süreçteki bu dönüşümü sizlere sunabilmek.

Birinci Bölüm

Bağlantısal Bütünsellik

I. BAĞLANTISAL BÜTÜNSELLİK NE DEMEK? NEDEN ÖNEMLİ?

Bütünlük-Bütünsellik ayrımını şöyle kullanıyorum; bütünlüğü daha çok zihin tarafından algılanabilen, anlaşılabilen, bilinen; bütünselliği ise hipotez edilebilen, sezilen, henüz bilinememiş ancak öğrenilmeye çalışılan, parçaları bilindiği için "varlığı olması gereken" olarak tanımlıyorum.

"Bağlantısal Bütünsellik", 2012 sonrasında ivmelenen nörobilim alanındaki çalışmaların (esas olarak 2015 sonrası) ortaya koyduğu, özellikle ihtiyacı olan "yeni" matematiğin fark edilip geliştirilmesiyle birlikte bilimsel yöntemimizde paradigma değişikliğine yol açacak kadar önemli bir kavramdır.[1] Öyle ki sadece bilim alanında kalmayan, ekonomiden eğitime; hukuktan sağlığa; yanımızdakine, doğaya, kendimize, kısaca *yaşama* bakışımızı değiştirebilecek, kültürün her katmanını etkileme potansiyeline sahip yeni bir düşünce sistemi, bir yaşam modellemesi yani yeni bir zihin yapılanmasıdır.

Anlaşılacağı üzere "Bağlantısal Bütünsellik" en azından benim gibi beyin cerrahı/nörobilimciler için "Beyin nasıl düşünce üretir?",

1. Kılıç, T. (2016, Kasım 24). Son yılların üç önemli bilimsel devrimi ve tırtıldan kelebek olma okulu. *Herkese Bilim Teknoloji*; https://www.herkesebilimteknoloji.com/slider/son-yillarin-uc-onemli-bilimsel-devrimi-tirtildan-kelebek-olma-okulu.

"Beyin nasıl gerçekliği zihin dediğimiz yapıyı oluşturacak şekilde modeller?" sorularına yanıt ararken şahane bir sürpriz olarak keşfedilen yeni bir bilimsel yöntem değişikliğidir. Süreç esnasında özellikle diğer bilim alanlarıyla olan baştan zorunlu, sonradan ufuk açıcı ve birbirini tamamlayıcı ortaklıklardan anladım ki başta yapay zekâ, genetik-epigenetik, Laniakea[2] adı verilen yeni astrofizik uygulaması, kaotik sistemlerin fiziği ve matematiği, anjiojenez –yeni damar yapımı– gibi fizyolojik süreçler, onkojenez –kanser oluşumunun biyolojik ağı– gibi patolojik süreçler, toplumsal ağların yapılanması gibi sosyolojik yapılanmalar ve hatta "Bilinç nedir?" sorusundan doğmakta olan bilim alanı ya "Bağlantısal Bütünsellikten" etkilenmekte ya da farklı alanlar, (hani bir hikaye vardır, bir fili tarif etmeye çalışan bir grup kör adam, filin farklı yerlerine dokunduğu için her biri fili farklı tarif eder), birbirini tamamlayıcı sonuçlara çoğu zaman birbirinden bağımsız ulaşmaktalar.

Bağlantısal bütünsellik, giderek bu bakış açısını edinen bilimcilere bir "-omics"ler dünyası fark ettirdi. "*-om(ic)*" İngilizcede bütün, birliktelik anlamında bir son ektir;[3] örneğin genom, genleri ve etkilerini ilgilendirirken *genomics* bunların arasındaki ilişkileri ve bütünselliği; *proteomics* tüm proteinlerin ve ilişkilerinin toplam ilişkiler ağını kasteder. Biyolojinin dışında da *culturomics*, kültür yapılarının ilişkiler bütününü inceleyen alanı,[4] birazdan üzerinde duracağımız, Sporns tarafından türetilen *connectome* terimi ve ilişkili *connectomics* ise beyindeki nöral bağlantılarının bütününü anlatmak için kullanılır.[5] Tang ve arkadaşlarının[6] beyindeki sinap sayısını tahmin etmeye çalıştıkları araştırmalarından neredeyse 20 yıl sonra da en yeni "omics" alanlarından biri çıktı: Beyindeki

2. Samanyolu galaksisinin, dolayısıyla güneş sistemimizin dahil olduğu süper yıldız kümesinin yeni adı. (y.h.n.)

3. Wikipedia contributors. (2020, Eylül 2). Omics. *Wikipedia, The Free Encyclopedia.* (Erişim tarihi: 6 Eylül 2020); https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Omics&oldid=976288148.

4. Michel, J. B., Shen, Y. K., Aiden, A. P., Veres, A., Gray, M. K., Google Books Team, Pickett, J. P., Hoiberg, D., Clancy, D., Norvig, P., Orwant, J., Pinker, S., Nowak, M. A., & Aiden, E. L. (2011). Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science, 331*(6014), 176-182; https://doi.org/10.1126/science.1199644.

5. Hagmann, P. (2005). *From diffusion MRI to brain connectomics* (Tez). EPFL. doi:10.5075/epfl-thesis-3230.

6. Tang, Y., Nyengaard, J. R., De Groot, D. M., & Gundersen, H. J. (2001). Total regional and global number of synapses in the human brain neocortex. *Synapse, 41*(3), 258–273. https://doi.org/10.1002/syn.1083.

nöronlar arasındaki bağlantılar olan sinapslerin bütünlüğü, yani *synaptomics*.[7]

"Bağlantısal Bütünsellik" ile kastettiğim; yaşamın, onu oluşturan ağ yapılarının (*network*) iç içe kendini var etmiş, her bütünün bir üst-bütünün parçası olduğu enformasyon ilişkilerinin bütünlüğü. Bunun en güzel örneği, sinir sisteminin ve onun içinde bulunduğu bilgi ağı ile ilişkisinin organizasyonudur.

Bu bütünsellik örneğinde, bir inorganik evren var ve bu paradigmanın kendini oluşturan bir (kimyasal, fiziksel vb) enformasyon ağı mevcut. Bu alt-evren kendini oluşturan bir bilgi yapılanması ile bir üst paradigmayı, organik evreni; organik evren ayrı bir enformasyon paradigması ile var olup moleküler evreni; moleküler evren kendi paradigması içinde yeniden yapılanarak hücresel dünyayı oluşturuyor. Bu hücreler, eğer bilgi işlemekte gelişmiş nöronlarsa, bu ilişkiler ağı da bir nöronal-ağ kuruyor. Nöronal ilişkiler kümesi genişleyip yetkinleşerek beyin denilen enformasyon işlemede uzmanlaşmış organı oluşturuyor.

Biz 10 yıl öncesine kadar beyni, esasen bedenin fizyolojik dengesini (*homeostasis*) sağlayan organ olarak tanımlardık. Ancak 2012 sonrasında (İnsan Beyin Projesi, İnsan Konnektom Projesi;, özellikle son 5 yılda öğrendiklerimizden sonra artık beyni zihin yaratan bir organ olarak tanımlıyoruz[8]. Zihin beyindeki nöronal ağın oluşturduğu modellemenin adı. Bu biyoenformatik ilişkilendirme bağlantısallığı dış dünya gerçekliğinin bir enformasyon ve ilişkiler ağı şeklinde, zihin dediğimiz bu enformasyon modellemesi bütünlüğünü oluşturur (Şekil 1).

Artık 1.500 gram ağırlığındaki, 100 milyar nörondan (daha doğru sayı yaklaşık 86 milyar) oluşan beyin adı verdiğimiz organın esas olarak bilgi işleme konusunda uzmanlaştığını ve *connectome* (beyin bağlantısallığı, bütünlüğü = konnektom) adını verdiğimiz ve artık matematiğini konuşmaya başladığımız bir beyin-zihin arayüzü oluşturduğunu biliyoruz.[9] İnsan

7. Zhu, F., Cizeron, M., Qiu, Z., Benavides-Piccione, R., Kopanitsa, M. V., Skene, N. G., Koniaris, B., DeFelipe, J., Fransén, E., Komiyama, N. H., & Grant, S. (2018). Architecture of the Mouse Brain Synaptome. *Neuron*, *99*(4), 781–799.e10. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.07.007.

8. İnsan Konnektomu Projesi: www.humanconnectomeproject.org; İnsan Beyin Projesi: www.humanbrainproject.eu.

9. Herculano-Houzel, S. (2009). The human brain in numbers: a linearly scaled-up

beyin/konnektom projeleri başladığında temel amaç "İnsan nasıl düşünüyor?" sorusuna bir bilgisayar modelleme elde etmekti. *Blue Brain Project* kapsamında 2015 yılında Zürih'ten Markram'ın laboratuvarından ilk önemli yanıt geldi (Şekil 2).[10] Bu çalışmada ilk kez canlı bir hayvanda (fare) ve sadece 31.000 nöronda, düşüncenin-karar verme modellemesinin videosu ve bunun matematik modellemesi (Şekil 3) elde edildi. Bu önemli bir devrimdi çünkü insanlık ilk kez beyin nasıl düşünce oluşturuyor sorusuna matematik diliyle bir yanıt verebilmeyi denedi.

Beynin nasıl düşünce ürettiğini ve yaşantılarımızın nasıl bir gerçeklik modellemesi oluşturduğunu anlamak için 7-8 yıl önce yola çıkıldığında özellikle dört alandaki gelişme beyin-bilimcilere cesaret ve teknolojik güç veriyordu, çünkü beynin nasıl zihin oluşturabildiği sorusunun aslında gerçekten de zor bir soru olduğuna ve bu bilim yolculuğunun insanlığı yeni bir yaşam kültürüne ulaştırabileceğine dair sezgisel bir beklenti vardı. Bu yaşam algımızı değiştirebilecek nörobilim araştırmaları sürecini hazırlayan dört alan şunlardı:

1. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler.
2. Nöronal ağ kavramı üzerine inşa edilmeye başlanan makine öğrenmesi, Yapay Zekâ alanındaki gelişmeler ile enformasyon doğasının ve işlenmesinin ilkelerinin öğrenilmeye başlanması.
3. MRI teknolojisinin beynin bağlantısallığını detaylandırarak ortaya koymaya başlaması, uzun süreden beri bilinen beynin plastisitesi (beynin bilgi işleyen ağlarının bilişsel ya da anatomik ihtiyaçlara göre şekillenmesi).
4. Big Data (büyük veri) işleyebilir hale gelinmesi.

1. Bilgisayar Teknolojisinin Beynin "Yaşantı Modellemesini" Taklit Edebileceği Varsayımı

Bu çalışmanın ilk sonuçlarından biri, insan beyninin "yaşam" adını verdiğimiz en geniş ilişkiler/enformasyon işleme bütünlüğünün modellemesini nasıl yaptığını, gerçekliğin zihin modelle-

primate brain. *Frontiers in human neuroscience, 3*, 31. https://doi.org/10.3389/neuro.09.031.2009.

10. Markram, H. ve ark. (2015). Reconstruction and simulation of neocortical microcircuitry. *Cell*, *163*(2). 456-492.

mesini nasıl oluşturduğunu anlamakta daha ne kadar işin başında olduğumuzu göstermesi oldu. Markram ve ark. çalışmasında matematik modelleme 31.000 nöronluk ağda yapılmıştı; yani insan zihnini anlamak için geride daha yaklaşık "100 milyar eksi 31.000" nöronluk ağı anlamak vardı ve bu elimizdeki bilgisayar sistemleriyle yapılabilecek bir modelleme değildi.[11] Ama bu noktada esas sorunun bilgisayar teknolojisinin yetmezliğinden çok matematikte ulaştığımız noktadaki nitelik yetmezliği olduğunu anladık. Matematik yetmezlikten önce bilgisayar teknolojisindeki yetmezlikle ilgilenelim.

Bilgisayar teknolojimizin yetmezliği 100 milyar nöronun her birinin 10-15 bin başka nöronla oluşturduğu 100 trilyon bağlantısallığın yarattığı bilgi akış biçimlerinin modellemesini yapmaktaki nicelik yetersizliğiydi. Nöronal ağın temel karmaşıklığı her bir nöronun aynı anda tek değil 5-10 ayrı karar sürecine katkı sağlıyor olması ve bu süreçler içinde kararın 0 ya da 1 şeklinde değil 0,1-0,9 gibi zamana bağımlı da değişebilen niceliklerde de olabilmesiydi.

Bilgisayar teknolojisinin beyni nasıl ve ne zaman simüle edebileceğini öngörmek çok zor. Beyin; genler, proteinler, hücreler, sinapslar ve beyin bölge ağlarından oluşan, her biri diğerinin üzerine gelen parça-bütün paradigmalarının-kodlama sistemlerinin iç içe geçtiği sonsuz boyutlu bir ağdır; enformasyon işleyen bir bağlantısal bütünselliktir. Bu enformasyon sistemlerinin hepsi dinamik şekilde değişmekte olan bir nöroelektrokimyasal varoluş içerisinde çalışır.

Algılarımız ve davranışlarımız, duygularımız, düşüncelerimiz; elektrokimyasal zincirleme tepkimelerin bu ağlardan birer enformasyon ırmağı tarzında akmasıyla oluşur. Bu elektrokimyasal ırmakların, nöron ölçeğinde olmasa da 200-300 milyon nöronun fonksiyonel bir ünite birlikteliği şeklindeki "bilgi ırmağı" yapısına ve bunun günümüzde bir arada (Manyetik Rezonans Görüntüleme: MRI) bütünlüğüne *connectome*=konnektom=nörozihin adını veriyoruz (Şekil 4). Bugün için ancak konnektomun giderek detaylanan işlevsel ünitelerinin birlikteliğini görüntüleyebilir durumdayız; gelecekte belki de her nöronun aktivitesini "görüntüleyebileceğiz". Beynin enformasyon ırmaklarının, o kişinin varoluş nitelikleriyle ilişkisinin ortaya konulması bazı psikiyatrik

11. Markram, H. ve ark, *a.g.e.*

hastalıklara yeni anlayışlar getirmeye başladı. Sözgelimi otizm, OCD, şizofreni, alkolizm gibi hastalıkların beyin bağlantısallığındaki değişimin sonucunda oluşabilecek konnektom=nörozihin hastalıkları olabileceği düşünülmeye başlandı.[12]

Bu bütünselliğin herhangi bir alt paradigmasını (atom yapısı, moleküler yapı, hücresel yapı, elektriksel organizasyon gibi) görmezden gelebileceğimize dair herhangi bir bilimsel kanıt olmadığından, beynin bu becerilerine yaklaşmanın tek yolu hepsini modellemek ya da taklit etmektir. Günümüz için tahayyül etmenin bile imkânsız olduğu bu amaca ne zaman ulaşabileceğimiz, bu enformasyon ağlarını gerekli çözünürlük seviyesinde matematik ile anlayabilmemize bağlıdır. İşte bu ihtiyaç, 2015 sonrasında, 1992'den beri bilinen ama yeterince geliştirilmesine ihtiyaç duyulmamış Bayesian Matematiğin hızla gelişmesine yol açtı.[13]

Henry Markram *IEEE Spectrum* dergisindeki röportajında şöyle diyor:[14],

> Her bir molekülü ve tüm hallerini ne zaman simüle edebileceğimiz konusunda spekülasyon yapmanın anlamı yok. Molekül gruplarının simüle edildiği kaba bir simülasyonun çözünürlüğü de zaten beynin tepkilerini gösterecek yükseklikte olamaz. O çözünürlükte insan beyninin simülasyonunu yapmak için yotta ölçeğinde süper bilgisayarlar gerekir (yani bugün ancak daha ufukta beliren exa ölçekli makinelerin bir milyon katı güçlü). Bir fare beyni için zetta ölçeğinde bilgisayar gerekirken bir ıstakoz beyni için exa ölçeği gerekli olur. Bugünün petra ölçekli bilgisayarları (Rotifera gibi) bir solucanı düşük çözünürlükle modellemeye ancak yeter. Unutmayalım ki insan beyninin yüksek çözünürlüklü simülasyonlarını yapabilmek için ihtiyacımız olan bilgisayarlar muhtemelen onlara ayrılmış bir nükleer enerji santralinin çıktısı kadar enerji tüketecektir. Beynin daha da yüksek çözünürlüklü işlemler yapmak için sadece bir muz tüketmeye ihtiyacı olduğunu düşünürsek bilgisayar teknolojisinin beyni modelleyebilmesine daha çok zaman olduğunu anlayabiliyoruz. Eğer detaylı, hücresel boyutta çözünürlük sağlayarak detaylı moleküler tepkileri soyutlaştırmayı başarırsak

12. Hotz, R. L. (2012, Ocak 24). Probing the brain's mysteries. *Wall Street Journal*. https://www.wsj.com/articles/SB10001424052970203750404577175331430981986.
13. Meyniel, F. (2016, Temmuz 6). A Bayesian approach to the brain. *Dana Foundation*. https://www.dana.org/article/a-bayesian-approach-to-the-brain/.
14. Editors (2017, Haziran 21). Henry Markram talks brain simulation. *IEEE Spectrum*. https://spectrum.ieee.org/artificial-intelligence/medical-ai/henry-markram-talks-brain-simulation.

insan beyin simülasyonuna yaklaşırız. Önümüzdeki birkaç on yılda mobil cihazlar muhtemelen peta ve exa ölçekte bilgi işleme gücüne ulaşacak veya en azından bu güce buluttan erişebilecektir.

Günümüz bilgisayarları petabyte düzeyindedir, sanırım 2022-2025'te exa mümkün olabilecek. İnsan beyni simülasyonu için gerekli yotta düzey bilgisayar ne zaman mümkün, o konuda bir öngörüm yok.

Solucan beyni: peta (günümüz)

Balık beyni: exa (2025 + \ -2y)

Fare beyni: zetta
İnsan beyni: yotta

BOYUT	SEMBOL	ADI
8Bits	Byte	Byte
1000 Bytes	KB	Kilobyte
1 000 000 Bytes	MB	Megabyte
1 000 000 000 Bytes	GB	Gigabyte
1 000 000 000 000 Bytes	TB	Terabyte
1 000 000 000 000 000 Bytes	PB	Petabyte
1 000 000 000 000 000 000 Bytes	EB	Exabyte
1 000 000 000 000 000 000 000 Bytes	ZB	Zettabyte
1 000 000 000 000 000 000 000 000 Bytes	YB	Yottabyte
1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 Bytes	XB	Xenottabyte
1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 Bytes	SB	Shilentnobyte
1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 Bytes	DM	Domegemegrottebyte

Markram şöyle devam ediyor:

Bu şu anlama gelir: Bu yüzyıl sona ermeden cep telefonumuzda insan beyninin düşük çözünürlüklü dijital kopyaları olabilir. Nispeten yüksek çözünürlüklü fare beyni modelleri ve daha da yüksek çözünürlüklü kuş, sinek, arı ve karınca beyni modellerimiz de olabilir.
Eğer beynin ve hücrelerinin hücresel yapılarının inceliklerinin, beynin temel tepkilerini yeniden yaratmak için gerekli olmadığını varsayarsak, hücrelere basit entegrasyon nodları muamelesi yapabilir, tüm beyni bir nöronal noktalar ağına indirgeyebiliriz. Bu işe yararsa da, bilgi işleme gücümüz prensipte insan beynini simüle etmeye yeterli olabilir. Sorun şu ki biçimsel ve sistematik bir bilimsel soyutlamalar serisi ile karmaşıklığı bu çözünürlüğe indirgemek için elimizde insan beyninin yüksek

çözünürlüklü bir dijital rekonstrüksiyonu olması gerekliliğidir. İnsan beyninin bu şekilde bir dijital kopyasını inşa etmeye başlamak prensipte bugün mümkün olsa da bilim insanları ve politikacılar arasında halen yeterli ortaklık ve işbirliği gerekli seviyeye gelmemiştir. Bir adım öteye gidip tüm biyolojik tepkileri bir kenara koyup milyarlarca yıllık biyolojik tasarım tekrarını baypas edebilecek ve insan beyninin sadece girdi/çıktı transferi işlevlerini bir tür derin öğrenme ağı içerisinde taklit edebilecek olsak, beyinimsi becerileri daha erken bile başarabiliriz. "Eğer"ler çok, ama bunu başaranların elde edeceği varlık ve güç daha fazla ki zaten yapay zekânın yeniden parlaması da bundandır.

2. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi

YZ alanı, 1950'lerde ortaya çıkmaya başladıktan[15] belki elli yıl sonra (Şekil 5) sinir ağları kavramı ortaya çıktı; YZ katmanları ve enformasyon girdisinin ağları nasıl şekillendirip bir karar çıktısı verebileceğinin ilkeleri öğrenilmeye başlandı. Gerçek nöral ağların yapısı, yapay sinir ağlarının matematiğinin geliştirilmesinde yardımcı oldu. Beyin ağlarının yapılanmasını anlamaya çalışmak karmaşıktan basite indirgemeye dayalı bir yöntem gerektirirken, YZ bize basitten daha karmaşığa gidebilecek daha anlaşılır bir modelleme yapabilme cesaretini verdi.[16]

3. MRI Teknolojisi / DTI / İnsan Konnektom Projesi

MRI teknolojisinin beynin bağlantısallığını detaylandırarak ortaya koymaya başlaması, uzun süreden beri bilinen beynin plastisitesinin (beynin bilgi işleyen ağlarının bilişsel ya da anatomik ihtiyaçlara göre şekillenmesi) anlaşılmaya başlanmasıdır.

İnsan Konnektom Projesi (Human Connectome Project-HCP), insan beynindeki bağlantısallığın, yani nöronlar arasındaki bağlantıların haritasını çıkararak, insan beyninin fonksiyonları ve davranışlarını anlamayı hedefleyen, uluslararası bir projedir (bkz. 2. Bölüm Yayımlanmış Yazılar).

15. Wikipedia contributors. (2020, Eylül 4). History of artificial intelligence. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Erişim tarihi: 6 Eylül 2020) https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_artificial_intelligence&oldid=976644595.

16. Piccinini, G. (2004). The first computational theory of mind and brain: A close look at Mcculloch and Pitts's "Logical calculus of ideas immanent in nervous activity". *Synthese 141*, 175–215. https://doi.org/10.1023/B:SYNT.0000043018.52445.3e.

4. Büyük Veri İşleyebilmek

Big Data, yani büyük veriyi işleyebiliyor olmanın da beynin ya da diğer enformasyon işleyen sistemlerin nasıl çalıştıklarını anlamada yardımcı olacağı elbette ortadaydı. Ancak kısa sürede anlaşıldı ki büyük veri "bilgi" değildi. Verinin "bilgi" olabilmesi için bağlantılandırılabilmesi gerekiyordu. Bağlantısallık ise sistemler ne kadar karmaşık ise o kadar zorluk ortaya koyuyordu. "Kaos", lineer düşünceye sahip Descartes-Bacon-Newton biliminin çocukları olarak, var olan verinin belirli bir matematiksel modelleme ile anlaşılamamasına verdiğimiz isimdi.[17] Yani esas olan sonsuz miktardaki veriyi toplayabilmek değil, bu veriyi anlamlandırarak bağlantı modellemeleri olan kodlama sistemlerini ve bu sistemlerin parça-bütün ilişkilerini matematiğe dönüştürebilmekti. Bu yaklaşım Capra ve Luisi'nin *The Systems View of Life* adını verdiği lineer olmayan, bütüncül bir bakış açısı gerektiriyordu.[18]

Sonuçta bu dört önemli güç ile (bilgisayar teknolojisi, MR görüntüleme teknolojisi, yapay zekâ, büyük veri) donanmış olarak çıktığımız "beyin nasıl zihin üretiyor?" sorusuna yanıt bulma yolculuğu, her gerçek bilim yolculuğu gibi cevaplar bulmamıza değil yeni sorular üretmemize yol açtı. Beyni modellemek için bilgisayar teknolojimizin yetersiz olduğunu yukarıda özetlediğim gibi anlamak bu çalışmaların sadece 2-3 yılını aldı. MRI teknolojimizin ise 100 milyar nöronun bağlantısallığını modellemekten henüz uzak olduğunu, 200-300 milyon nörondan oluşan ortak işlev elektrokimyasal ırmaklarını görüntüleyebildiğimizi anladık, bu da önemliydi ama istenilen detaydan uzaktı. Yapay zekâ ancak emeklemekte olduğundan kavramsal yenilikler dışında bu bilgi işleme kompleksini anlamada hedeflenenden az yarar sağladı. Büyük veri ise bağlantısallık kurulabiliyorsa verinin bilgi olabileceğini bize öğretmesi dışında insan beyni ile ilgili sorularda kavramsal analizler dışında devrimsel bir yarar sağlayamadı.

Ama insan nasıl düşünüyor sorusuna ilk kez tümdengelim dışında bir yanıt verilebilir duruma gelindi. Bu aslında yeterince büyük bir devrimdi çünkü doğru soruyu sormak aslında doğru

17. Oestreicher, C. (2007). A history of chaos theory. *Dialogues in clinical neuroscience*, *9*(3), 279-289.
18. Capra, F. & Luisi, P.L. (2014). *The Systems View of Life.* Cambridge University Press.

cevabı bulmaktan daha önemlidir. Beynin bağlantısal bütünlüğünü anlamak için gereken, gelişmiş bilgisayar sistemleri, daha yüksek Teslalı MRI cihazları, daha büyük veri tabanları ya da makine öğrenmeleri değil, esas olarak yeni bir matematikti.

Bu matematiğin adını ilk kez 2019'da *The Science of Consciousness* adlı konferansta UMass öğretim üyesi Christopher Fuchs ve Cambridge'den Roger Penrose'dan duydum ve anlamaya çalıştım:[19] Bayesian Matematik. Burada ifade etmeliyim ki Bayesian Matematiği bir fizikçi veya matematikçiden dinlemelisiniz. Olasılık ve öngörü matematiği olarak anladığım bu "yeni" alan, aslında adını 18. yüzyılda yaşamış matematikçi Thomas Bayes'den almış. 2015'ten beri de sadece nörobilim değil bilgi işleyen sistemleri araştıran tüm yeni alanların ihtiyaç duyduğu yeni bir matematik alanı olarak geliştirilmekte.[20,21] Hatta matematiğin en önemli ödülleri Fields ve Abel ödüllerini 2015'ten bu yana "Bayesian Matematik" alanında çalışanlar kazanmaktalar.

Bu matematik alanı aslında 1780'lerde Leibniz'in, MÖ 500'lerde ise Elea, İtalya'da kendilerine sorduğu kaplumbağa-tavşan yarışının matematiği idi.[22] Yarışa önde başlayan kaplumbağa, tavşan birim zamanda hep yarı mesafeyi kapatsa bile, o zamanki kalkülüse göre hiçbir zaman tavşan tarafından geçilemeyecekti. Oysa Leibniz yaşamda her tavşanın önündeki kaplumbağayı geçebildiğini biliyordu. Öyleyse matematik bu gerçeği anlamak ve anlatmakta yetersizdi. Türev ve integral (Newton'un da eşit katkılarıyla diyelim) böylece ortaya çıktı.[23] Günümüzde kullandığımız integral işareti Leibniz'in seçtiği işarettir.[24] Burada anlatmak istediğim türev-integral değil. Anlatmak istediğim, bilim dilinin, hangi disiplinlerden olursa olsun "anlaşılamazların" gelip darboğaz yaptığı yerde yeni bir anlayışla, modellemeyle yeni bir

19. Fuchs, C. (2019). The Science of Consciousness Conference [Video], Interlaken, Switzerland. *YouTube*. https://www.youtube.com/watch?v=5pYmTMCvHM4.
20. Stigler, S. M. (1990). *The history of statistics*. Harvard University Press.
21. Joselle. (2020). From coin flipping to branching universes. Mathrising; https://mathrising.com/?p=1745.
22. Wilson, C. (1989). *Leibniz's Metaphysics: A Historical and Comparative Study*. Princeton University Press.
23. Smith, K.J. (2012). *Nature of Mathematics* (12th ed.). Brooks/Cole.
24. Wikipedia contributors. (2020, Ağustos 4). Integral symbol. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. (Erişim tarihi: 6 Eylül 2020); https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Integral_symbol&oldid=971180935.

bakış açısı ile anlaşılmazı anlaşılabilir hale getirmesidir. İşte bilimin bu paradigma değişiklikleri esas devrimleri yaratan kavram yenilenmeleridir. Bunlar, tarihin sıçradığı noktalardır. Bayesian matematik bize beyin nasıl düşünce ve zihin üretiyor sorusuna düşünce tarihinde ilk kez, ilkel de olsa bir yanıt verebilme imkanı tanıdı; en azından bu soruyla bilim, cevap kapısını aralayıp ayağını oraya koymayı başardı. Bayesian matematik yalnız nörobilimin kaldıracı olmadı;[25,26] aynı zamanda eşzamanlı ortaya çıkan diğer bilim sahalarında da insan düşüncesini geliştiriyor.[27] Sözgelimi "deterministik sistemlerin er geç kaotik sonuçlar üretebileceğinin matematiği" ya da "enformasyon işleyen sistemlerin er geç zekâ üretebileceğinin (=*autopoiesis* –özyaratım–)" modellemesini yapabilmeyi sağladı.

II. BAĞLANTISAL BÜTÜNSELLİK BİLİMSEL YÖNTEMİ NASIL DEĞİŞTİRDİ VE YENİ BİLİM YENİ BİR KÜLTÜR OLUŞTURUR MU?

Kültürü oluşturan tüm öğeler; sanatın ve bilimin dalları, ekonomi, hukuk, eğitim yani insana ait tüm değerler birbirlerine bağlı havuzlar gibi "değerleri biriktirirler". Birinin birikimi er geç diğerinin boşluğu ya da daha doluluğu ile dengelenir, yani toplumların uygarlığı oluşturan öğeleri birbirleriyle sıkı etkileşim halindedir. Örneğin edebiyatı iyi olan kültürlerin sineması da bundan olumlu etkilenir, sinema sanatının niteliği mizah anlayışını da etkiler, bu beraberinde siyasi kültürü etkiler, vb. Bilim özelinde de durum benzerdir: Tüm bilim dalları birbirleri dolduran ya da boşaltan şekilde etkileşimdedir. Tarihin bazı dönemlerinde bazı bilim dalları bilinmezin soğuk denizinde buzkıranlık yaparlar ve diğer "havuzlar" bilimsel verinin önce keşfedilip biriktiği bu bilim alanından akan bilgiyle dolmaya başlar. Bu diğerlerini de

25. Patel, R. S., Bowman, F. D., & Rilling, J. K. (2006). A Bayesian approach to determining connectivity of the human brain. Human brain mapping, 27(3), 267-276; https://doi.org/10.1002/hbm.20182.
26. Joshia, A. A., Joshia, S. H., Leahy, R. M., Shattuck, D. W., Dinov, I. and Toga, A. W. (2010) Bayesian Approach for Network Modeling of Brain Structural Features. Medical Imaging 2010: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging. Molthen, R.C., Weaver, J. B. (Ed.). SPIE, 7626.
doi: 10.1117/12.844548.
27. Meyniel, F., *a.g.e.*

etkiler. Değiştirici önderlik, örneğin 20. yüzyılın ilk yarısında fizik özellikle teorik fizikteydi, 19. yüzyılın ikinci yarısındaki kimyanın liderliğinden devralmıştı buzkıranlığı. Plank, Einstein, Bohr bilimin bayraktarlığını teorik fizikle yaptılar ve bu havuzda biriken enformasyon öncelik ve özellikle canlılık anlayışını değiştirdi ve Schrödinger 1943'te teorik fizikten modern biyolojiyi ve genetiği doğuran soruyu sordu: "*What is Life?* Yaşam Nedir?"[28]

Bilim, doğru cevapları buldukça gelişir, doğru soruları sordukça ise yeni düşünce-zihin-kültür katmanları yaratır. Bilimde doğru cevap çok kıymetlidir, ufuktaki karaya ulaşmak gibi, ancak doğru soruyu sorabilmek daha da kıymetlidir, bilinmezin okyanusunun ufkunda yeni bir karanın varlığını ilk görmeye benzer. Bilimde soruyu sorabilmenin doğru yanıtı vermekten daha önemli olduğunun güzel örneklerinden biri de Schrödinger'in 1932'de Nobel almasını sağlayan bilimsel cevabını bilenlerin; 1943'te sorduğu "Öyleyse fizik hayatı nasıl açıklıyor?" sorusunu bilenlerden çok daha az olmasıdır. Doğru soru yeni paradigmayı görür, doğru yanıt ona ulaştırır.

1943'te görülen "altın kıtaya" 1953'te DNA yapısının anlaşılmasıyla ayak basıldı.[29] Ardından bilimin paradigma yaratıcı buzkıran gemisi olma görevi fizikten moleküler biyoloji ve genetiğe geçti. 2003'te insan genom projesinin açıklanmasıyla artık "hastalıklara çare bulacağımız yol haritasını" bulduğumuzu düşündük. Ancak durumun böyle olmadığını 2018'de, genom projesinin açıklanmasının 15. yılında, genom bilgisinin bilinen hastalıkların %10'dan azının tedavisine doğrudan katkı sağladığını *Nature* ve *Science*'da yapılan değerlendirmelerden rakamsal olarak öğrendik. Yani genom bir genetik kodlamaydı ki bunu bilmek elbette önemliydi ve bilimde ve kültürde bir "genetik çağ" dönemi yaşamamıza yol açtı. Bu dönemde "gen" kader oldu. Gen, esas belirleyici idi, bencildi, hassastı. Genetik yapımız kadar zeki, sosyal, verimli, hasta ya da beceriksizdik, ta ki insani özelliklerimizin düzinelerce hatta belki de yüzlerce genin etkileşimiyle oluştuğunu keşfedinceye dek.[30]

28. Schrödinger E. (1967) *What is life? (1943), Reprinted as "What is life? & mind and matter"*. Cambridge University Press.

29. The Discovery of the Double Helix, 1951-1953. (n.d.) The Francis Crick Papers. Profiles https://profiles.nlm.nih.gov/spotlight/sc/feature/doublehelix.

30. McKie, R. (2020, Haziran 21). 'The wondrous map': how unlocking human DNA changed the course of science. *The Guardian;* https://www.theguardian.com/

Halbuki 2010'lardan itibaren genetik kodun üzerinde bir başka paradigmanın olduğunu, gen kodlamasının oluşturduğu bu yeni kodlama sisteminin, genetik kodlamanın sınırlarını ve etkilerini çok aştığını anladık. Bu yeni paradigma epigenetikti.[31] Aslında yüksek sayılı, erken yaşta ayrılıp farklı çevrelerde yetişip, büyümüş tek yumurta ikizlerinde yapılan çalışmalarda genin kader olmadığını, en azından kişinin içinde bulunduğu zihin ve çevre bağlantısallığı açısından temel belirleyici olmadığını öğrendik.[32]

Gen sayısının da canlı türünün karmaşıklığı ve "gelişmişliği" açısından bir belirleyici olabileceğine dair önyargımız vardı. İnsan genom projesinin ilk yıllarında, mademki insan türü en "zeki", "karmaşık" ve "gelişmiş" canlıdır, öyleyse sahip olduğu gen sayısı çok fazla olmalıdır diye düşünülmekteydi. Bu nicelik beklentisi, teknoloji ilerleyip veriler beklenenden daha çabuk ve ucuz gelmeye başlayınca, giderek düştü. Günümüzde biliyoruz ki insan genomu muhtemelen 20.000 civarında gene sahip,[33] muzda ise 36.000 gen var.[34] Yani "eşref-i mahlûkat", kendi tanımımız olan en zeki, en gelişmiş canlı olan insan, genlerinin niceliği nedeniyle değil, genlerinin birbiriyle olan bağlantısallığı nedeniyle "karmaşık" bir zenginliğe sahipti. Bu genler arası bağlantısallık bütünselliğinin bilimi epigenetik olarak tanımlandı.[35] Epigenetik, genlerin kodlama sisteminin üzerinde yaşam ağının yeni bir enformasyon işleme katmanı olarak, yeni bir bilim paradigması biçiminde,

---

science/2020/jun/21/human-genome-project-unlocking-dna-covid-19-cystic-fibrosis-molecular-scientists.

31. Kanherkar R. R., Bhatia-Dey, N., Csoka, A. B. (2014). Epigenetics across the human lifespan. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, *2*, 49.

32. Edmonds P. (2018). These twins will make you rethink race. *National Geographic*. https://www.nationalgeographic.com/magazine/2018/04/race-twins-black-white-biggs.

33. Ezkurdia, I., Juan, D., Rodriguez, J. M., Frankish, A., Diekhans, M., Harrow, J., Vazquez, J., Valencia, A., & Tress, M. L. (2014). Multiple evidence strands suggest that there may be as few as 19,000 human protein-coding genes. *Human molecular genetics*, *23*(22), 5866–5878. https://doi.org/10.1093/hmg/ddu309.

34. D'Hont, A., Denoeud, F., Aury, J. M., Baurens, F. C., Carreel, F., Garsmeur, O., Noel, B., Bocs, S., Droc, G., Rouard, M., Da Silva, C., Jabbari, K., Cardi, C., Poulain, J., Souquet, M., Labadie, K., Jourda, C., Lengellé, J., Rodier-Goud, M., Alberti, A., ... Wincker, P. (2012). The banana (Musa acuminata) genome and the evolution of monocotyledonous plants. *Nature*, *488* (7410), 213-217; https://doi.org/10.1038/nature11241.

35. Kanherkar R. R., Bhatia-Dey, N., Csoka, A. B. (2014). Epigenetics across the human lifespan. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, *2*, 49.

bilim evreninde yeni bir kodlama olarak yerini aldı. Genetik ve epigenetik bilimlerinin kültür yapıcı etkileri birbirlerinin aşırılıklarını giderecek şekilde gelişti. Bu da aslında bilimin kültürü nasıl etkileyebileceğini gösteren iyi bir örnek olarak verilebilir.

Bağlantısal Bütünsellik, bir bilim alanındaki bir paradigma yenilenmesi olmaktan çok bilimsel yöntemde bir yenilenmedir. Bu nedenle yaratabileceği etkiler belirli bir bilim alanını değil tüm bilimsel anlayışı değiştirecek nitelikte olabilir. Bu etkileme benzer şekilde kültürün bütününü, uygarlığımızın niteliğini kökten etkileyecek kadar önemli olabilir. Bağlantısal Bütünsellik, bir bilimsel yöntem olarak, bugünkü uygarlığımızı yaratan tümdengelim ve ona sarmallanmış ve çoğu zaman onunla bütünleşmiş tümevarım yöntemlerinin üzerine eklemlenmekte olan yeni bilim metodudur. Bağlantısal Bütünsellik anlaşılmaya çalışılan "şeyi" parçalara ayırıp yapıtaşlarını tanımlayıp, o yapıtaşları üzerinde deneyler yapıp bütün hakkında veri elde etmeye çalışmaz (bu tümevarımın yöntemidir). Bu yeni yöntemde parçalar değil parçaların birbirleriyle ve bütünle ilişkileri esastır. Varlığın o küme ya da katmanını oluşturan kodlama sistemi esastır, o kodlama üzerinden bağlantısallık içinde olan parçalar değil. Sözgelimi 3-4 ay önce sizinle tanışıp biraz bu kitap üzerine sohbet etmiş olduğumuzu ve bugün bir başka fırsatla yeniden karşılaştığımızı ve sohbete kaldığımız yerden devam ettiğimizi düşünün. Sizin ve benim bedenlerimizdeki 37 trilyon hücreyi oluşturan atom ve moleküllerin, hücrelerin neredeyse tamamı geçen süre içerisinde değişmiş olacaktı.[36,37] Yani bütünü oluşturan parçalar tamamen değişse bile varlığı oluşturan, parçaları ilişkilendiren iç içe geçmiş kodlama sistemleri aynı ya da büyük oranda aynı olduğu için tanışıklık ve konu üzerindeki zihinsel etkileşim, sohbet devam edecekti. Yani varlığın "oluşunu", istikrarını sağ-

36. Bianconi, E., Piovesan, A., Facchin, F., Beraudi, A., Casadei, R., Frabetti, F., Vitale, L., Pelleri, M. C., Tassani, S., Piva, F., Perez-Amodio, S., Strippoli, P., & Canaider, S. (2013). An estimation of the number of cells in the human body. *Annals of human biology*, *40*(6), 463–471. https://doi.org/10.3109/03014460.2013.807878.

37. Milo, R., Jorgensen, P., Moran, U., Weber, G., & Springer, M. (2010). BioNumbers--the database of key numbers in molecular and cell biology. Nucleic acids research, 38 (Database issue), D750-D753. https://doi.org/10.1093/nar/gkp889; http://book.bionumbers.org/how-quickly-do-different-cells-in-the-body-replace-themselves.

layan esas unsur parçalar değil, o parçaların bütünü oluşturan ilişkiler ağı, bu bağlantısallığın zaman içerisinde sabit kalan enformasyon işleme sistemleridir. Bu iç içe geçmiş parça-bütün ilişkilerinin bir aradaki bütünlüğü, varlığı; en geniş kümede yaşam ağını oluşturmakta.

Bağlantısal Bütünsellik, tümdengelim ve tümevarım bilimsel yöntemlerinden farklıdır. Tümdengelim, hipotezler öne sürüp hipotezlerin doğruluğunu kabullenir. Tümevarım ise, varlığın yapıtaşlarından, değişmeyen en küçük parçasının tekrarlayan oluşlarıyla varlığı meydana getirdiğini kabullenip (tümdengelimden farklı olarak), öne sürülen hipotezi deneysel yöntemle yeteri kadar test ettikten sonra "bilinenlere göre doğru" olduğunu kanıtlar. Bağlantısal Bütünsellik her ikisinden de ayrılır.

Bağlantısal bütünsellikte esas olan parçalar değil, onların birbiriyle ilişkisi yani bağlantısallığıdır. Parçalar arasındaki bu bağda esas, o oluşun kodlama biçiminin işlediği enformasyondur. Yani tümdengelimde kavramlar önemlidir; tümevarımda bu kavram bir hipotez öne sürer ve bunu o oluşu meydana getiren yapıtaşlarına indirgeyip hipotezi yeterli sayıda deneye tabi tutar. Tümdengelimin üzerine eklemlenen tümevarımda bütünün esası, onu oluşturan yapıtaşıdır. Yani bugünkü eşsiz uygarlığımızı oluşturan Descartes-Bacon-Newton biliminde fizik evrenin yapıtaşı atom, beden dediğimiz biyolojik evrenin yapıtaşı hücre, beynin yapıtaşı nöron, toplumun yapıtaşı insan, dilin yapıtaşı ise sözcüklerdir. Oysa bugünkü uygarlığımızı değiştirmeye aday bağlantısal bütünlük yönteminde ise tüm bütün-parça ilişkilerinin temelinde enformasyon vardır. Varoluş, o oluş kümesine, katmanına ait kodlama biçiminin, o varoluşa özgü enformasyonu işlemesiyle oluşan (varoluşun parçaları arasındaki) bağlantısallığı belirlemesiyle meydana gelir.

Nörobilim alanında Descartes-Bacon-Newton bilimimizin belirlediği yapıtaşı 1903'te Cajal'ın çizimlerinden bu yana nörondur.[38] Ancak "beyin nasıl zihin oluşturuyor?" sorusu, bize yanıt için öncelikle esas olanın nöron değil, nöronlar arasındaki bağlantısallığı anlamak olduğunu öğretti. Anladık ki bu bağlantısallığı anlamak için yeni bir matematik dili gerekli; işte geliştirilen Bayesian mate-

38. Llinás, R. R. (2003). The contribution of Santiago Ramon y Cajal to functional neuroscience," *Nat. Rev. Neurosci., 4*(1), 77-80.

matik, herhangi bir varoluş ağının parçaları arasındaki ilişki ağını anlamakta kullanılıyor. Bu matematik dilinin ister konnektom, ister Laniakea, ister metro sistemleri, ister anjiojenez, ister karsinojenez, ister sosyolojik ilişkiler, ister iklimbilim, ister makine öğrenmesi ya da ister merak eyleminin anlaşılmasında kullanılabilirliği bu yeni bilimsel yöntemin, bağlantısal bütünsellik, teorik temellerini oluşturdu; tümdengelim ve tümevarım yöntemlerine yeni bir kültür oluşturucu katman olarak eklemlenmesini sağladı (belki sağlamakta demem daha doğru). Bağlantısal bütünsellik, değindiğim "-omics" kavramları ile oluştu ve yöntem olarak geliştirdiği Bayesian matematik de bilinen ya da keşfedilmekte olan "-omics"lerin dilini anlama yöntemi oldu.[39]

Bağlantısal bütünsellik bilimsel yönteminin önemini, kültür değiştirici niteliğini daha iyi anlatabilmek için bilim tarihi ve bilim felsefesine biraz daha değinmek istiyorum. Bilim insanlığın belirsizlikle verdiği mücadelenin adıdır aslında. Bilim belirsizlikle mücadelenin sonucunda oluşan bir zihinsel eylem değil, bizzat bu mücadelenin kendisidir.

Bilim tarihçisi ya da felsefecisi olmadığımın altını çizerek bilimsel düşünce gelişiminde önemli gördüğüm yedi aşamadan bahsetmenin bu kitaptaki sohbete zenginlik katacağına inanıyorum: Belirsizlik insanın en büyük korkusudur; insan anlamak ve geleceği öngörmek ister. Bu satırlar tam koronavirüs salgınının ortasında yazılıyor, örneği de bununla vereyim. Neden bu salgından korkuyoruz? Cevap açık: "Belirsizlikten". İnsan bil(e)mediği oluşları anlayamaz, olanı anlayamadığı ölçüde gelecek öngörüsüne "belirsizlik" ve insan zihnine korku hâkim olur. Koronavirüs salgınına yanıtta dünyanın ve ülkemizin değişik alt-kültürlerinde, belirsizliğe karşı insanlığın tarihte verdiği tüm yanıtları aynı zamanda yaşadık.

Tarihte insanlığın belirsizliğe karşı verdiği mücadelenin ilk zihinsel ürünü, olanı olanla ilişkisiz, dogmatik nitelikte başka bir olgu ile bağlantılandırmak oldu.

Insanlığın belirsizlikle mücadelesinin tarih içerisindeki önemli gördüğüm aşamalarını buraya sıraladım (eksikler ya da daha önemli paradigma değişiklikleri de olabilir, ama yine de üzerinde çalışılmaya başlanabilecek bir liste diyebiliriz) (Şekil 6).

39. Misra, B., Langefeld, C., Olivier, M., & Cox, L. (2019). Integrated omics: tools, advances and future approaches, *Journal of Molecular Endocrinology, 62*(1), R21-R45; https://jme.bioscientifica.com/view/journals/jme/62/1/JME-18-0055.xml.

1. Doğanın belirsizliğinin dogmalar ve doğaüstü inanç sistemlerine bağlanması.
2. Bilim: Düşüncenin sebep-sonuç ilişkisine dayandırılması.
3. Olasılık.
4. Çift-yarık deneyi: Olasılığın deneyciye göre değişmesi.
5. Deterministik sistemlerin kaotik sonuçlar doğurabileceği.
6. Yaşamın yapıtaşının enformasyon olması ve bilginin enerjiye dönüşebilirliği.
7. Bağlantısal bütünsellik (Bayesian sistemler).
8. *Autopoiesis* (Özyaratım)
9. Yaşam İç İçe Var Olan Kodlamalar Bütünüdür
10. Bilgi, Bulunduğu Bedenden Bağımsızdır

1. Doğanın Belirsizliğinin Dogmalar ve Doğaüstü İnanç/ Kabulleniş Sistemlerine Bağlanması

Bu ilkel sebep-sonuç ilişkisi arama yöntemine tarih boyunca hep tanık olduk, halen de bununla sıkça karşılaşmaktayız. Buna ilginç örneklerden biri, Mezopotamya'da Sümer-Akha Orta Amerika'da Maya uygarlıklarında saptanan karaciğer okuma "bilimi"dir.[40] Karaciğer insan ya da hayvan bedenleri incelendiğinde karın boşluğundaki en büyük ve kan içeren yapısıyla en çok ilgi çeken organdır. Bu uygarlıklarda, gelecekle ilgili ya da geçmişte olup da henüz yanıtsız olan sorulara kâhinlerin kurban ettikleri hayvanların karaciğerlerini "okumaları" üzerinden cevap bulunacağı düşünülürdü.[41] Londra'daki British Museum'da karaciğer okuma sözde-bilimine ait kilden yapılma binlerce yazıt ve karaciğer modeli bulunmaktadır (Şekil 7).[42] Bu tarihsel kalıntıların birinde Sümer kralı gelecekteki buğday rekoltesi hakkında kurban edilen hayvanın karaciğerini okuyan kâhin tarafından "bilgilendirilmektedir". Diğer bir görüntüde ise bir Akhalı iş insanı, babasını kimin öldürdüğünü yine karaciğer "okuyucusu" kâhine danışmaktadır.

---

40. Cavalcanti de A Martins, A., & Martins, C. (2013). History of liver anatomy: Mesopotamian liver clay models. *HPB:The official journal of the International Hepato Pancreato Biliary Association*, *15*(4), 322–323. https://doi.org/10.1111/j.1477-2574.2012.00555.x.
41. Cavalcanti de A Martins, A., & Martins, C., *a.g.e.*
42. https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_K-3999.

Karaciğer okuma mesleğine ait binlerce kilin ve sözde-bilginin dünya müzelerindeki toplam miktarının bir Meydan Larousse ansiklopedisini dolduracak kadar olabileceğini tahmin edenler var.

Günümüzde olup bitene ait sebep-sonuç ilişkisini onunla alakasız "kabullenişlere" bağlamak sıkça rastlanan dogmatik bir düşünce biçimidir. Doğa olaylarının bazı kültürel-ahlaki kabullenişlerle ilişkilendirilmesi gibi. Örneğin ülkemizde her önemli depremden sonra yöre halkının alkol tüketimi ile depremi ilişkilendirdiği görülür. Ya da yaşamakta olduğumuz Covid-19 salgını esnasında ABD'de evangelist din adamlarının virüse seslenerek bazı engellemeler koymaya çalıştıkları video ilginçtir.[43]

Aslında birçok bilim alanında da ilk sorular varoluşun o alanıyla ilişkisiz, sebep-sonuç ilişkisi kabullenişlere bağlı olan dogmalarla başladı. Nörobilim alanında da beynin nasıl bir karakter oluşturduğu sorusuna yanıt kafatasının biçiminde arandı. *Phrenology* denilen bu sözde-bilim alanı aslında bir bakış açısıyla nörobilimin başlangıcı olmuştur (Şekil 8).[44]

2. Bilim: Düşüncenin Sebep-Sonuç İlişkisine Dayandırılması

Bilim, insanlığın belirsizlikle mücadelesinin bizzat kendisidir demiştim. Bilimsel eylem, tarih içerisinde yöntemlerini geliştirmektedir. Aristoteles 2400 sene önce (sözgelimi) 10 kg'lık bir demir kütle ile 1 kg'lık bir demir kütleyi aynı anda düşmeye bıraksa "elbette büyük olan demir kütlenin küçüğünden daha önce yere düşeceğini" belirtmişti. Bu önerme 1600'lü yıllara kadar yaklaşık 2000 yıl insanlık tarafından doğru kabul edildi. Tümdengelim doğru olduğu kabullenilmiş hipotezlerden, önermelerden oluşur. Aslında doğru olarak kabul edilip kavramlaştırılan önerme hipotez de değildir. Tümdengelim kavramsallaştırılan kabullenişin her varoluş için geçerli olduğu varsayımıyla yürür. 1610'larda, Galileo Pisa Kulesi'ne çıkar; büyük ve küçük kütleli iki demir cismi boşluğa bıraktığında görür ki ikisi de yere aynı anda çarpıyor. Der ki "Aristo yanılmış olabilir!"[45] Böylelikle deneycilik başlar.

43. https://twitter.com/turkerkilic/status/1246549308696137729.
44. Editors of Encyclopaedia Britannica (Ed.). (2018). Phrenology. *Encyclopaedia Britannica.* Retrieved from. https://www.britannica.com/topic/phrenology.
45. Lienhard, J.H.H. (2018). *Engines of our ingenuity: No. 166: Galileo's experiment.*

Tümevarım, tümdengelimin üzerine katmanlanır. Bir önermenin, inanışın yani hipotezin doğruluğu, bu hipotezin yeterli sayıda test edilmesi ile anlaşılır. Yeterli sayıda deneyden sonra, doğruluğu daha önce test edilerek kabullenilen "doğruluk-gerçeklik ağı" içinde söz konusu hipotez doğrulanır ya da yanlışlanır. Deneycilikten doğan tümevarım, tümdengelimle eklemlenerek günümüz uygarlığını yaratmıştır. Tümdengelimle tümevarımın ortaklaşması uygarlık tarihimizde Rönesans ve Reform gibi dönüm noktalarını oluşturmuştur. 17. yüzyıl deneycilik aydınlanmasının (öznel bir değerlendirme ile) üç "babası", Descartes-Bacon-Newton (D-B-N) Uygarlığı dediğim ve halen sürmekte olan kendi kültürünü, ekonomisini, tıp anlayışını, şehirleşmesini, insan ilişkileri biçimini, sanat anlayışını yani kısaca yaşam biçimini, anlayışını oluşturmuştur. Binlerce önemli zihnin katkıları ve fikirlerinin birbiri üzerine eklemlenmeleri sonucunda benim de parçası olmaktan onur duyduğum ve Steven Pinker'ın (2018) *Enlightenment Now* kitabında da (Şekil 9) rakamlarla etraflıca anlattığı gibi insanlığın yarattığı en üst düzey uygarlık toplumu, tümdengelim-tümevarım bilimsel yöntemlerinin tarih içinde geliştirilen ve kaynaşan ortaklığında kuruldu.[46] Her ömrün, her uygarlığın olduğu gibi D-B-N Uygarlığının da sonu, değişim gereklilikleri ve yetmezlikleri elbette var. İçinden geçtiğimiz bu kültürün, yarattığımız bu üst düzey uygarlığın yetmezlik alanlarını geçtiğimiz on yıllarda giderek artan ölçülerde özellikle ekoloji, ekonomi, iklim değişiklikleri ve insan ilişkilerinde yaşamaktayız. Nörobilim alanından başlayarak diğer bilim alanlarına da yayılan bağlantısal bütünsellik adını verdiğimiz yeni bilimsel yöntem nasıl tümdengelime tümevarımın eklemlenmesiyle aydınlanma adını verdiğimiz yeni bir kültür ve yaşam anlayışı oluşturduysa bağlantısal bütünsellik yöntemi de Rönesans ve Reform kadar önemli yeni bir kültür ve yaşam anlayışı oluşturacak (Şekil 10).

3. Olasılık

Olasılık kavramı ve matematiği, özellikle gazlar fiziğinin anlaşılması ve bu fiziğin ihtiyaç duyduğu matematiğin oluşturulmasıyla

https://uh.edu/engines/epi166.htm.

46. Pinker, S. (2018). *Enlightenment now: the case for reason, science, humanism, and progress.* Viking.

insan zihnini geliştirmiş, bana göre insanlığın bilim yolculuğunda çok önemli bir kavşak oluşturmuştur. 1870'de James Clerk Maxwell ve Ludwig Boltzmann'ın gaz moleküllerinin durum olasılıklarını anlamak için keşfettikleri Maxwell-Boltzmann denklemi bu alanın akıl geliştirici tarihsel dönüm noktalarındandır.[47]

4. Çift-Yarık Deneyi: Olasılığın Deneyciye Göre Değişmesi

Çift-yarık deneyinin (Şekil 11) ne olduğunu anlatmaya çalışmayacağım. Ancak bir fotonun, deneyi yapan gözlemciye göre dalga ya da parçacık olarak varlık hali ortaya koymasının gözlendiği, Sir John Wheeler tarafından yapılan bir deneydir.[48] Varlığın biçimlenmesindeki olasılığın gözlemleyen tarafından belirleniyor olması ile ilgili UMass öğretim üyesi fizikçi Prof. Christian Fuchs'un İsviçre'de katıldığım bir konferans konuşmasından Wheeler'ın kendi çizimlerini aldım.[49] Çizimlerde (Şekil 12-14), gözlemlenen-gözlemleyen arasındaki bağlantı, yani fotonun parçacık-dalga şeklindeki "varoluş" seçimiyle ilişkili olduğu vurgulanır.

Kitabın en başında da belirttiğim gibi her biri ayrı uzmanlık gerektiren bu konulardan bahsederken hata yapma riski alıyor olsam da amacım, en azından kendi düşünüşüme göre, sinirbilim alanında doğan bağlantısal bütünsellik perspektifi ve bilimsel yönteminin farklı alanlardaki örneklerinden sınırlı miktarda da olsa bahsederek bu bütünselliği en azından "sezdirebilmek". Sadece "Beyin nasıl zihin yaratıyor?" sorusu bile bir insan ömründen çok fazlasını gerektirirken ve bu noktadan yola çıkmışken, bu bilim yolculuğunun bizi taşıdığı "Yaşam nedir?" sorusu, zaten tüm zihinlerin ortak kümesinin "ne"liğini anlama çabasıdır. Bu kitap bir cevap bulma değil doğru soruyu sorma kitabıdır. Birkaç defa yinelenmiş olabileceği gibi bilim cevap vermek değil doğru soruyu sormaktır zaten. İşte, bilimsel yöntemi yenileyen, tümdengelim-tümevarım-bağlantısal bütünlük yöntemlerinin yaşam denilen ilişkiler ağını, iç içe aynı anda farklı kodlama paradigmalarının

47. Brush, S. G. (2003). *The Kinetic Theory of Gases: An Anthology of Classic Papers With Historical Commentary*. Imperial College Press.
48. Wheeler, J. A. (1978). Mathematical foundations of quantum theory. *Proceedings of the New Orleans Conference on the Mathematical Foundations of Quantum Theory, Academic, New York*.
49. https://www.youtube.com/watch?v=5pYmTMCvHM4 – (30. dakikadan sonra izlenebilir).

birlikte varoluşu olarak tanımlayıp, yeni bir "Yaşam nedir?" kavrayışı, anlamlandırışı geliştirilmesine yol açabilecek bir soru bu: *Bağlantısal Bütünsellik Yöntemi Yaşamı Daha İyi Anlayabilmemizi Sağlayabilecek mi?*

5. Deterministik Sistemlerin Kaotik Sonuçlar Doğurma İhtimali ve *Autopoiesis (Özyaratım)*

2019'da, Milano Politeknik Üniversitesi'ndeki bir etkinlikte fizikçi Prof. Fabio Scardigli'nin *Deterministic Chaos in Infinite Quantum Systems* isimli şahane konuşmasını dinledim. Dr. Scardigli, deterministik sistemlerin er geç kaos oluşturacağını ve bunun prensiplerini anlattı (konuşma ile aynı isimdeki kitaba başvurabilirsiniz). Bu aslında bizim gibi D-B-N biliminin Kartezyen, diyalektik düşünceli çocukları için anlaşılması zor bir kavram olabilir. Zaten lineer sistemlerden, non-lineer sistemlere geçişin düşünce zorluğunun bulunduğu yerlerden biri de burası.[50]

Deterministik sistemlerde aynı koşullarda aynı etkenler hep aynı sonuçları verir. Ancak kuantum modellemelerde aynı etken ve nedenlerin farklı sonuçlar doğurabileceğine ait matematik temelli açıklayıcı modellemeler var. Şekil 15-16'da ekran resimleri olan videoda 15 ayrı renkteki sarkacın aynı anda salınımını görmektesiniz.[51] Birbiriyle bağlantısallık içinde bulunan bu 15 sarkaç, her salınımda farklı bir kaotik sonuç, ayrı bir desen yaratmakta ve bu bağlantısallık ağı her atımda aynı bütünlük içinde yeni bir varoluş deseni oluşturmaktadır. Bu 15 sarkacın birbiriyle ilişkisinin yaratabileceği desenlerin matematiğinin, beyindeki 15 nöronun çok daha karmaşık olan bağlantısallığının yaratacağı desenin (örüntü/*pattern*) matematiğiyle aynı olduğunu anladık.

Bu bağlantısallık patterninin-biçeminin-deseninin-örüntüsünün aslında yaşam ağı içinde de benzer şekilde modellenebileceğini düşünün: Örneğin 12-19 yaşları arasında aynı sınıfta olan 15 öğrenciyi düşünün (Lisedeki sınıfımız tam bu örnekteki gibiydi).

---

50. Scardigli, F., Hooft, G., Severion, E., Coda, P. (2017). *Determinism and free will: New insights from physics, philosophy, and theology.* Spinger International Publishing doi: 10.1007/978-3-030-05505-9.

51. O. Ted. (2015). A simple demo of order and chaos and order again – Home made pendulum wave with 15 billiard balls. [Video] *YouTube*; https://www.youtube.com/watch?v=JsIgubUjTck.

Bu öğrenciler temelde aynı bağlantısallıkla (eğitimle) yaşam salınımına bırakılsalar da; 10. yılda, 20. yılda, 30. yılda hatta zihinsel varoluş-etki bağlantısallıkları açısından ömürlerinden sonra örneğin 100. yılda farklı salınım biçemleri ortaya koyacaklardır. Elbette yaşam ağının sonsuz olasılıkları içinde bu 41 öğrencinin salınım modellemesini yapmak, 15 nöronun bağlantısallık ağının zaman içerisinde oluşturacağı enformasyon biçemlerinden daha karmaşık, farklı renkteki 15 sarkaçtan ise çok çok daha karmaşıktır. Ama burada önemli olan bu 3 bağlantısal bütünlük ağının benzer enformasyon işleme modellemeleri olduğu ve nicelik olarak farklı karmaşıklıkta olsalar da nitelik açısından benzer matematik modellemelere sahip olduklarıdır. Bu bağlantısal bütünsellik anlayışı, aynı sebeplerin hep aynı sonuçları doğurduğu kabullenişinden farklı bir düşünce yöntemini gerektirir; yukarıda bahsettiğim, Aristoteles'in farklı kütledeki demirlerin farklı zamanlarda düşmeleri kabullenişinin, Galilei tarafından deneysellik ilkesiyle yıkılması gibi bir anlayış farklılığıdır bu. Bu nedenle bağlantısal bütünsellik, tümdengelim ve tümevarım yöntemlerinin üzerine eklemlenen, yaşam ağını eskisinden daha yetkin anlayıp, anlamlandırabileceğimiz bir bilim katmanı olarak gelişiyor.

Deterministik sistemlerin er geç kaos üreteceğinin fizik ilkeleri Şilili önemli bilim insanı H. R. Maturana ve öğrencisi Francesco J. Varela'nın daha 1972'de ortaya koyduğu[52,53] Maturana ve ark. İle Capra ve ark. tarafından *The Systems View of Life* kitabında yeniden ele alınan *Autopoiesis* (özyaratım), "kendini yeniden ve kendiliğinden üretmek" demektir ve Schrödinger'in 1943 tarihli "yaşam nedir" sorusuyla çok ilişkilidir. (Bu konuda Dr. Serim İlday'ın "Karmaşıklık basitten nasıl ortaya çıkar? Evrensel kuralları var mıdır? ve Schrödinger'in "Hayat nedir?" sorusuna övgü" konuşmasını dinlemenizi öneririm.[54]) Özyaratımın enformasyon bilimindeki karşılığı bilgi işleyen sistemlerin er geç yeni bir bilgi patterni, yani zekâ üretmesidir. Beyindeki bilgi ağlarının kendini geliştirmesi, öğretilen aynı biçemdeki bilgi ağlarının bazı zihin-

52. Maturana H. R. & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. D. Reidel Pub. Co.

53. Capra, F. & Luisi, P.L., *a.g.e.*

54. İlday, S. (2020). "Karmaşıklık basitten nasıl ortaya çıkar? Evrensel kuralları var mıdır? ve Schrödinger'in "Hayat nedir?" sorusuna övgü". [video]. *YouTube*. https://youtu.be/IhZ6lXf6-cE.

lerde herkeste olduğundan farklı bir "salınım" göstermesi daha önce hiçbir zihinde oluşmamış yeni enformasyon bağlantılarının –yaşam modellemelerinin– oluşmasıyla sonuçlanır. Bu sürecin sözcük olarak karşılığı "merak" etme eylemi olabilir. Yani merak etmek, zihnin var olan yaşam modellemelerini, yani gerçekliğin zihinsel karşılıklarını yeni bir biçimde bağlantılandırarak yeni bir yaşantı modeli yaratma sürecidir. Bu özyaratım, var olan enformasyon modellemelerini yeni bir biçemde yapılandırmanın ötesinde yeni bir kodlama ile yapılandırmayı da sağlıyorsa, işte bu yaşam ağının o alanına yeni bir anlayış ve anlamlandırma da getirir ki bu yaratıcılık, bilimsel devrimleri, takip eden dönemde de toplumsal farklılaşmaları sağlar.

6. Yaşamın Yapıtaşının Enformasyon Olması ve Bilginin Enerjiye Dönüşebilirliği

Tümdengelimin ("tümevarımın üzerine katmanlanmış tümdengelimin" demek daha doğru) en önemli yöntem özelliklerinden biri –ki bağlantısal bütünselliğin ilk ikisine eklemlenmesi ile bu "yanıltıcı eksiklikten" kurtuluyor– bütünü, onun özelliklerini taşıyan en küçük parçalara, yapıtaşlarına indirgeyerek, bütünü araştırmak çok zor ve karmaşık olduğunda onun özelliklerine sahip olduğu kabul edilen (tümdengelim) en küçük yapıtaşına yönelerek onu çalışmak paradigması oldu (Şekil 17).

Parça-bütün ilişkisine bağlantısal bütünlüğün getirdiği yeni yöntemsel ve kavramsal değişiklikten daha önce bahsetmiştim. Yaşamın en küçük yapıtaşının, en azından fizik paradigması içinde, atom olduğunu yıllarca kabullendik. Newton'un bilardo topları fiziğinin üzerine Einstein'ın "atomaltı parçacıkları" paradigması katmanlaştıkça aslında evrenin yapıtaşının atom olmadığını anlamıştık; ancak atomaltı parçacıkları tahayyül etmek "bilardo topu" fiziğinden çok daha fazla uzmanlık gerektirdiğinden, kültürel anlayış açısından atom en küçük yapıtaşı olarak halen kabul görmekte.

Bağlantısal bütünsellik, bütünün esas bilimsel temelinin, onu oluşturan parçalar değil bu parçaların birbiriyle ilişkisi olduğunu ortaya koyduktan sonra (beyinde bilgiyi oluşturan esas yapının nöronlar değil nöronların uzantıları üzerinden oluşturdukları enformasyon ağı olmasından yola çıkarak...) yaşamdaki temel

yapıtaşının da her bütünü oluşturan parçalar arasındaki bağlantısallığın bilgisi olduğunu anladık.

Her yaşam "bütünlüğü" bir başka yaşam bütünlüğünün parçasıdır. Her yaşam bütünlüğü yani paradigması, o bütüne-paradigmaya özgü bir kodlama –enformasyon işleme sistemi– kullanır. Tüm kodlama sistemleri birbirlerine dönüşebilirler. Madde kodlama sisteminin-enerji kodlamasına dönüşmelerini sınırlı da olsa kavramak da aslında insanlığın belirsizlikle verdiği mücadelede önemli bir düşünsel ve kültürel kavşaktır. Madde-Enerji dönüşümlerinden daha önemlisi, bilginin enerjiye dönüşümüdür.[55,56,57] D-B-N çocukları için bunu idrak etmek madde-enerji kodlamalarının dönüşümünü anlamaktan daha zor olmuştur.

İlk kez Maxwell, 1867'de bilgi-enerji dönüşümünü bir düşünce deneyi olarak ortaya koymuştur (Şekil 18)[58]. Bu metinde detaylı olarak bu dönüşümün fiziksel, matematiksel temellerini sizlere sunmaya çalışmıyorum, zaten yapamam, ama kavramsal olarak bağlantısal bütünselliğin nasıl kökten yenilikçi, bilimi ve kültürü nasıl değiştirici olabileceğine dair nedenleri ortaya koymaya çalışıyorum. Kabaca Maxwell'in düşünce deneyi farklı iki odadaki gaz moleküllerinin hangisinin diğerlerine göre daha hızlı olduğu enformasyonuna dayanır. Bu bilgiyle biz en hızlı gaz moleküllerini tek odada toplarsak, hızlı hareket edenlerin odası "ısınır"; iki oda arasında doğacak sıcaklık farkı enerji olarak bir başka işte kullanılabilecektir.[59] Horowitz 2016'da bu prensiple çalışan bir mikrobuzdolabı yapmıştır (Landauer, 1961; Sagawa-Ueda, 2008 ve Jarzynski, 2012 bu alanı geliştiren diğer bilim insanları).[60] 300

55. Peterson, J. P., Sarthour, R. S., Souza, A. M., Oliveira, I. S., Goold, J., Modi, K., Soares-Pinto, D. O., & Céleri, L. C. (2016). Experimental demonstration of information to energy conversion in a quantum system at the Landauer limit. Proceedings. Mathematical, physical, and engineering sciences, 472(2188), 20150813. https://doi.org/10.1098/rspa.2015.0813.

56. Parrondo, J., Horowitz, J. & Sagawa, T. (2015). Thermodynamics of information. Nature Phys, 11, 131-139; https://doi.org/10.1038/nphys3230.

57. Information converted to Energy. (n.d.) Quantum Mechanics, *Physicsworld*. https://physicsworld.com/a/information-converted-to-energy/.

58. Wikipedia contributors. (2020, Eylül 4). Maxwell's demon. *Wikipedia, The Free Encyclopedia.* (Erişim tarihi: 6 Eylül 2020); https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Maxwell%27s_demon&oldid=976652594.

59. Information converted to Energy. (n.d.), *a.g.e.*

60. Lutz, E. & Ciliberto, S. (2020). Information: From Maxwell's demon to Landauer's eraser. *Physics Today*. 68:9, 30-35.

basamaklı bir dijital (0-1) enformasyon, sıradan bir bakteriyi birkaç angström (santimetrenin yüz milyonda biri kadar) hareket ettirebilecek enerjiye dönüşebilir.

Bu bölümde anlatmak istediğim, yaşam dediğimiz en büyük ortak zihin kümesinin yapıtaşının enformasyon olduğu ve enformasyonun işlenme biçiminin –kodlamasının– yaşamın o varoluş ağını oluşturan parçaların bağlantısallık niteliği olduğudur. Nörobilimden öğrendiğimiz ilkeler uygulandığında yaşam dediğimiz varoluş ağında her bağlantısallık niteliği, o varoluşun varlık kodlaması, bir diğerine dönüşebilir. Hele ki yaşamın yapıtaşını esasen bağlantısallık enformasyonu olarak tanımladığımızda, bilginin enerjiye dönüşmesi insanlık zihni için bağlantısal bütünselliği anlamakta önemli bir dönüm noktası olabilir.

7. Bağlantısal Bütünsellik (Bayesian Sistemler)

Bu kitabın tamamı aslında zaten bu maddeyi açıklamak üzere yazıldığı için bu kısmı kısa tutacağım.

Bağlantısal bütünselliği, tümdengelim ve tümevarım yöntemlerinin üzerine eklemlenen yeni bir bilimsel yöntem olarak görüyorum. Deneyciliğin (tümevarımın), tümdengelim metodunu yenilemesi nasıl insanlık tarihini aydınlanma ile sıçrattıysa, bağlantısal bütünselliğin insanlığın var olan bilimsel yöntem tecrübesine kaynaşmasıyla belki de daha büyük önemde bir uygarlık sıçraması sağlanabilir (aslında bu satırların yazıldığı "korona günlerinde", bu değişime nasıl da ihtiyaç duyulduğu ortada).

8. Autopoiesis (Özyaratım)

Temelde kendi devamlılığını sağlayan ve kendini yeniden üreten sistemleri tarif etmek üzere ilk kez 1972'de iki Şilili biyolog Humberto R. Maturana ve Francisco J. Varela tarafından tanımlanmıştır. Yeniden üretimlerini sağlayan bileşenlerin bizzat sistem tarafından üretildiği otopoiyetik sistemler, ilk olarak canlılığın organizasyonunu açıklamak ve canlı sistemlerin ayırt edici özelliğini ortaya koymak üzere kullanılmış, sonrasında toplum, hukuk, şirketler gibi sistemleri tarif etmek için ele alınmış ve biyoloji yanında sosyoloji ve sistem teorisi gibi alanlara taşınmıştır.

Benim kendinden-yaratıcılık kavramı ile tanışmam F. Capra'nın P. L. Luisi ile yazdığı *The Systems View of Life* (2014) isimli kitabıyla

oldu. Kitap esas olarak, Descartes-Bacon-Newton bilimi ve kültürünün yetmezliklerini ortaya koyan, yaşamı bir bütün olarak değerlendiren ve inceleyen bir bilime ihtiyaç duyulduğunu söyleyen; karşılıklı bağımlılık üzerine bir sosyal yapılanmanın kültürünü yaratmayı amaçlayan önemli bir metindir. Ancak kendinden-yaratıcılık kavramının en güzel yapılanma biçiminin nörobilimdeki çalışmalar sonuç verdikçe beyinde oluştuğu anlaşıldı. Düşünce zaten kendinden-yaratıcı bir sistem gerektiriyordu. Kendinden-yaratıcı sözcüğündeki "yaratıcı"yı dini anlamdaki, olmayanı oluşturma, var olmayanı var etme tarzında kullanmıyorum. Benim düşüncemdeki yaratıcılık, daha çok Mihaly Csikszentmihalyi'nin *Creativity* (Yaratıcılık) ve *Flow* (*Akış*) kitaplarında anlatılan var olan bilgi-ağını yeniden biçimlendirerek daha önce hiç var olmamış bir enformasyon ağı biçiminde ortaya koymaktır.[61] Yaratıcılık, var olan parçalardan yeni bir bütün oluşturmak anlamına gelir. Hele bu yeni bütün yeni bir paradigma yani yeni bir kodlama, yeni bir kavrayış tarzı, yeni perspektif getiriyorsa; bu yaşama yeni bir bakış, kendimizi, yanımızdakini, toplumu ve dünyamızı bu yaşam ağı içinde yeniden anlamlandırmayı beraberinde getirir ki bilimin varoluş algımızı da değiştirmesi, içinde yaşadığımız ortak zihin kümemizin, kültürün de dönüşmesi sürecini tetikler, ona liderlik eder.

Kendinden-yaratıcı sözcüğündeki "yaratıcı"yı dini anlamdaki, olmayanı oluşturma, var olmayanı var etme tarzında kullanmıyorum diye özellikle yazdım; çünkü hiçbir kabullenişin, bağlantısal bütünlüğün getirdiği yaşam ağının dönüşümü şenliğinin dışında kalmasına gönlüm razı değil. Biz günlük yaşamımızda her ne kadar Descartes-Bacon-Newton kültüründen, bu kültürün ekonomisi, sanatı ve toplumsal düzeninden beslensek de Descartes-Bacon-Newton aydınlanması, Platon, Aristoteles, İbn-i Rüşt, Maimonides, Farabi, İbn-i Sina, Aquinalı Thomas, St Paul, Mevlana, Hacı Bektaşi Veli, Yunus zihinsel sistemlerinin tümdengelimciliğini de içerir. Tümevarım, deneycilik-şüphecilik ile tümdengelimciliğin üzerine katmanlanmıştır; ona eklemlenmiştir. İkisinin birlikte varlığı insanlık zihninde birbirinin üstüne dökülmüş su ve zeytinyağı gibi değil, birbirine bağlanınca yeni bir maddeyi, mesela suyu

61. Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2009). Flow theory and research. *Handbook of positive psychology*, 195-206.

oluşturan hidrojen ve oksijen gibi bambaşka bir dönüşüme yol açar. Tümdengelim bize doğru hipotezi oluşturabilme yeteneği verir, "doğru olduğuna inandığımız" önermeyi hipotez haline getiririz. Tümevarım da "doğru olduğuna inanıldığı" için öne sürülen bu hipotezin tarafsızca test edilmesi, hipotez doğrulanıncaya ya da yanlışlanıncaya kadar deneyin tekrarlanmasına dayanır. Ortaya çıkan sonuç, başlangıçta "doğruluğuna inanılan" önermeden farklı olarak, insanlık tarihinin o noktası için "doğrudur". Tümdengelime eklemlenmiş tümevarım ile şekillenen günümüz çağdaş biliminde mutlak doğru yoktur; her bilimsel doğru, günün birinde yanlışlanıncaya kadar doğrudur. Çağdaş bilimin doğruluk referansı "insan ya da hükmetmeye çalıştığı doğadır". Bağlantısal bütünsellik biliminde ise gerçeklik referansı yaşamın kendisidir. İnsan ya da doğa, bilimin merkezinde değil; ilişki kodlamaları ve bağlantılar bilimin esas konusudur. Bilim yaşam ağının sonsuz seçeneklerinin içindeki bir alt küme, parça, olan o yaşantı ağının enformasyon şekillenmesine göre oluşan doğruyu inceler. Aynen beynin 86 milyar hücreden, 100 trilyon bağlantısallık ağının tamamının aynı enformasyon kodlaması içinde çalışmaması, beynin alt varoluş süreçlerinin zaman içerisinde ve anatomik yapılanma içerisinde de değişkenlik gösteren enformasyon süreçlerinde olması gibi.[62] Yani şu anda siz bu satırları okurken okuduklarınızın geçmiş birikiminizle değerlendirmesini yapan beyninizin hipokampus bölgesindeki nöronal ilişki yapılanması ile kan basıncınızı ayarlayan beyin sapınızdaki nöronal bağlantısallık farklı gerçekliklerde, ama parçası oldukları beyninizin ana varoluş seçimi gerçekliğinde çalışırlar. Yani beynimizin nöronal evreninde her işlevsel bağlantısallık alt kümesinin otopoietik özelliği vardır.

Aslında bilgi işleyen her sistem er geç "fizikteki deterministik sistemlerin öngörülemeyen sonuçları üretmesinin doğal olması" gereği (15 sarkaç örneğini hatırlayın) farklı enformasyon ağlarından, daha önce oluşmadık nöronal örüntüler geliştirirler. Beyin dokusu varoluşu gereği özyaratım (*autopoiesis*) özelliğini taşır. Şekil 19'da sunulan çalışmada, prefrontal korteks içindeki sadece 300 (86 milyarın içinde 300!) nöronun zaman içindeki karar vermeler ve anlık enformasyon bağlantısallıklarının oluşturduğu bilgi örüntüleri açısından, ömrün hiçbir anında başka hiçbir anda

62. Herculano-Houzel, S., *a.g.e.*

olduğuyla benzeşmeyecek farklılıkta bir bilgi yapılanması "üretebildiğini" öğreniyoruz. Yani Efesli Heraklitos'un MÖ 500'lerde "insan aynı ırmakta iki kez yıkanamaz" önermesi, değil beyin, prefrontal korteksteki çalışılabilen 300 nöron bağlantısallığı için bile doğru.[63] Beyin yaşamın her anında daha önce hiç yaşanmadık ve daha sonra da yaşanmayacak yeni bir enformasyon ağını yani bir gerçeklik modelini "yaratır". Heraklitos'un önermesi bilgi işleyen tüm sistemler için doğrudur: Hiçbir beyin aynı nöronal elektrokimyasal bilgi akış "ırmağında" iki kere "yıkanamaz".

Her şey içinde bulunduğu ağ ile vardır ve onunla oluşur (anlamlanır) ve onu oluşturur (anlamlandırır). Parçanın, bütünün ilgili enformasyon bölümünü daha önceden görülmemiş şekilde yapılandırmasının adıdır, *autopoiesis* (özyaratım).

Enformasyon işleyen sistemlerin er geç zekâ üretmesine örnek vereyim: 2018 yılında Facebook laboratuvarlarında iki yapay zekâ birbiriyle sonsuz konuşmaya bırakıldılar.[64] *Alice Harikalar Diyarında*'dan esinlenerek verilen iki isimle, Alice ve Bob olarak anılan bu iki yapay zekâ "A: Burada 5 elma var. B: Evet 3'ü yeşil 2'si kırmızı. A: Biliyor musun, ben kırmızı elmaları daha çok severim. 2 kırmızı elma benim olsun. B: Öyleyse 3 yeşil elma benim, 2 kırmızı elma senin" diyaloğu bir süre sonra "A: kırmızı 2 benim, 3 yeşil senin" daha sonra "B: 3 bana 2 sana"ya indirgenerek giderek artan kısayol üretmelerle sadece bu iki yapay zekânın birbiriyle anlaşabileceği yeni bir dil geliştirdiler. Oluşan bu yeni dili deneyi yapanlar da bilmedikleri için deney (sanırım yapay zekâları işleten bilgisayarların fişlerinin çekilmesiyle) sonlandırıldı. Alice ve Bob'un, bu bilgi işleyen sistemlerin bir süre sonra sadece kendilerinin anlayabileceği bir dil "yaratması" özyaratım yani kendinden-yaratıcılığa güzel bir örnektir (Şekil 20).

Kendinden-yaratıcılığa biyoloji dünyasından bir örnek daha vereyim (Şekil 21). Sanırım 2016-17 yıllarından bu yana, tek bir nöronal kök hücrenin yaklaşık 1 milyon nöron kümesine ulaştırılması sonucu elde edilen, bu leblebi tanesi büyüklüğündeki

63. Graham, D. W. (2019). Heraclitus. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.); https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/heraclitus/.

64. Lafrance, A. (2017, Haziran). An artificial intelligence developed its own non-human language. *The Atlantic*. www.theatlantic.com/technology/archive/2017/06/what-an-ais-non-human-language-actually-looks-like/530934/.

"mini-beyinler", laboratuvarlarda saklanarak gerektiğinde deneysel çalışmalarda kullanılabiliyorlar. Duke Üniversitesi'ndeki laboratuvarlarda 2018'de ilginç bir durum keşfedildi; bu tek hücreden köken alan nöron kümesi EEG dalgası üretiyordu, yani yaşama ilettikleri bir "dilleri" vardı. İşin daha ilginci bu mini-beynin ürettiği EEG dili, anne karnında oluşmaya çalışan embriyonun beyninin EEG dalgalarıyla benzeşiyordu.[65] Bu tek kök hücreden oluşan yaklaşık 1 milyon nöronluk mini-beyin, yani bilgi işlemek üzere biyolojik kodlamaya sahip bu "canlı", her bilgi işleyen sistemde olduğu gibi özyaratım (*autopoiesis*) ilkesi gereği bir EEG dili, yani yeni bir enformasyon paradigması oluşturuyordu.

Bilgi işleyen her sistem er geç yeni bir enformasyon kodlaması, yani zekâ geliştirir. Yaşam ağının bir kümesiyle direkt uğraşan kişiler için bu yeni bir bilgi değil, zaten her yenilik durumunda gözlemledikleri bir durumdur. Mesela bahçesi olan herkes, dışarıdan aynı bahçe gibi görünse de, o bahçenin her bahar yeniden yapılandığını, iklim, sulama, haşerat vb sebeplerle yaşam-ağının o bahçede hep yeniden ve her seferinde farklı bir "zekâ" ile kendini daha önce yaşanmamış, bazen tahmin bile edilemeyen şekilde var ettiğini kısa sürede öğrenir.

Tüm dünyayı kâr etmek için işlenmesi gereken, sahip olduğu tarla gibi gören insanlık, daha fazla satılabilir ürün için ormanları yok etti, yaşam alanı daralan yaban hayat giderek insan kalabalıklarıyla daha fazla etkileşim haline girdi. Ve insanlığın bahçesi olarak gördüğü bu bilgi işleyen sistem, normalde hayvanlarda yaşayabilen 30 bin nükleotidli bir enformasyon kümesini kendiliğinden üretti[66] ve SARS-CoV-2 adı verilen bu RNA kodlaması, kendisinden 100.000 kat daha büyük insan genomuyla karşılaşınca onu kendi çoğalımı için kullanabilme yeteneği (mutasyonu) geliştirdi. Yani bahçıvan bu kez bahçesinin zorla ürün almaya çalıştığı köşesinde zehirli olduğunu bilmediği meyveyi tatmıştı. Özyaratım açısından bakıldığında SARS-CoV-2 adlı bu yeni

65. Reardon, S. (2018). Lab-grown 'mini brains' produce electrical patterns that resemble those of premature babies. *Nature, 563*, 453.

66. Xie, X., Muruato, A., Lokugamage, K. G., Narayanan, K., Zhang, X., Zou, J., Liu, J., Schindewolf, C., Bopp, N. E., Aguilar, P. V., Plante, K. S., Weaver, S. C., Makino, S., LeDuc, J. W., Menachery, V. D., & Shi, P. Y. (2020). An Infectious cDNA Clone of SARS-CoV-2. *Cell host & microbe, 27*(5), 841–848.e3. https://doi.org/10.1016/j.chom.2020.04.004.

"yaşam zekâsı", yaşam ağı içindeki enformasyonun 30 bin nükleotidli RNA kodlamasıdır.

9. Yaşam İç İçe Var Olan Kodlamalar Bütünüdür

Beyin araştırmalarının başında elbette esas amaç gelişmiş anatomi bilgimiz, bilgisayar teknolojimiz, moleküler biyoloji ve genetik alanındaki devrimsel ilerlemeler, beynin görüntüleme teknolojisindeki (özellikle MRI alanındaki) gelişmeler ve büyük verinin işlenebilir olması avantajlarından yararlanarak beyin nasıl düşünce üretiyor, nasıl zihin oluşturuyor sorularına yanıt aramaktı. Başlangıç aşamasını çeşitli yönleriyle paylaştığım bu sürecin sonunda beynin esas olarak enformasyon işlemek için var olan bir nöronal ağsal entegrasyon yapısı olduğunu zaten seziyorduk, amaç bunun hipotez haline getirilerek modellenmesi ve sınanması noktasında düğümleniyordu. Yeni matematik alanının bağlantısallığın olasılık hesabını yapabilir hale gelmesi ile deterministik sistemlerin er geç kaos üreteceğini söyleyen fizik anlayışı bir matematik modelleme anlayışına yerleştirilmeye başlandı. Bu önemli gelişmelere araştırmasının temel konusu olan beynin ortaya koyduğu modellemeler ve analojilerin getirdiği avantajlar ile nörobilim, en azından benim bakış açıma göre, buzkıranlık yaptı. Nörobilim alanından doğan bağlantısal bütünsellik anlayışı birçok bilim alanıyla etkileşim halinde, bazen onları etkileyerek, bazen onlardan etkilenerek, bazen onlarla birleşerek yeni bir bilimsel yöntem geliştirmeye başladı. Bu bilimsel yöntemin yaklaşımı, bağlantılarla ilerleyen sistemlerin, ki tüm sistemler enformasyon işleme açısından bağlantısallıkla gelişiyor[67] (esas belirleyicisinin parçalar değil, parçaların birbiriyle ilişkisi olduğunu keşfetmesi. Parçaların birbiriyle bağlantısallığı, (başka bir bölümde ele aldığımız) özyaratım-kendinden yaratma üzerinden yeni bir kodlama sistemi geliştirerek farklı bir varoluş paradigması oluşturabilir. Yani "bütün" onu oluşturan "parçaların" toplamından fazladır hatta farklıdır, bu fazlalık ya da farklılık parçaların deterministik ilkelerin dışına çıkarak özyaratımla yeni bir bütünlük oluşturmasıyla, dönüşümle gerçekleşir. Bu süreci anlamaya yönelik bilimsel yöntem, kullanılagelen tümdengelim

67. D'Souza, R. & Nagler, J. (2015). Anomalous critical and supercritical phenomena in explosive percolation. *Nature Phys, 11*, 531–538. https://doi.org/10.1038/nphys3378

ve tümevarım bileşimi sistematiğine karıştıkça bilim kültürümüzü yeniden kodlayacak. Bağlantısal bütünsellik anlayışına göre (nörobilimciler olarak bizler 5-6 sene önce en yetkin ve karmaşık enformasyon işleme sisteminin beyin olduğu hipoteziyle yola çıkmıştık ancak ulaştığımız noktada acayip, yani ufuk açıcı, eskiden görmediklerimizi gösteren, kültür dönüştürücü bir noktaya geldik) en yetkin, geniş ve karmaşık bilgi işleyen ağsal yapı yaşamın kendisi.

Yaşam dediğimiz bu enformasyon işleme sistemi, her bütün gibi ve elbette onlardan çok daha farklılaşıp karmaşıklaşmış biçimde, iç içe geçmiş kodlama sistemlerinin birlikte varoluşudur. Nöronların onları oluşturan fiziksel, kimyasal, genetik, moleküler, hücresel vb kodlama sistemlerinin üzerinde onların özyaratım ile var ettiği *connectome* (nörozihin) yapısının keşfedilmesi ve her bir nörozihnin yaşamı oluşturan diğer nörozihin yapılarıyla entegre olabileceği düşüncesi ve bunu incelemek için matematik modellemenin yapılabilmesi bu düşünce devrimini yarattı.

Bu bölümde anlatmak istediğim öz şu: Nasıl beyni oluşturan farklı kodlama sistemleri birbirine dönüşebiliyorsa; DNA, RNA'ya, RNA aminoasitlere, aminoasitler protein yapılarına vb; yaşamı oluşturan tüm varoluş kodları da birbirine dönüşebilir, modellenebilir. Yani 10'lu cebir sistemi, 2'li dijital sistem, 29 harfli alfabemiz, 22'li aminoasit evreni, 4'lü DNA ya da RNA sistemleri, moleküllerin kimyasal yapıları... Hepsi birbirine dönüşebilir.

Şimdi size bir örnek vereyim; yakın zamanda yapılan bir çalışmada araştırmacılar bakteri adaptasyonu ve bilgi depolama prensiplerini kullanarak bakterinin DNA'sına gerçek veri arşivlemeyi başardılar.[68] Çalışmada (Şekil 22) koşan bir at oynatan bir GIF animasyonunun piksel değerleri, bir virüs yardımıyla yaşayan bir bakteri popülasyonunun genomuna yüklendi. Daha sonra veri genomdan alınarak tekrar bir GIF'e dönüştürüldü. Baştaki animasyon ile sonra ortaya çıkan animasyon arasındaki benzerlik olağanüstüydü.

Yaşam bu bağlantısallık yapısı içinde kendisini oluşturan ağsal alt kümelerin ilişkileri ya da yeni paradigmalar oluşturmaları

68. Shipman, S.L., Nivala, J., Macklis, J. D., & Church G. M. (2017). CRISPR–Cas encoding of a digital movie into the genomes of a population of living bacteria. *Nature* (547), 345-349.

üzerinden oluşup genişler. Bütün ile parça, bütünlük ile ağsal alt yapılar enformasyon işleme ve dönüştürmeler üzerinden bir etkileşim halindedir. Nöronal ağın zaten doğası her an farklı örüntüler oluşturacak şekilde yeni bağlantısallıklar sağlamak üzerine kurulmuş görünüyor. Yaşamı var eden alt kümeler de zaman içinde hep yeni yaşam bağlantısallıkları-yaşantılar-oluşturmaktalar. Beyin nasıl nöronal bağlantıların şekillenmesiyle düşünce üretiyorsa, yaşam da onu oluşturan bağlantısallık öğelerinin şekillenmesiyle yaşantılar üretir. Beyin için düşünceler ne ise yaşam için yaşantılar odur. Beyin için yaratıcılık ne ise yaşam için evrim benzerdir.

Yaşamın onu oluşturan enformasyon örüntüleriyle ilişkisi, beynin onu oluşturan nöronal ağlarla ilişkisine benzer. Bütün açısından onu oluşturan parçaların önemi, bu parçaların –alt bütünlerin– birbiriyle bağlantılarının matematiksel zenginliğiyle belirlenebilir. Bu anlayış ile bakıldığında yaşam açısından selvi ağacı ile karga; balina ile arıkuşu; insan ile arı arasında kıymet farklılığı yoktur. Her bir tekil organizma, yaşam karşısındaki önemini, oluşturduğu ve yaşam adını verdiğimiz bağlantısallık ağının zenginliği, etkinliği ve karmaşıklığı ile yaratır. Ağ yapılarının zenginliği, oluşturulan etkinin daha sonra ne kadar başka enformasyon ağları oluşturduğuyla ilgilidir. Yani bazen bir bahçe için bir köstebek; işten anlamayan, toprağı havalandırmayan tembel bir bahçıvandan daha değerli bir yaşam yaratandır.

Bu değerler matematiği üzerinden gidersek yaşam ağı içinde insan "kendiliğinden, insan olmanın gereği olarak, var olanların en şereflisi", eşref-i mahlûkat değildir. Kopernik ve Galilei dünyanın evrenin merkezi olmadığını ortaya koydular ve Rönesans'la Reform ortaya çıktı; bağlantısal bütünsellik de insanı yaşamın merkezi olmaktan çıkarmakta, bu süreç de elbette kendi aydınlanmasını yaratacak. İnsanlık acımasız bir gerçeklik yaratan, sahip olma illüzyonundan belki bu yeni anlayışla kurtulabilecek ve "insan için yaşam değil, yaşam için insan" bağlantısallık matematiğini, bilimini ve kültürünü oluşturabilecektir.

Schrödinger 1943'te Dublin'de büyük ilgi toplayan ve "fizikten modern biyolojiyi doğurtan" soruyu sordu: "Yaşam Nedir?" Çünkü termodinamiğin II. yasası kendiliğinden bir yaşam oluşmasını ve bunun giderek daha karmaşık bir varoluş yumağı

oluşturmasının anlaşılması sürecini imkânsız kılıyor, hatta böyle bir varoluşun, açıklanabilmek bir yana, mümkün olamayacağını söylüyordu.

Buna ilk yanıt 1980'lerde Rus asıllı Belçikalı kimyager (1977'de Nobel ödülünü kazanmıştır) Ilya Prigogine'den gelmiştir. Prigogine'in keşifleri cansız maddeden canlı varoluşa geçişi tanımlamayı sağlayan temelleri atmıştır. Termodinamiğin II. yasasının biyolojik sistemler için geçerli olmadığını ortaya koymuştur. Şimdi ortaya çıkan bilgi şu ki termodinamiğin II. yasası enformasyon işleyen sistemler için de geçerli değil.[69] Yani özyaratım potansiyeline sahip her bilgi işleyen sistem aslında bağlantısallığın doğası gereği bir üst-bütün oluşturabilir. Bütün onu oluşturan parçaların aritmetik toplamından fazladır. İşte bu "fazla" özyaratımdan, Descartes-Bacon-Newton biliminin deyişiyle deterministik sistemlerin er geç üreteceği, lineer olmayan, "kaos" üretiminden doğar. Descartes-Bacon-Newton biliminin tanımlayamadığı ve matematiğinin açıklayamadığı, bu nedenle "kaos" adını verdiği süreçler aslında bağlantısal bütünlük bilimi ve geliştirdiği matematik açısından anlaşılabilen ve beklenen bir varoluş sıçraması, yeni bütünün oluşması sürecidir. Bu süreç nasıl kalkülüs ile açıklanamıyorsa, klasik fiziğin termodinamik yasalarıyla da açıklanamaz; bir başka deyişle nasıl özyaratımı açıklamak için yeni matematiğe ihtiyaç duyup geliştiriyorsak, Ilya Prigogine'in biyolojik sistemler için ortaya koyduğu termodinamiğin II. yasasının (kendisinden önceki anlayış ile) geçersizliği, enformasyon işleyen tüm sistemler için geçerli olabilir (Bu önermem özellikle fizikçi bilim insanları tarafından işlenmekte ve geliştirilmekte).[70]

Descartes-Bacon-Newton biliminin biyolojik anlamda canlılık karşılığı atan bir kalp varlığı ya da canlılığı, araştırılan dokunun damarsal sisteminin çalışmasının esas olduğu (1970'lere kadar tamamen, sonrasında kısmen) kabul edilmiştir. Oysa "canlılık" için esas gereken, enformasyon işleyen bir varoluş sürecidir. Bu tanımla aslında sadece biyolojik bir DNA ya da RNA bilgisi olan virüslerin de yıllardır tartışılmakta olan canlı birer varlık olup

69. Prigogine, I. and Nicolis, G. (1985). Self-organisation in nonequilibrium systems: towards a dynamics of complexity. (Ed.: M. Hazewinkel, R. Jurkovich, J.H.P. Paelinck) *Bifurcation Analysis.* Springer.

70. Bkz. 29:09dk - https://www.youtube.com/watch?v=BpKllBdCh5A&ab.

olmadıkları tartışması da son bulur. Virüsler, içinde yer alacakları sistemin parçaları arasındaki ilişkileri yönlendirecek bağlantı-enformasyonunu taşırlar. Bu enformasyon içinde bulundukları bütünde "canlılık" kazanmış olurlar. Unutmamak gerekir ki insan genomunun yaklaşık %8'i, ki bu çok yüksek bir orandır, evrim sürecinde virüslerden elde edilmiş, genomumuzun içerisine yerleşmiş genetik materyaldir.[71]

Virüs deyince bu sıralar özellikle zihnimize işleyen, tüm dünya gündeminin ilk ve hatta tek maddesi olan yeni koronavirüs geliyor. Bu RNA virüsü, 30 bin nükleotidli, küçük sayılabilecek bir biyolojik kodlama, insan genomunun yaklaşık 100 binde 1'i kadar. Ortalama bir virüs ağırlığının 0.85 attogram yani 0.85x10 üzeri eksi 18 gram, yani bir gramın yaklaşık trilyonda birinin milyonda biri ağırlığında olduğunu hesaplayabiliriz. Bir insanı hasta edebilecek virüs sayısının 50-100 milyar olduğunu düşünürsek, bu virüs "yükü" aslında hasta başına sadece 0.0000005 gram civarındadır. Bu günlerde (Haziran 2020 itibarıyla) tüm dünyada saptanan Covid-19 vaka sayısı 8 milyon buldu,[72] yani salgında mücadele ettiğimiz toplam virüs yükü yaklaşık 2-3 gram. Aslında bu hesap bana saçma görünen, ölüm öncesi ve sonrası bedeni ölçüp ruhun 21 gram olduğunu söyleyen o devrin bilim insanının hesabını andıran ilkel bir yöntem, Descartes-Bacon-Newton biliminin enformasyona ve bağlantısallığa ilkel bakışı sonucu ortaya çıkan henüz anlayamamışlık hesabı. Enformasyon işleme sistemlerinin kendinden yaratıcılık özelliği sanırım kütleden bağımsızdır. SARS-CoV-2'ye yeniden döneceğim.

10. Bilgi, Bulunduğu Bedenden Bağımsızdır

Nörobilimden öğrendiğimiz ve özellikle yapay zekâ ve derin öğrenmeyi ilgilendiren bu yeni bilgi ve doğurduğu farkındalık, zihni beynin ürünü değil beyni zihnin ürünü haline getirebilir. Bilgi, işlendiği ve ortaya çıktığı bedenden bağımsız, yaşama ait bir üründür. Bunu size aşağıda bahsedeceğim deneyle anlatmaya çalışacağım.

71. Griffiths, D. J. (2001). Endogenous retroviruses in the human genome sequence. *Genome biology*, *2*(6), REVIEWS1017. https://doi.org/10.1186/gb-2001-2-6-reviews1017.

72. Coronavirus counter: https://www.worldometers.info/coronavirus/.

OpenWorm Project çerçevesinde 2014'te bir çalışma yapıldı.[73] Deney solucanı olarak ünlenen C. elegans (erkeği yaklaşık 302 nörona sahiptir) (Şekil 23) sinir sistemi bütünlük içerisinde incelenebilen en basit canlıdır; bu nedenle nörobilim alanında bu canlılar en çok kullanılan deney hayvanlarındandır.[74] Bu deneyde deney solucanının basit yaşam deneyimleri (örneğin ortamda besin maddesi varken ona ulaşma ya da zehirli bir maddeye maruz bırakıldığında ondan kaçma gibi) esnasında nöronlarda ortaya çıkan aktiviteler ve bu aktivitelerin birbiriyle ilişkilerinin büyük verisi elde ediliyor. Yani örneğin deney hayvanının akvaryumun bir köşesine konmuş besin maddesini algılayıp ona doğru hareketlenme, besine ulaşıp onu yeme eylemi esnasında 1. nöronun, 2. ile 3. ile ...302. ile enformatik ilişkisini büyük veri olarak elde ediyoruz. Bu büyük veriyi bir algoritma halinde matematiksel bir modelleme ile bilgiye çevirip bu bilgiyi bu kez bir robota aktardığımızda, bu basit robot, aynı uyaran verildiğinde, o uyaranın başlattığı ilgili "matematiksel modelleme" ile bir deney solucanına benzer, hatta tıpatıp aynı, "davranışsal" yanıtı verir.

Bu 302 nöronlu "basit" sistemin (her bir nöron sadece 0 ya da 1 yanıtı verse bile bu 2 üzeri 302 yanıt seçeneği eder, düşünebileceğimizin çok ötesinde bir yaşantı olasılığı seçiminden bahsediyoruz aslında) yaşantılar karşısında oluşturabileceği algoritmalar saptanıp modellenebilirse (ya da robotun "solucan olmayı öğrenmesi" sağlanırsa) bu videoda olduğu gibi solucanın yaşam içinde yaptığı "seçimleri" robotun kendisi de yapabilir durumda olacaktır.

Bu sistem ne kadar karmaşık hale gelirse enformasyon ağının kendinden-yaratıcılık (özyaratım) özelliği de o kadar artacaktır. Ancak burada esas mesajım, enformasyonun ve onun ürettiği zekânın, içinde bulunduğu bedenden bağımsız oluşudur.[75] Sanırım ilk kez 1980'ler ortasında yapay zekâ bilim alanında, bilginin onu

73. Szigeti, B., Gleeson, P., Vella, M., Khayrulin, S., Palyanov, A., Hokanson, J., Currie, M., Cantarelli, M., Idili, G., & Larson, S. (2014). OpenWorm: an open-science approach to modeling Caenorhabditis elegans. *Frontiers in computational. Neuroscience*, *8*, 137. https://doi.org/10.3389/fncom.2014.00137.

74. Emmons, S. W. (2015). The beginning of connectomics: a commentary on White vd. (1986). The structure of the nervous system of the nematode Caenorhabditis elegans. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 370(1666), 20140309. https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0309.

75. De La Mettrie, J. O. (1985). *İnsan bir makina - ruhun doğal tarihi*. Çev. Z. Bayramoğlu.

işleyen yapay zekâ yapısından bağımsız olduğu fikri gelişmiş; yani biyolojik sistemler ve yaşamın içindeki bilgi ağlarındaki enformasyon ile bu enformasyonun işlendiği beyin-benzeri yapının aslında birbirinden bağımsız olduğu vurgulanıyor.[76] Yani nöronlarımızın yaptığı seçimler sonucunda ortaya çıkan bilgi süreçleri nasıl nöronlara ait değilse beyinlerimizin yaptığı yaşantı seçimlerini üreten enformasyon modellemeleri de beyinlere değil, yaşamın kendisine aittir. Bu durum aslında yaşam ağının içindeki tüm bilgi örüntülerinin birer enformasyon "hali" olarak yaşam ağını oluşturan ve onun içine "işlemiş-yerleştirilmiş" öğeler olduğunu da vurgular.

III. NÖROBİLİM VE GELECEK

Belki de günümüzün en önemli sorusu, evrimi aşarak yapay zekâ ile insan beyni zekâsına ulaşmanın ve onu geçmenin mümkün olup olmadığıdır. Şunu görmeliyiz ki beynin sisteminin her parçası ve zihin olarak isimlendirdiğimiz çıktısı, bedenin ve onun fiziksel, sosyal ve kültürel çevresinin derinliklerinde yer almaktadır. Bedenin 37 trilyon hücresinin her birindeki milyar kadar molekül, içine var olduğumuz yaşam ile uyumla dans etmektedir. Bizler evrenin gözlemcileri değil, onun ayrılamaz parçalarıyız.

İçinde olduğumuz iç içe geçmiş katmanlar, bilgi paradigmaları sanki sonsuz sayıda. Belki de insanın yaşam içindeki varoluş becerisi satranç veya Go oynayabilmesi veya hafızasında fazla bilgi tutabilmesi değildir; devasa veri setlerinden yola çıkarak hızlı karar verebilmek de olmayabilir. Belki de yaşamı anlamlandıran esas beceri, yaşam denilen bilgi ve varoluş kodlamaları atmosferinin derinliğin içine girebilmekle, onun içindeki yaşantılar üzerinden bu bilgi bütünüyle konuşabilmekle ilişkilidir.

Her canlı, hayat içinde kendine özgü sonsuz-boyut yaşantı modelleri inşa eder ve bu dünyadaki varoluşunu hayatta tutmak için kaç bilgi örüntüsü gerekiyorsa o kadar derinlik ve çeşitlilikte zekâ ve yaratıcılık (özyaratım) ürünü vermeye çalışır.

İnsan beyni ve oluşturduğu zihin, neredeyse sınırsız katmanlı bilgi ve deneyim sunan bir kültürel ortamın derinliklerindedir. Her beyin bu bilgiyi kendine özgü biçimde kullanır; her biri dünyaya ve hatta başka beyinlere dair kendi modelini gelişti-

76. Say, C. (2020). *Yeni Dünya, Yeni Ağ.* Destek Yayınları.

rir; kendi yeniden yarattığı dünyayı simüle etmek, anlamak ve içinde hareket etmek için bu modelleri kullanır. "Boşlukta yani bir enformasyonsuzluk ortamında bir beyin varoluşunun sürdürülebilirliğinden söz edilebilir mi?" sorusunun yanıtı fiziksel ve matematiksel olarak hayır'dır.

Yaşam ağının sonsuz zenginlikteki (ve derinlikteki) etkileşimleri, insan zihnini de bu kadar kendine özgü ve özel yapan, bağlantısallığı yani bilgi işleyebilme gücüdür. Beynin sonsuz boyutlu ağsal yapısı, oluşturduğu zihnin parçası olduğu sonsuz boyutlu yaşamı taklit ederek mümkün olan en derin ve zengin modellemeyi yapacak şekilde evrilmiştir.

Eğer bilgi işleme ve yaratma becerisi içinde bulunduğu "bedenden" bağımsız ise yapay zekâ sistemleri bu tür bir derinliğe ve modelleme çeşitliliğine ulaşınca gerçekten de "insan zekâsı"na benzeyebilir hatta onu geçebilirler. Ancak bu noktada belirtmek gerekir ki bir önceki cümlede geçen "insan zekâsı", insan zihni dediğimiz yaşam-ağı parçasının ne olduğunu da yeni keşfediyoruz. "Beyin nasıl düşünce üretiyor?" gibi temel bir soruya bile bir matematik yanıtı ancak yeni yeni verebilir olduk ve ne kadar doğru yolda olduğumuzu da henüz bilmiyoruz. Yine de insan beyninin *zaten* insanüstü yeteneklere sahip olduğunu seziyor ve bu sezgiyi araştırılabilir bir hipoteze dönüştürebilmek için sınanabilir doğru soruyu bulmaya çalışıyoruz.

Her insan beyni-zihni, günümüz ve geçmişte toplumlarımızı, kültürlerimizi ve fiziksel ortamlarımızı inşa eden tüm beyinler-zihinler tarafından geliştirilen katmanlarca bilgi ve yaşantı çıktısını enformasyon ağında barındırır. Bu nedenle herhangi bir insandan daha yüksek "IQ"su ve problem çözme yetisi olan algoritmalar yaratsak da, onlara kendilerinin daha da zeki versiyonlarını yaratma becerisini versek de insanlarda gözlemlediğimiz "insanüstü zekâya" yani insan zihninin yaşam ağını değiştirip geliştirme zenginliğine onları da eriştirmemiz mümkün olmayabilir.

Ayrıca unutmamalıyız ki fiziksel ve kültürel evreni de somutlaştıran ve yaşam haline getiren de beynimiz ve ürünü olan zihnimizdir. Yani yapay zekâlı yaşam formları insan zekâsını artırabilir ama geçmesi zor olacaktır.[77] Esas problemimiz, insanüstü yapay zekâ

77. Groth, O. (2019, Haziran 12) Can AI make us smarter [Röportaj]. *Tell Me More.* https://now.tufts.edu/articles/can-ai-make-us-smarter.

yaratma başarısına erişeceğimiz değil; beni düşündüren kısım, buna ulaşmaya çalışırken elde edeceğimiz yarım başarılar. Yani ürettiğimiz uygarlığın yaşam-ağı içinde kendisine yer bulamaması. Unutmamak gerekir ki yaşam insanlık zihninden daha yetkin bir bilgi işleme sistemidir; yarım kalmış evrimsel başarısızlıkların mezarlığı da epey büyüktür. Elbette bu son cümleyi ister istemez kendi zihnimi olması gereken yere, insanlık uygarlığının içine koyduktan sonra söylüyorum. Yoksa yaşam-ağı açısından zaten insanlığın evrimsel başarısızlığı, enformasyon işleme sisteminin doğal seyridir. İnsanlık olarak elbette yaşamın içinde hep var olmak üzere hayat bulmuş enformasyon kodlama sistemleri olduğumuz sanrısı içerisindeyiz.

Aslında bu noktada bilinçten ve bilincin ne'liğinden bahsetmek gerekir ki henüz bu yetkinliği kendimde bulamadığımdan bu konuyu gelecek yıllara bırakmak zorunda kalıyorum.

IV. MERAK

1. İnsan ve Merak

Yaşamın bir bilgi ağı ve zihnin onun bir modellemesi ve bağlantısallık parçası olduğunu anladığımızda "öğrenmek" ve onun "sevinçli hali olan merak" eylemlerini araştırmak da yeni ufuklar kazandı. Dr. Danielle Bassett'in, 2018'de Dublin'de katıldığım "Schrödinger'in Yaşam Nedir Sorusunun 75. Yılı Toplantısı"ndaki sunumu bu konuda zihnimdeki önemli dönüm noktalarındandır.[78] O konuşma ve onun laboratuvarından çıkan yayınları okuduktan sonra şekillenen yeni tanımım şu oldu:

Merak zihindeki bilgi ağlarının olumlu bir istekle büyü(tül)mesi sürecidir.

Herkese Bilim Teknoloji dergimizin 2019-20 dönem panellerinin konusunu sevgili Orhan Bursalı'nın "Merak" olarak belirlenmesi sonrasında konuyla ilgili çalışmaya başlayınca bu konuda Türkçe yayımlanmış hiç yayın olmadığını gördüm. Biraz da bu boşluğa dikkat çekmek için bu bölümü yazıyorum.

Merak, yaşamı oluşturan enformasyon ağlarının, zihin ağları şeklinde yeniden modellenmesi sürecidir. Merak'ın İngilizcesi

78. Basset, D. (2018) The Future of Complex Systems - Schrödinger at 75: The Future of Biology [video]. *YouTube*. https://www.tcd.ie/biosciences/whatislife/speakers/.

curiosity, Latince *curare* sözcüğünden gelir. *Curare,* bilme anlama isteği anlamındadır. Türkçede ise merak; kaygı (örn. yağmurluğunu giymişsin ama meraklanma birazdan güneş çıkacak ya da dün seni göremeyince meraklandım), heves etme (örn. gitar çalmaya merak sarmak lisede yaptığım en güzel şeylerdendi), değer verme, ilgilenme (örn. gitara merakım hiçbir zaman onu elime alıp çalmaya çalışma düzeyine ulaşmadı), öğrenme anlama istek ve çabası (örn. beyinbilime merakım yıllar içinde öylesine arttı ki bu sayede yaşamı daha iyi anlayabileceğimin hayalini bile kurmaya başladım) gibi farklı anlamlarda kullanılmakta. Elbette burada sözü geçen, Latincedeki ve Türkçedeki öğrenme, anlama istek ve çabası anlamlarındaki merak.

Merak eylemini zorunluluktan kaynaklanan öğrenme biçiminden ayırmak gerekliliğini doğru buluyorum. Elbette öğrenmenin her şekli önemlidir ve takdir edilmelidir ancak merak sonucunda öğrenmenin zorunluluk değil istek ve gönüllülük temelli olduğuna inanıyorum. Örneğin bir konferans salonunda iken aniden çıkan bir yangın riski durumunda acil çıkışların nerede olduğunu "merak edip" zorunluluk temelli acil çıkışların bulunması burada konuşmak istediğim meraktan farklı bir durum. Savaş esnasında özellikle askeri alanda ülkelerin daha üretken oldukları bilinir, bu üretkenliğin temelindeki öğrenme sürecindeki "merak" da ele aldığım saf meraktan farklı. Tekrar vurgulayayım; öğrenmenin, zorunluluk temelli ya da değil, her türünün önemli ve değerli olduğunu biliyorum ama burada işlediğim merak, mecburiyetten, kaygıdan, bir tehditten kaynaklanan öğrenme sürecinin başlangıcı değil.

Öğrenme, beyinbilim açısından beyinde nöronlar arasında yeni bağlantısallıklar kurma sürecidir (Şekil 24-25). Beynin hangi anatomik alanlarındaki bağlantısallık yolları o öğrenme sürecinde daha fazla kullanılıyorsa o bölgedeki enformasyon yollarında (nörozihin=*connectome*) bir nicelik ve karmaşıklaşma dönüşümü saptıyoruz. Yani konservatuvara başlayan öğrencinin okul öncesi ve mezun olduktan sonraki detaylı konnektom incelemesi işitme ve işittiğini anlamlandırma beyin alanlarının (Heschl çıkıntılarının yani giruslarının) bağlantısallık açısından zenginleştiğini, eskiye göre daha karmaşık olduğunu, (kaotik) bir dönüşüm geçirdiğini gösterir.

Dr. Bassett gibi beynin bilgisayar modellemelerini çalışanlar, elde edilen ağsal yapının matematiğini de incelemekteler (Şekil 26-30). Ağsal yapıyı oluşturan noktalar-tek parçalar *node*, bu *node*lar arasındaki bağlar ise *edge* olarak isimlendirilir. Network (ağ yapıları) matematiği giderek gelişmekte, birçok noktada Bayesian matematik ile örtüşmeler, etkileşimler göstermektedir. Bilgi ve beceriler beyinde bağlantısallık ağları yani bilgi işleme elektrokimyasal ırmakları olarak varlık bulurlar. Zihinsel yaşam modellemeleri daha sonra varoluşla etkileşimler sonucunda yaşantı formları oluşturarak bu modellemeleri yaşamın ilgili ağ alanında gerçeklik haline dönüştürür; bu öğrenme sürecinin zihinsel karşılığıdır ve bu sürecin de bir matematik karşılığı vardır. Düşünde oluşturmak zaten beyinde bir bağlantısallık değişikliği, farklılığı oluşturmak demektir. 2015 yılında Markram'ın laboratuvarında 38 bin fare nöronunda da olsa ilk kez beyinde düşünce oluşumunun matematiksel modellemesinin yapılmasının etkilerinden bahsetmiştik.

İstek ve sevinç duygusu ile ilerleyen, gönüllülük temelli merak, uygarlığın temel yaratıcı eylemlerindendir. Bilgi işleyen sistemlerin bahsi geçen *autopoiesis* (*özyaratım*) kendinden-yaratma ilkesinin zihindeki oluş biçiminin adıdır. Elbette meraklı olmak içinde bulunulan yaşam ağının bağlantısallık özelliklerinden biridir ve öğrenilebilir.

Merak etme ve öğrenip ürün ortaya koyma sürecinin tanımladığım 8 aşaması var:

1. Merak edilenin gerçeklik kümesi.
2. Merak konusu olan yaşam gerçekliğinin farkındalığı.
3. Yaşam ağının bir parçası olan gerçeklik bağlantısallığı ile ilintili, merak edende var olan öncül zihin modeli.
4. Gerçeklik kümesinin merak edendeki zihinsel öncül, sadece ilintili bazen de ilkel modelin geliştirilmesi isteği ya da sezgisinin varlığı.
5. Yaşam içindeki merak konusu olan gerçeklik enformasyon ağının, merak etmeye başlayanın zihnindeki öncül modelleme ile farklı noktalarının soru olarak tanımlanması.
6. Sorulan sorunun paylaşılması, ortak merak oluşması, merakın kişinin zihninden taşarak sosyalleşmesi.

7. Bu sorunun (bilinçli ya da değil) bilimsel yöntemle hipotez biçimine getirilip sınanması.
8. Elde edilen/oluşturulan zihinsel modellemenin/ürünün yaşam içindeki bağlantısallık ağı içinde parça-bütün ilişkisinin kurulması ve komşu yaşam ağlarına yönelerek yeni merak alanlarının bulunması ve yeniden o alan için adım 1'e dönülmesi.

Şekil 31, bir çocuğun sözcük öğrenme sürecini bize modeller. Bu örnekte çocuğun zihninde beyaz bir kutup ayısı üzerinden "büyüklük ve beyaz renk" kavramları, muz ve peynir üzerinden "sarı renk" kavramı, muz ve balon üzerinden "yuvarlaklık" kavramlarının modellendiğini düşünelim. "Okul otobüsü" kavramının merak edilen gerçeklik kümesidir. Çocuk ne olduğunu bilmediği bu gerçeklik kümesi ile karşılaşınca, yani okul otobüsünün varlığını fark edince, onunla ilişkili kendi çocuk zihnindeki okul otobüsü kavramı ile ilintili öncül model üzerinden öğrenme ağını işlemeye başlar. Onun sarılığını ya da kırmızı olmamasını; büyüklüğünü, eğri olmamasını sorar, karşılaştırır. Bunu bazen arkadaşlarıyla, anne babasıyla yaparak sorularına yanıt arar. Yeni modellemeyi yeteri kadar sınadıkça kutup ayısı gibi büyük olan, muz ve peynir gibi sarı olan, balon gibi yuvarlak olmayan varoluş kümesinin okul otobüsü olduğunu öğrenir.

Bu merak modellemesinde önemli nokta, çocukta başlangıçta var olan semantik ağın varlığı ve merak edilen ya da öğrenme nesnesi olan yaşam gerçekliğiyle ilintisinin kurulması; var olan modellemedeki boşluğun yeni bir yapılanma ile doldurulması ve artık okul otobüsü gerçeklik ağının çocuğun zihninde yeni, –dönüşmüş bir modelleme ile– zihin enformasyon ağı haline gelmesi sürecidir. Yeni modelleme artık farklı bir öğrenme nesnesini anlamak-modellemek için kullanılabilir; örneğin okul otobüsü, muz ve balon; kırmızı, eğri bir uzay mekiğini kodlayabilir.

Nature'da 2016'da yayımlanmış "Natural Speech Reveals the Semantic Maps That Tile Human Cortex" isimli yazıda (Şekil 32) modelini basitçe yukarıda sunduğumuz semantik gelişimin yetişkinde nasıl bir gelişim karmaşıklığına ulaştığını görebiliyoruz.[79]

79. Huth, A. G., de Heer, W. A., Griffiths, T. L., Theunissen, F. E., & Gallant, J. L. (2016). Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature, 532*(7600), 453–458. https://doi.org/10.1038/nature17637.

Sözcüklerin tüm beyin alanına ve esas olarak anlamlarına göre yayıldıklarını ve anlam bütünlüklerine göre beyinde bağlantısallık haritaları kurduklarını görüyoruz. Yani network=ağsal bağlantısallık ilkelerine göre çocuğun semantik gelişiminde anlatılan, *connectome*=nörozihin bağlantısallık ilkelerine göre enformasyon işleme ilke ve matematiği benzer olsa da farklı paradigmalarda ortaya çıkmaktalar.

Merak konusunda düşünürken aynı günlerde yaşadığım bir kişisel merak ve keşif sürecini örnek vererek bir önceki sayfadaki 8 aşamayı açıklayayım: Rönesans ve Barok Heykel Sanatının Farklılıkları, Floransa Uffizi Galerisi ve Roma Borghese Galerisi, Michelangelo'nun Davud'u ve Bernini'nin Davud'unun (Şekil 33) farklılıkları konusunda kişisel bir merak süreci örneğinin analizi.

Floransa'yı ve Uffizi Galerisi'ndeki Michelangelo'nun meşhur Davud heykelini daha önceden görmüştüm. Yani zihnimde 3. maddede sözü edilen "yaşam ağının bir parçası olan gerçeklik bağlantısallığı ile ilintili, merak edende var olan öncül zihin modeli" vardı. Ama bunun Roma'daki "Villa Borghese" ile bilinçli bir ilişkisi yoktu. Villa Borghese ve bu galeride olduğunu sonradan öğreneceğim Bernini'nin Davud'u 1. maddeyi yani merak edilenin gerçeklik kümesini temsil eder. Bir gerçeklik kümesi, nesnesi olmalı ki merak edilebilsin. Bazen zihnimizde "gerçeklik" haline gelmiş hayali bir roman kahramanı da 1. maddedeki merak gerçekliği, varoluşu olabilir.

Merak edenin zihinsel ağının bilgisel bağlantıları, var olan zihinsel ağ ile ilintili bir farkındalık geliştirir. Yani algınız merak alanınız tarafından yönlendirilir. Merak sürecinin 2. adımı merak konusu olan yaşam gerçekliğinin sezgisi, farkındalığı yani ilk örnekteki çocuğun okul otobüsünü merak ederken büyüklük algısı olarak "kendi zihnindeki büyükle, bir kutup ayısı ile" ilintilendirme sürecine benzer bir ağsal yapılanmadır. Burada Rönesans'ı temsil eden Uffizi Galerisi ile Barok dönemi temsil ettiği fark edilen/sezilen/öngörülen/öğrenilen Villa Borghese'yi ilintilendirmek bu aşamaya örnek olabilir. Meraklanılan konuda zihinde oluşan enformasyon ağı, yaşamın sonsuz ağı içinde kendi varoluşuna uygun bir bilgi kümesinin varlığının fark edilmesini sağlayan algı sürecini başlatır. Bu süreç bir anlamlandırma eğitimi ile yani felsefe ile öğrenilir, kolaylaştırılır, zenginleştirilir, yetkinleştirilir.

Felsefe eğitimi anlam arayışı içinde daha çok sezgi ve farkındalık yani merak algısı yönlendirmesi oluştururken, bilim eğitimi bilgi arayışı içerisinde, sezgisel farkındalık enformasyon ağının içinden bilgi üretmeye yönelik doğru soruyu sorabilme ve bu soruyu, hipotezi sınayabilme, soruya yanıt bulabilme süreci becerisini içerir. Bu aşama merak sürecinin 4. maddede belirttiğim "gerçeklik kümesinin merak edendeki zihinsel öncül, sadece ilintili bazen de ilkel modelin geliştirilmesi isteği ya da sezgisinin varlığı" ile ilgilidir. Bu dürtünün derecesi merak giderildiğinde yaşanacak zihin farklılaşmasının yaratacağı anlam (felsefe), ve bilginin (bilim) önemi ile orantılıdır. Bu aşamadaki motivasyon çok iyi bir heykeltıraş olmak isteyen Michelangelo'yu da, Bernini'yi de aşmayı kafasına koymuş becerikli ve hırslı bir kişide farklı, benim gibi süreci esasen bir entelektüel gelişim olarak anlamlandıran bir kişide farklı olacaktır. Genellikle merak sürecinin eyleme dönüşememe aşaması burasıdır.

Bu meraklanma içerisinde, sürece eşim ve kızımı da ortak ederek, Roma'ya bu kez sadece Villa Borghese'yi görmek için gittim ve bu tür gezilerde genellikle yaptığımız gibi ilk gün merak konusu olan gerçekliği, bu kez Villa Borghese'deki Bernini heykellerini kendimiz, sadece zihnimizdeki, görece ilkel, "Borghese zihin ağımız" ile gezdik. Bu süreci daha önce belirtilen 5. maddedeki "yaşam içindeki merak konusu olan gerçeklik enformasyon ağının, merak etmeye başlayanın zihnindeki öncül modelleme ile farklı noktalarının soru olarak tanımlanması"na örnekleyebiliriz. Bu aşama merak sürecinin belki de en önemli aşamasıdır, çünkü doğru soruyu sormayı başarmak cevap verebilmekten daha önemlidir. (Bu nedenle temel bilim laboratuvarlarının hep klinik bilimlerle iç içe olmasına; temel bilimcilerin, klinisyenlerle birlikte düşünmesini sağlayacak sistemlerin kurulmasına önem veririm. Çünkü günlük yaşam sorunlarına karşı alıcıları açık olanların doğru soruyu sorabilme olasılığı fazladır. Temel bilimcileri bekleyen en önemli tuzak, yıllar içerisinde üzerinde çalıştıkları hücrelerin, yandaki hastanede insanları öldürdüğü farkındalığını kaybetmeleridir. Bu nedenle multidisipliner yaklaşım yani enstitüleşme, doğru soruyu sorabilen ve yanıt verebilecek olanların bir araya gelmesini sağlar.)

Merak etmeyi tek cümleyle açıkla deselerdi, merak etmek soru sormak derdim. Soru sormak biraz da sezgisel ve farkındalık

öncelikli (dilden bir ölçüde bağımsız) zihin ağının, bu bağlantısallığı bir sebep-sonuç ilişkisi olarak dile dökmesi aşamasıdır. Bu nedenle dilin gelişmesi temel olmasa da merak gelişiminin önemli bileşenlerindendir. Bu aşamada sorunun "dillendirilmesi" bir "ortak merak", yeni bir ortak zihinsel etkileşim süreci, zihinler arası bir bağlantısallık yaratır. Dil bu sürecin tek iletişim ortamı değildir ama en güçlülerindendir. Bilinmeyenin zihindeki modeli, bu yolla ortak çalışmaya açılır. Merak sürecinin 6. maddesi "sorulan sorunun paylaşılması, ortak merak oluşması, merakın kişinin zihninden taşarak sosyalleşmesi" bu süreçle ilgilidir.

"Ortak merak" ya da meraklanılan konu üzerinde bir düşünce ağının gelişmesi, kültürün o alanında enformasyonun doğası gereği kendinden-yaratma=özyaratım oluşturur ki bu toplumsal yaratıcılığın, üretkenliğin ana güç kaynağıdır. Kültürel anlamda merak bulaşıcıdır, yeni tecrübelerle sınırları esneyip genişleyen zihin, yeni elektrokimyasal bir bağlantısallık üreten nöronal yapı (bu sürece plastisite diyoruz) gibi, asla eski biçimine geri dönmez. Nietzsche "bir kez uyandın mı, sonsuza dek uyanık kalacaksın" der.

Aristoteles, 2400 sene öncesinden "Metafizik"te şöyle seslenir: "İnsan doğası gereği bilmek ister".[80] Yaşamın bağlantısallığını ve özyaratım=kendinden yaratma ilkesinin farkındalığındaki herkes bu önermeyi kabul eder. Ancak zaten meraklı olmak için "insan olmak" yeterlidir gibi bir sonucun da çıkmaması gerek çünkü meraklı olmak öğrenilen bir yaşama biçimidir. Aristoteles'in, (doğası gereği) tümdengelimci önermesi "Irmak doğası gereği akan sudan oluşur ve bu enerji içerir" önermesine benzer. Ancak sadece bazı uygarlıklar değirmenler yaratmayı keşfederek, akış halindeki ırmaktan kullanılabilir enerji elde etmeyi becermiştir. Merak ırmakta suyun akması değil, akan sudan değirmen ile kullanılır enerji elde edebilme sürecidir. Yani merak insanlığın kültür aracılığıyla, eğitimle, çalışmayla, varoluş gerçekliğine dönüştürebileceği zihin cevheridir. Merak ırmaktaki su ise onu işleyen değirmen kültür ve eğitimdir.

Consciousness yani bilinç sözcüğünün İngilizcesi "birlikte bilmek" anlamındadır. Birlikte bilmek bir kültürün de sağlamlığını gösterir. Uygarlıklar, birlikte bilmekle bir bilince ulaşırlar. Birlikte

80. Symposium Aristotelicum (18th: 2008: Louvain, Belçika). (2012). *Aristotle's Metaphysics Alpha: Symposium Aristotelicum.* Oxford: University Press.

bilmek için "birlikte merak etmek" gerekir, ortak merak tanımını bağlantısal bütünsellik kültürünün oluşturulup geliştirilmesindeki temel paylaşma biçimi olarak öne sürüyorum. Bir toplumu bir araya getiren bağlantısallık öğesi para olabilir, güç tutkusu olabilir, zorluğa birlikte katlanma ortaklığı olabilir, üretilenin tüketiciliğinde ortaklık olabilir, milliyetçilik bağı olabilir, ırk bağı olabilir, din bağı olabilir... Bağlantısal bütünsellik bilimi ile gelecek kültürün bağlantısallık kodlamasının merakta ortaklık, çalışmakta ve yaratıcılıkta ağsal yapılanma, iyilikte ülküdaşlık ve birlikte bilmek olabileceğini düşünüyorum. İnsanlık aydınlanma ile nasıl "birey" olduysa, ulus devlet ile nasıl "yurttaş", Keynesçi kapitalizm ile nasıl "vergi ödeyen vatandaş", neoliberal ekonomik sistemle nasıl "küresel tüketici" olduysa, bağlantısal bütünsellik kültüründe de "yaşamdaş" olmayı öğrenecek. Yaşamdaşlığın ilk aşaması "dünyadaşlık" eğitimi olabilir. Ortak merak, "merakdaşlık" bu nedenlerle önem verdiğim bir kültür oluşturucu rolü üstlenebilir.

Beşinci aşama olarak kaydettiğim, zihindeki meraklanılan varoluş ağı ile ilgili başlangıç modellemesiyle, karşılaşılan gerçeklik arasındaki örtüşme ve ayrışmalar belirlenip, başlangıçtaki zihin modelinin gerçekliğe uygun gelişmesi için doğru soruların sorulmasına kadarki merak sürecinin bir özelliği de yalnızlık ile tetiklenmesi olabilir. Başlangıç zihin modellemesi ile başlayan ve merak konusu olan zihinsel gerçeklikle ilgili soruları belirleme aşamasına kadar olan süreç çoklukla öznel, kişisel bir algoritma ile ilerler. Günlük tutmak bu süreçlerdeki meraklanma eylemini katalize eder, sırası geldiğinde doğru soruyu sorabilme netliğine ulaşmayı kolaylaştırır. Ortak merakın oluşmasıyla birlikte iletişim becerileri, ortaklaşabilme, ekipleşebilme, birlikte gelişme duygusu oluşturabilme becerileri ortaya çıkar.

Tekrar Borghese örneğine dönelim: Ortak merak, ilk günün sonunda eşim ve kızımla ortaya çıkan soruların ve izlenimlerin konuşulması, paylaşılmasıyla kendiliğinden oluştu. Merak soruları netleşirken diğer yandan yeni oluşmaya başlayan farklı merak başlangıç ağları da belirmeye, farklı keşiflere dallanacak yeni meraklanma alanları da oluşmaya başladı. Bernini'nin Davud heykelini Michelangelo'nun Davud'u ile karşılaştırmak asıl amaçken, Borghese Galerisi'nin beklemediğimiz zenginliği

ve efsunlama derecesindeki etkileyiciliği gelecekte farklı merak alanları oluşturacak zihinsel gelişim tohumları attı.

Ortak gözlemimiz; Rönesans heykel sanatının, insan güzelliğinin, "kutsanmasının" ve gerçekçiliğinin vücut bulduğu ancak durağan ve tek açıdan etki yaratması için yapılmış Michelangelo Davud'unun yerini Barok heykel sanatında Bernini'nin Davud'u ile dinamizme, hareketliliğe, her açıdan sanki bir saniye sonra koşuverecekmiş hissini veren dinamizme bırakmış olması idi. Bunu elbette nedir bizim hipotezimiz diye konuşmasak da geri dönüp baktığımızda ortak merakın ana sorusu (hipotezimiz) her iki heykel arasındaki temel farkın bu durağanlık-dinamizm ikileminde olup olmadığı idi.

Şimdi sıra merak ve buluş/keşif sürecindeki 7. aşamayı Borghese tecrübemiz üzerinden örneklemeye geldi: "Merak sorusunun (hipotezin) bilimsel yöntemle sınanması süreci" aslında günlük yaşamda bilimsel üslubu bir yaşam biçimi haline getirmiş herkes tarafından uygulanan süreçtir. Tümevarım, tümdengelim ve bağlantısal bütünsellik bilimsel yöntemleri ile sorunun ilişkili olduğu gerçeklik ağı ile zihnimizdeki modelleme karşılaştırılıp denemeler yapılarak, zihinsel modelimiz (Hawking buna model bağımlı gerçeklik der) tekrar tekrar denenip, yapılandırılıp o koşullar altında, daha doğru bir modellemenin günün birinde yapılacağı da bilinerek, "o anın doğrusu" oluşturulur. Bu bilimsel cevap arama süreci genellikle o yaşam ağını en iyi bildiği düşünülen, bazen varsayılan, o dönemin bilimsel yetkinliğine sahip "enformasyon ağının hakemleri" tarafından denetlenir, yönlendirilir. Eğitim öğretimde bu kişiler öğretmenlerdir ve dünyadaki en önemli işi yaparlar: "Yaşantılar oluşturma". Örnek tecrübemize dönersek, ertesi gün galeriyi ikinci gezişimizde yanımızda sanat tarihçisi bir profesyonel Borghese rehberi vardı ve sorularımıza yanıt ararken bize bilimsel bir hakem, bir öğretmen işleviyle, zihinsel modelimizin oluşumunda doğru sonuçlara, buluş ve keşiflere ulaşabilmemiz için yol göstericiliği yaptı.

Sekizinci aşama aslında bilimsel yöntemle hipotezin sınanması, merak sorusunun yanıtının bulunması sürecinin parçası olmalı. Çünkü burada elde edilen/oluşturulan zihinsel modellemenin/ürünün yaşam içindeki bağlantısallık ağında parça-bütün ilişkisinin kurulması ve komşu yaşam ağlarına yönelerek yeni merak

alanlarının bulunması şeklinde bir süreç işliyor. Bir başka deyişle, bağlantısal bütünsellik olarak isimlendirdiğimiz bilimin yeni katmanı, tümdengelim ve tümevarım yöntemlerine eklemlenerek hatta onların dokusuna işleyip karışarak yeni bilimi oluşturuyor. (Bu yeniliği vurgulamak için bu aşamayı esas olan bilimsel yöntemle merak modelinin sınanması safhasından yapay şekilde ayırdım. Bağlantısal bütünsellik bilimsel yönteminin yeni bilim ve kültür açısından farkları ve önemini ise kitabın diğer bölümlerinde inceliyoruz.)

Sonuçta eski bir Floransa deneyiminden, Michelangelo'nun Davud'unun zihinsel modelinden doğan ve ortaya çıkan turistik, yüzeysel bir ilginin yarattığı ilgili algı alanı gelişimi ile Villa Borghese'ye uzanan ve Barok sanatı, Bernini ve eserleri üzerinden genişleyip, bilimsel yöntemle doğrulanan bir merak sürecini sizlere sundum.

Bu noktada vurgulanması gereken, bilimin bir yaşam biçimi, bir yaşama üslubu olduğudur. Bilimsel yöntem, bilim insanının laboratuvarda deney yaparken öne sürdüğü hipotezi sınamak, en güvenilir veriyi elde edebilmek için kullandığı meslek becerisi değildir; bilimsel yöntem, insan zihninin kendisini yaşam içinde anlamlandırma ve bu enformasyon ağı içerisinde varoluş biçimini seçebilme becerisidir. Yani bilimsel yöntem, insanın "daha anlamlı ve doğru yaşama" iştahından doğar; merak bu isteğin adıdır. Merak bilimsel yaşama üslubunun başlangıçta anlama isteği, sonuçta da anlamaktan doğan sevincidir. Özetle bilimsel yöntem, bilim insanı için değil, aslında insan için, insanlığın bilinmeze karşı kendisini ve zihnini koruyan yaşam becerisidir. İster bahçıvan, ister mühendis, ister çiçekçi, ister bilim insanı olun, bilim "anlamlı, doğru ve özgür yaşamak isteyen" her insan içindir.

Bilimsel yöntem dışında hiçbir ideoloji, hiçbir "-izm" insana yaşamın sonsuz enformasyon ağı içinde kendi yaşantı gerçekliğini seçebilme ve yaşayabilme becerisini ve özgürlüğünü vermez. Bilimin bu "gücü" mutlak doğru olmadığını baştan anlamasından gelir, bilimsel beceri ile yaşayan insan içtenlikle ifade ettiği her "doğrunun" günün birinde kendisi ya da başkası tarafından "daha doğru" ile dönüştürülüp geliştirileceğini bilir. Bilimsel doğrular yalanlanmazlar, daha doğruya dönüşürler. Bağlantısal bütünsellik, bilimin öncelikli inceleme alanını, anlaşılmaya çalışılan bütünü

oluşturan parçalardan alıp, bu parçaların ilişkilendirilmesi ağına taşır.

İnsan, yaşam ağını anlamak ve içinde var olduğu bu enformasyon denizine katkı sağlayabilmek, onu bulduğundan daha güzel bırakabilmek için meraklanır. Merak etmek zihnin merak edilen alandaki yaşam gerçekliğinin zihin modelini oluşturmak arzusudur. Bu istek oyuna başlama tarzında bir olumlama ile hevesle başlar, oyunun kuralı bilimsel yöntemdir ve oyun anlamaktan doğan sevinçle sonlanır. Merak, bilimle, anlamak sevincine ulaşabilir.

2. Toplum ve Merak

Bu bölümün ana sorusu şu: Toplum bir kültür öğesi olarak onu oluşturan bireylerdeki "merak"ı nasıl geliştirebilir? Yani bir kültür öğesi olarak, sosyolojik bir değer olarak merak konusunu ele alalım.

Aslında "ortak merak" konusu içerisinde bahsettiğimiz her şey bu bölüme aktarılabilir. Bu bölümde tartışmak istediğim konular şunlar:

a) Uzmanlık mı, hezarfenlik mi?
b) Baskınlık ya da tekseslilik mi, yoksa çeşitlilik ve çokseslilik mi?
c) Kültürel ağı oluşturan noktalar, kişiler, kurumlar (*node*'lar) mı; yoksa noktaların, kişilerin, kurumların arasındaki bağlantısallık (*edge*'ler) mı?
d) Yaşamın enformasyon ağı, meraklanan ve bilimsel yöntemle onun içinde adeta oyun oynar gibi, yaşantılar üzerinden onu anlamlandırarak seçimler yapan kişiye "mutlak özgürlük" sağlayabilir mi?

a) Uzmanlık mı, hezarfenlik mi?

Hezarfen sözcüğünün anlamının "bin bilimli" demek olduğunu yakın zamanda fark ettim, İngilizcedeki *polymath*'in karşılığı bir sözcük. Yani ilgi alanı yaşamın kendisi olma hali. Hayatla ilgili bir merak konusu olduğunda bu merak süreci içinde akış neyi gerektiriyorsa onu öğrenme, ne kadar gerekiyorsa o alanda o kadar derine gidebilme hali. Leonardo da Vinci, Alexander von Humboldt, Hypatia, Bingenli Azize Hildegard, Johann Wolfgang

von Goethe, Mustafa Kemal Atatürk, Hedy Lamarr, Benjamin Franklin, İbn-i Sina, İbn-i Rüşt ilk akla gelenlerdir.

Günümüzde entelektüel bilim insanı modeli Stephen Hawking, Roger Penrose, Christof Koch, Giulio Tononi'de kimliklenir. Beyin cerrahisi alanında da Hezarfen üslubunu yaşatan, çok sayıda uluslararası önemde başarı gösteren hocalarım ve meslektaşlarım vardır.

Diğer yandan uzmanlık hatta bazen aşırı odaklanma bu devasa bilgi yükü karşısında çağın gerekliliğidir. Ancak uzmanlaşma ile hezarfenliği birbiriyle yarış halindeki iki rakip olarak görmek sanırım en büyük tuzak. Hezarfen olmayı küresel bir zihin genişlemesi ve yapılanması gibi görüyorum. Varsa zihnin bir "kütlesi", bu ağırlığı oluşturanın dışarıdan gözlendiğinde farklıymış gibi görünen alanlardaki merak ve gönüllülük kökenli çalışma ve zihin genişletme olduğunu söyleyebiliriz. Uzmanlık ise zihnin belli konuda dikey uzantılı büyümesidir. Uzmanlık insan zihninin yaşama uzanan, zihinsel deneylerin yapıldığı, analojilerin ve modellemelerin uygulandığı, çoğu zaman meslek olarak da seçilmiş, iş yapma, ürün oluşturma alanlarıdır. Uzmanlık ile hezarfenlik birbirini geliştirir. Ne kadar mahir uzmansanız, o kadar zengin bir zihin yaşantısı oluşturursunuz; tersi de doğrudur: Ne kadar zengin bir zihin yaşantınız varsa bu zihin kütlesi uzmanlık becerinizin o kadar derine ulaşmasına yardımcı olur.

Çağdaş kültürümüz uzmanlığı kutsamakta, merak ve gönüllülük kökenli "hezarfenliği" ise yermektedir. Hezarfenler topluma rağmen ve çoğunlukla uzmanlaşma eğitimi tamamlandıktan ya da tamamlandığına kültür unsurları tarafından onay verildikten sonra merak alanlarını geliştirirler. Bu yarış kültüründe hezarfen olma hakkı, toplum tarafından sadece "birinci olanların birinci oldukları sürece haklarıdır"; ikinciler bile önce uzmanlaşmak ya da birinci olmak zorundadırlar hezarfenlik merakını sürdürmek için.

Ülkemizdeki eğitimin beklentisi bu yöndedir: Yeni bir çare ya da buluş düşününce "icat çıkarma", duygulanıp yazınca "edebiyat yapma" (yeni dille "duyar kasma"), düşünüp sorgulayınca "felsefe yapma", çoğunluk vasata yanlışsınız deyince "hariçten gazel okuma", avam kalabalıkta özgüvenle yürüyünce "artistlik yapma", bir şeylerden rahatsız olup neden böyle diye sorunca "caz yapma" diye zihin akışına baraj koyar vasatın ödüllendirildiği kültür. Bu nedenle senelerdir her yıl milyonlarca öğrenciye müzik eğitiminde

blok flüt çaldırılan ülkemizde, bir tane bile blok flüt konçertosu besteleyen çıkmamıştır. Merak geliştirmeye yönelik değil merak soldurmaya yönelik bir örgün eğitim tavrı nedeniyle merak ırmağının akışı daha kaynağında kurutulur.

Çok satanlar arasına giren *Outliers* adlı kitabında Malcolm Gladwell uluslararası kıymette bir ürün ortaya koyabilmek için bir kişinin o konuda en az 10.000 saat zihin yoğunlaşması yaşaması gerektiğini yazmış ve bu tespit ilgi toplamıştı.[81] Bir insanın ömrü içinde böylesi bir yoğunlaşmayı ancak üç, seyrek olarak dört, nadiren beş ve üstü kere yaşayabileceğini biliyoruz. Bu merak ve yoğunlaşma fırsatlarını eğitim sistemimiz sınav hazırlıklarına harcıyor maalesef. Üniversiteyi bitiren bir öğrenci zaten en az 3, tıp gibi bir alanda uzmanlık eğitimi de yapmışsa en az 5 kez bu yoğunlaşmayı yaşayarak "uzmanlık" hakkını alabiliyor. Oysa önce hezarfen zihnine sahip olma eğitimi sonrasında merak alanlarının en az birinde daha derinlemesine akış ve uzmanlık eğitimi planlanmalı.

İnsan zihninin mümkün olduğu kadar erken dönemde bir konuya "takık olması" çok önemli. Tıp fakültemize burslu öğrenci seçmelerinde "Neyi merak ediyorsun, hangi alanda kendini ve yaşamı geliştirmeyi arzuluyorsun?" diye sorduğumda, "Hele sınav bitsin ondan sonra uzmanlık alanımı düşüneceğim" yanıtı beni en çok üzen cevap. Kitaptaki notaları bir milyonuncu (!) kez tekrarlayan, hiçbir zaman yeni bir eser olamayacak blok flüt sesi. Bir soruya takıklık her zaman bilimsel bir çabayı gerekli kılar, soru ne olursa olsun. Soru cevaplansa da cevaplanamasa da bilimsel yöntem tadılmış olur. Bizim eğitim sistemimizde "bu takıklık" ancak sıra dışı öğretmenler tarafından sağlanır. İyi öğretmen, "nasıl test çözülür"ü değil de merak edilen konuda öğrenciyi yüreklendiren, hatta bazen merak konusu ve akışı sağlayan öğretmendir. İyi öğretmen bir insanın en büyük şansıdır. Eğitimin zihin zenginleştirmek olduğunu bilen öğretmenler, merakın da zihin modellemesi olduğunun farkındadırlar. Yani eğitim zihin yapılandırmak olduğundan ve biz artık beyin anatomisinin de (*connectome*=nörozihin) zihin yapılanmasına göre şekillendiğini bildiğimizden, öğretmenler için en etkin beyin dönüştürücüler, en etkin beyin cerrahları öğretmenlerdir diyebiliriz!

81. Gladwell, M. (2008). *Outliers: The story of success.* Little, Brown and Co.

b) Baskınlık ya da tekseslilik mi, yoksa çeşitlilik ve çokseslilik mi?

Çeşitlilik ve çokseslilik zihinsel enformasyon ağının zenginliğidir. Yaşam içerisinde ne kadar erken zamanda ne kadar çok zihinsel uyaranla karşılaşılırsa zihnin elektrokimyasal ırmaklarının da o ölçüde zengin, bağlantısallık yapısının o ölçüde gelişmiş olduğunu on yıllardır biliyoruz. Bunu çocukluktaki iyi eğitimin gereği olarak düşünürken sanki yetişkin zihninin bu çeşitliliğe ihtiyacı yokmuş gibi bir önyargımız var. Halbuki beynin bir enformasyon işleme, bir zihin yaratma organı olduğunu öğrendikçe, kendinden-yaratma organı olan beynimizin yaşam ağının tüm kodlamalarına açık olmasının ne kadar önemli olduğunu anlıyoruz. Hep aynı düşünce biçimleri beynin bağlantısallık zenginliğini, zihnin yaşam ağını modelleyebilme esnekliğini, belki de en önemlisi yaşamın keşfedilmemiş bilgi akış ağlarını yaşantı haline getirerek keşfedebilmeyi engeller. Sonuçta aralarında seçim yapabileceğimiz yaşantı biçimlerini hiç fark edemeyebiliriz. Bu durum zihinsel özgürlüğün yitimi demektir.

Çeşitliliğin, farklı disiplinlerin bir arada varolmasının öneminin anlaşılması, bilim dünyasında da enstitülerin önem kazanmasını sağlamıştır. Enstitüler, toplumun ve yaşamın iyiliği için belirlenmiş bir alanda soruların sorulup cevapların arandığı, tüm kültür ve bilim alanlarından o soru alanıyla ilişkili zihinlerin etkileşiminin sağlandığı, insanlığın özyaratım (kendinden-yaratma) ağlarıdır. Aslında bir önceki cümlede, insanlığın değil, yaşamın enformasyon ağının kendinden yaratma organizasyonudur demek bağlantısal bütünsellik anlayışı açısından daha doğru bir tanımlama olacaktır. Enstitüler de "insan için"likten önce, yaşamın iyiliği ve güzelliği için bilgi üreten organizasyon ağları olacaklar.

Yaşam için çokseslilik aslında çoğu zaman fark etmediğimiz tüm enformasyon işleyen sistemlerin içinde olduğu bir hayat korosudur. Yeni dönemde, bu koronun doğal assolistinin insan olmadığını, ancak emek ve iyilikle bu koroya katkı verip assolist derecesinde önem kazanabileceğimizi fark edeceğiz.

Merak farklılıklardan ve çokseslilikten beslenir; ürünleriyle de farklılıkları ve çokseslilikleri besler.

c) Kültürel ağı oluşturan noktalar, kişiler, kurumlar (*node*'lar) mı; yoksa noktaların, kişilerin, kurumların arasındaki bağlantısallık (*edge*'ler) mı?

Biyolojik sistemlerin ve öğreniyoruz ki tüm enformasyon sistemlerinin istikrar sağlayan kalıcı unsuru, bütünü oluşturan parçalar değil, bu parçaların birbirleriyle olan bağlantısallık yapıları. Kültürün parçası olabilmeyi başarmış kurumlar onu var eden kişilerin değil, bu kişilerin var ettiği etkileşim ağları üzerinde yükselirler. İnsanın zihinsel yaşantısını etkileyen kurumların da birbirleriyle ilişki ağı bu kurumların üzerinde bir kültürel yapı oluştururlar. Örneğin çocuğun merak gelişiminde aile önemlidir, okul önemlidir, akrabalık ilişkileri de öyle. Ama esas yapı aile-okul-akrabalar bütünlüğünde oluşur. Zihinsel merak ağının oluşması, yaşamın modellenmesi olarak zihnin gelişimi bu bütünsel yapıyı oluşturan kurumlar ile tek tek değil, bunların birbiriyle etkileşimi sonucunda oluşur.

d) Yaşamın enformasyon ağı, meraklanan ve bilimsel yöntemle onun içinde adeta oyun oynar gibi yaşantılar üzerinden onu anlamlandırarak seçimler yapan kişiye "mutlak özgürlük" sağlayabilir mi?

Mutlak özgürlük yoktur. Mutlak özgürlük, yaşamın enformasyon ağının bütünlüğüne ait seçenek çeşitliliğidir. Bu anlamda insan; zihinsel modellemelerinin sezebildiği, fark edebildiği, sorusunu sorabildiği "yaşam bağlantısallığı" kadar seçim yapabilir. Merak zaten tanımı gereği yaşamın zihinsel modellemesinin "büyümesi, zenginleşmesi, karmaşıklaşması" süreci olduğu için bu anlamda insan merak edebildiği kadar özgürdür. Kısacası, bağlantısallık açısından, merak edemeyen yani soru soramayan zihin özgürleşemeyecek zihindir. Özgürleşemeyecek olmak halen özgür olmamaktan daha kötü bir bağlantısallık yoksunluğu durumudur. Spinoza varoluş bağlantısallığının, varoluş özgürlüğünü de belirlediğini de şu zekice sözle açıklar: "Havaya atılan taşın eğer düşüncesi olsaydı yere kendi arzusuyla (seçimiyle) düştüğünü sanırdı."

Anlamak ve bilmek, yaşam ağı içinde yeni seçimler yapabilir olmak, (yeniden) meraklanabilmek demektir. İnsan bilmediği, anlamadığı bir şeyi seçemez. Demokritos bir fikir olarak varlığın

atom yapısı kavramını ileri sürerken zamandan asırlar sonraya uzanabiliyordu, ancak yine de Higgs bozonu üzerinde fikir yürütme özgürlüğü yoktu. Onun da özgürlüğü anlayabildiği, bilebildiği kadardı.

Anlamak ve bilmenin yarattığı özgürlük, eskiden yapamadığı yaşantı seçimlerini yapabilir hale gelen her bilgi işleyen bağlantısal bütünlük için bir "yaşam ödüllendirmesi" durumudur. İnsan bunu "sevinç" olarak yaşar. Anlamaktan ve bilmekten doğan sevinç, yaşam ağı içinde "eskisinden" daha özgür olmanın oluşturduğu, kendinden-yaratma (özyaratım) sürecinin yeni yaşantılar üretebilmesi sonucunda ortaya çıkar. Bu zihinsel varoluş, merak sürecinin kendisidir. Nakamura ve Csikszentmihalyi, bu meraklanma ve sonucunda yeni bir zihinsel model oluşturma sürecini *flow*=akış olarak tanımlar.[82] Akış, yaşamı bir oyun olarak algılayıp yaşama halidir. Çocukların en büyük ciddiyetle yaptığı iş oyun oynamaktır. Akış hali merak sürecinin oyun haline dönüşmüş biçimidir. Oyunun henüz başındaki çocuk, romanının başlangıcındaki yazara benzer; çocuk oyunun sonunu bilmez ve merak eder, yazar da romanın sonunu bilmez ve merak eder. Her ikisi de akışın yarattığı bilmenin ve anlamanın sevincinden güç alırlar. Higgs bozonundan bahsetmişken, bu bilme ve anlama sevincine Peter Higgs'den örnek verelim. 1929 doğumlu Peter Higgs, 2012'de Higgs parçacığının CERN'de deneysel tanımlamasını sağlayacak zihinsel modellemeyi 1964'te yapmış, ancak başlangıçta yayımlatamamıştı. 2013 yılında Nobel aldıktan sonra yaptığı bir konuşmasında (birçok bilim insanı gibi) kendisi için esas ödülün 1960'larda yayımlanmasa da Higgs bozonunun olması gerektiğini anladığında duyduğu sevinç olduğunu, kendisini esas memnun eden konunun aslında zaten zihninde modellediği atomaltı yapı modelinin, yaşam süresi içinde bilimsel bir bilgi haline gelmesi (ve sonucunda Nobel alması) olduğunu vurgulamıştır. Bütün önemli bilimsel başarıların arkasında akış haline dönüştürülmüş merak ve sonucunda yaşanan anlama ve bilme sevinci vardır.

Yaşamı kontrol etmeye çalışan kültürlerde merak hoşlanılmayan, hatta korkulan bir zihin eylemidir. Örneğin St. Augustus *İtiraf-*

82. Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2009). Flow theory and research. *Handbook of positive psychology*, 195-206.

lar'da, "Tanrım lütfen benim meraklılığımı al götür", diye seslenir.[83] Yaşamın yaşantı modellerini deneyip sorular sorup, daha özgür bir zihin üretmesi engellenen kişinin önce merak duygusu, sonra yaşamın bilgi ırmakları içindeki akış hali; neticede anlamaktan doğan sevinç yaşantısı ve en önemlisi merakın getirdiği özgürlük bitirilir. Bazen eğitim merakın sona erdirilmesi sistemidir. St. Augustus'un eğitim bakanı ya da öğretmeniniz olduğunu düşünün.

Bu bölümdeki son söz şudur: İnsan merak edebildiği kadar özgürdür. Ülkeler de insanlarında merak yaratıp sorular sorduran bir kültür geliştirdikçe iyice uygarlaşırlar.

V. SPİNOZA'NIN DÜŞÜNCE AĞI ÜZERİNDEN, BEYİN KONNEKTOMUNA BENZER ÖZELLİKLER GÖSTEREN KÜLTÜREL BAĞLANTISALLIK AĞLARI VE "AĞ YAPICI" ÖZELLİĞİ İLE MERAK

Şekil 29, bu satırları yazdığım sıralarda (Mayıs 2020) baskıya gönderilmiş, önemli gördüğüm bir araştırmanın şekillerindendir. Bu figürün bu metinde bizi ilgilendiren bölümü "a" şeklidir. Burada görülen, beyindeki nöronların ağsal yapılanmanın bağlantısallık matematiğine göre yapılmış fonksiyonel-matematik modellemesidir. Belki de psikiyatrik hastalıklar hatta normal gelişimin değerlendirilmesi gibi beyin konnektom yapısını değiştiren süreçler bu nörozihin değerlendirmelerine göre yapılabilecek. Sözgelimi bir çocuğun 4 yaşındaki (yukarıda şekilde görülen) beyin bağlantısallığının matematik modellemesi ile 5 yaşına geldiğinde elde edilenin karşılaştırılmasının sonucu bize, varoluş gerçekliğinin zihinsel modellemesi süreci olarak tanımladığımız merakla ilişkili bir matematik değerlendirme verecek.

Zihnin bu bağlantısal bütünselliği nasıl nöronların ördüğü enformasyon ağları ile oluşmuşsa, kültür de zihinlerin ördüğü bilgi işleyen etkileşim ağları ile oluşur. Bu toplumsal etkileşim ağlarının beyinde olduğu gibi bir nörozihin görüntüsünü elde etme imkânımız yok ama sosyal fizik de denilen yeni bilim alanı bu etkileşimin de değerlendirilmesi yani ölçülebilmesi olanağını yaratacaktır. Nasıl zihinsel gelişimde "merak ölçümü" yapabileceksek, sosyal fizik matematiği sayesinde de (daha önce önemine

83. Saint Augustinus. (1999). *İtiraflar*. Kaknüs Yayınları.

değindiğim) kültür ağının oluşumunda da "ortak merak" ölçümü yapabileceğiz.[84]

Bu bölümde nörozihin bağlantısallığı ile kültürü oluşturan zihinlerin bağlantısallığını, öğrendiğimde beni şaşırtan ve her şeyin içinde bulunduğu ağ ile anlamlı olduğunu toplumsal açıdan da anlamamı kolaylaştıran şu tarihsel öykü ile anlatayım. Benim bu tarihe ilgimin artması, beynin anatomi anlayışını değiştiren nörozihin yani konnektom biliminin ilk tanımlanma döneminde beynin bağlantısallık yapısını anlamaya henüz başladığımız dönemde Prof. Antonio R. Damasio'nun bir konuşması ve kitabı ile oldu. Sonuçta, yakından tanımak gerektiğini anladığım Spinoza'nın yaşam anlayışı ile Mevlana'nın felsefesinin, bağlantısal bütünsellik kavramını yeni kullanmaya başladığım dönemde, bu bağlamda örtüşebileceğini keşfettim.

1207'de doğmuş Mevlana'yı (Rûmî'yi) 1632'de doğan Spinoza'nın bilip bilmediğini merak ettim. Yaşamın bağlantısallık yapısını Spinoza kendi zihninde modellerken Rumi'den yararlanmış mıydı? Bu soruya Mevlana'yı (yeniden) ve Spinoza'nın yaşadığı coğrafyayı, evlerini, çevreyi gezip araştırarak ve kütüphanedeki (sonradan Spinoza Vakfı tarafından toplanmış) kitaplarını inceleyerek ve başta *Etika* olmak üzere kitaplarını ve mektuplarını okuyarak yanıt aradım. Yaklaşık 190 kitaptan oluşan kütüphanesinde Rumi ile ilgili bir kitap yoktu. Kitap ve mektuplarında da Rumi ile ilgili bir atıfla karşılaşmadım. (Rumi ile ilişkili yazısı olmayan Spinoza'nın mektuplarından birinde Şeyh Bedrettin'den bahsetmesi ilginçtir. Okuduğum en Spinoza düşünceli şiir olan "Yaşamaya Dair"in yazarı şairimiz Nâzım Hikmet'in Bursa Hapishanesi'ne istettiği kitaplardan birinin *Etika* olduğunu okuduğumda şaşırmamıştım, galiba Şeyh Bedrettin Destanı'nı da Nâzım, Bursa Hapishanesi'nde yazmıştı.) Ancak her amatör Spinoza okuru gibi öncesinde tahmin ettiğimden çok daha farklı, kendi zihnini ilmek ilmek ören ve söylediğini yaşayan bir bilge insanla karşılaştım. Tüm bunların sonunda, "Her şeyin bir bütünlük ve ilişkiler ağı içinde olduğunu kavrayabiliriz ama bu her şeyi bildiğimiz anlamına gelmez" diyen Spinoza'nın, beyin nasıl düşünce üretiyor sorusuyla başlayan ve bir matematik yanıta doğru gittiğimiz bilim yolculuğunda bulunduğu-

84. Pentland, A. (2014). *Social physics: how good ideas spread-the lessons from a new science.* The Penguin Press.

muz yeri sezgisel olarak fark ettiğini anladım. Öykünün sonunda okuyunca siz de göreceksiniz ki büyük ihtimalle Spinoza Rumi'yi biliyordu. Yani her şey içinde bulunduğu bağlantısallıkla anlamlıdır ve bu zihinsel ağ, zamandan bağımsız bir düşünsel süreçtir.

Şekil 34 ile gösterilen 1630-40'ların Amsterdam haritası ile yukarıdaki şekilde a figürünü bağlantısallık anlamlılığı içinde düşünün. 1632'de Benedictus Baruch Spinoza Amsterdam'da doğduğunda, birkaç blok ileride büyümekte olan ünlü bilim insanı Christiaan Huygens üç yaşlarındaydı.[85] Huygens'ın varlıklı ve açık zihinli babası, oğluna o dönemde dünya biliminin zirvesindeki kırk yaşlarındaki René Descartes'tan (31 Mart 1596-11 Şubat 1650) ders aldırmış. Descartes 1623'te göç ettiği Hollanda'nın altın çağındaki "merak ve bağlantısallık geliştirici" ortamında üretken yaşamının büyük bölümünü geçirmiştir. Huygens'ın Descartes'tan aldığı özellikle Kartezyen matematik derslerine çocukluk ve yetişkinlik döneminde de yakın arkadaşı olacak Spinoza da katılır (Genç Spinoza 20 yaşlarında Descartes felsefesini ve Kartezyen sistemi eleştiren bir kitap yazıp basacak ve tarihin belgeli ilk antikartezyen felsefecisi olacaktır).

Amsterdam'daki bağlantısallığı daha da zenginleştiren bir diğer isim de Spinoza doğduğunda 25 yaşında olan Rembrandt'tır.[86] Spinoza doğduğunda Rembrandt muhtemelen "Dr. Tulp'un Anatomi Dersi" isimli önemli eserini yapmaktaydı.

Den Haag'taki müzede bulunan Rembrandt'ın "David ve Kral Saul" tablosundaki (Şekil 35) David figürü modelinin 12-14 yaşlarındaki Spinoza olduğu kuvvetle muhtemeldir. Bir doktora tezinde bunun doğruluğuna kanaat getirilmiştir. Yani Spinoza ve Rembrandt yüksek ihtimalle tanışıyorlardı. Spinoza'nın Mevlana'yı bildiğine ve belki de ondan etkilenmiş olabileceğine dair hipotezimin kısmen desteklendiğini, British Museum'daki Rembrandt'ın

85. Christiaan Huygens (14 Nisan 1629 - 8 Temmuz 1695), tanınmış Hollandalı bir matematikçi ve bilim insanıdır. Huygens, özellikle astronom, fizikçi, olasılıkçı ya da saat bilimi ile uğraşmasıyla bilinir. Zamanının öncü bilim insanlarından Huygens, teleskobik çalışmalarla Satürn'ün *Titan* uydusunu ve ayrıca sarkaçlı saati keşfetmiş, şans oyunları üzerine öncü çalışmalar yapmıştır. Huygens, mekanik ve optik alanında önemli çalışmalar da yayımlamıştır. (Wikipedia)

86. Rembrandt Harmenszoon van Rijn (15 Temmuz 1606 - 4 Ekim 1669), Hollandalı ressam ve baskı ustası. Avrupa ve Hollanda sanat tarihinin en önemli ressamlarından biridir. Hollanda'nın ticaret, bilim ve sanatta atılım yaptığı Hollanda Altın Çağı'nda yaşamıştır. "Işığın ve gölgelerin ressamı" olarak da anılır. (Wikipedia)

hayalindeki Rumi'yi canlandırdığı (Şekil 36) baskıları görünce düşündüm.

Bilimsel anlamda nörozihin=konnektom dediğimiz yapının nasıl zihin oluşturduğunu ve yaşamın, beyinden de etkin, hem de sınırsız derecede etkin bir enformasyon işleme sistemi olduğunu ortaya koyacak matematiği ve bilimsel yöntemi oluşurken ve diğer bilim alanlarında da bağlantısal bütünselliğin farkındalığı artarken Spinoza felsefesi ile karşılaşmak, onun Mevlana'nın düşüncesinden doğrudan etkilenmiş olsun olmasın, etkileşimini fark etmek; Farabi, İbn-i Sina, Maumanides'te bağlantısallık felsefesinin izlerine rastlamak bilimsel yolculuğumun havada kalmamasını sağlayan felsefi donanımı sağladı.

Ama altının çizilmesini istediğim ilk nokta sözünü ettiğim isimlerin Hollanda'nın Altın Çağı denilen dönemin ağını zihin bağlantısallıklarıyla nasıl ördükleridir. 17. yüzyılın aydınlanmasının kavşak noktalarından birinin Amsterdam olmasını sağlayan "ortak merak ağı" buradaki Descartes, Rembrandt, Huygens, Spinoza ile de sınırlı kalmaz. 1632'de Spinoza'nın doğduğu ev merkez alınırsa, neredeyse sadece yürüme mesafesine yayılan bu küçük alanın bu kez biraz dışında Amsterdam'a sadece birkaç saat uzaklıkta, aynı yıl bir çocuk daha dünyaya gelir: Antonie van Leeuwenhoek.[87] Leeuwenhoek'in mikroskop yapabilmek için ilgilendiği mercekler nedeniyle gözlükçü ve mercekçi olan Spinoza'yla arkadaş olduğu biliniyor. Mikroskop altındaki "küçük ve değişik" canlıların da bir dünyası olduğunu fark eden Leeuwenhoek bu bulgularını Londra'daki Royal Society'ye yazar. Huygens'ın da içinde bulunduğu Kraliyet Bilim Komitesi, makaleye kuşkuyla bakarlar ve 1677 yılında Hollanda'nın sekiz önemli mikroskopisti Leeuwenhoek'un çalışmalarını bizzat değerlendirip Londra'ya tanıklıklarını raporlarlar. Spinoza da bu sekiz kişilik hakem komitesinde yer almıştır.[88] Mikrobiyoloji biliminin doğuşu böylelikle Hollanda aydınlanma ağının yetiştirdiği fakir bir sepetçinin oğlu Leeuwenhoek'in tutkulu merakıyla başlamıştır. Merak bölümünde sunulan ve örneklenen

87. Antonie Philips van Leeuwenhoek (24 Ekim 1632 - 26 Ağustos 1723), Hollandalı tüccar ve bilim insanı. Mikrobiyolojinin *babası* olarak bilinir. Fakir bir sepetçinin oğlu olarak dünyaya gelmiş, 16 yaşında bir kumaş tüccarının yanında staja başlamıştır. En iyi bildiği iş mikroskobuyla çalışmakmış. Kendi yaptığı mikroskoplarla tek hücreli canlıları incelemiş. (Wikipedia)

88. Feuer, L. S. (1958). *Spinoza and The Rise of Liberalism.* Transaction Books.

süreç bu bilimsel yolculukta da yaşanmış ve sonuçta Leeuwenhoek mikroskop altında keşfettiği dünyanın zihinsel modellemesini deliller ile gerçekleştirmiş ve bu modellemenin yeni kodlama sistemini yaşamın yeni bir paradigması olarak insanlığa sunmuştur. Burada kültürün oluşturduğu "ortak merak" alanını da görmek ve anlamak gerekir. Yeni bilgiye iştah, anlamaktan doğan sevincin paylaşılması, Leuweenhoek'un çalışkanlık ve zekâsının, içinde bulunduğu ortak merak ağının iyilik ve yaratıcılık bağlantısallığı ile yaşamın yeni kodlamasının, mikrobiyolojinin, keşfini getirmiştir. Mikroskop altındaki yeni tanımlanan yaşam, Spinoza'yı da derinden etkiler. Yaşamın içindeki parçaların kendi bütünlüklerini keşfeder. Her bütünün, başka bir bütünlüğün parçası olduğunun anlaşılması ve bu parçalar arasındaki bağlantısallık Spinoza'nın yaşam anlayışını geliştirmesinde etkili olmuştur.

Her şey içinde bulunduğu ağ ile anlamlanır. Varoluş, içinde var olduğu yaşam ağı ile anlam bulur ve onu anlamlandırır; nöron-konnektom-düşünce-zihin-kültür dizgesi anlamlandırma ve yapılandırma açısından çift yönlüdür. Nasıl amigdala, hipokampus, pons, görme korteksi, talamus vb alt sistemler beyni oluşturuyorsa ve beyin de bütünlük-parça etkileşmesi ile bu alt beyin yapılarını etkiliyorsa; Descartes, Rembrandt, Huygens, Spinoza, Leeuwenhoek 17. yüzyıl Hollanda coğrafyası kültürü ve uygarlığını ağsal bir enformasyon yapısı şeklinde etkileyip ondan etkileniyorlar. Bu kültürel ağ 1670'ler sonrasında Almanya'da Leibniz, İngiltere'de Newton üzerinden Avrupa aydınlanması dediğimiz kültürle sözünü ettiğim ağsal varoluş yapısı ile etkileşiyor. Unutmamak gerekir ki zihinsel etkileşim ağı zamanı aşan bir düşünce aktarımı ile de yayılır; Spinoza'nın düşünce ağı da Şeyh Bedrettin, Mevlana, Maimonides, İbn-i Rüşt, İbn-i Sina, Farabi'den ve elbette Antik Yunan'ın düşünce modellerinden etkilenmişti.[89] Bu nedenle bağlantısal bütünsellik kültür ve düşünce ağının aidiyeti, coğrafyası, milliyeti, siyaseti, vatanı yoktur. Bağlantısal bütünsellik kültürünün vatanı dünya, hatta daha doğrusu, yaşamın kendisidir. Bu nedenle bağlantısal bütünselliğin yaşama ait olması insanı da bu yeni varoluş sisteminin merkezi olmaktan çıkarır. Çağdaş insan, uygarlık merkezinin insan –yani kendisi–

89. Meyınandi, A. (2010). Baruch Spinoza: The Philosopher's Philosopher. *Psychiatry (Edgmont), 7*(5), 47-50; https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2882284/.

olduğunu sanmasının ötesinde, bu uygarlığın sahibinin de kendisi olduğunu kabul eder. Çünkü çağdaş insan, yaşamın, kendisi için varlığına inanır ve bu inancı kabullenilebilir hale getirmek için doktrinler-dogmalar-kabullenişler üretir. (Yaşamdaşlık)

Tekrar öykümüze dönelim ve bu kez enformasyon bağlantısallığının zamandan bağımsız olduğunu da görecek şekilde (Şekil 37) 1670 Leipzig'ine gidelim.

Almanya'da döneminin en genç matematik profesörü ama bunun ötesinde hezarfeni olacak Leibniz'e bu kez Christiaan Huygens ders vermekte ve Descartes'tan öğrendiği Kartezyen matematiği öğretmektedir.[90] Zihnini dahi seviyesine getirebilecek olan Leibniz, yaşam içinde bazı problemleri (örneğin Xenon'un İsa'dan 450 yıl önce sorduğu yarışa önde başlayan kaplumbağanın kalkülüs matematiğine göre tavşan tarafından geçilmesinin imkansızlığı gibi) o dönemde var olan matematiğin açıklayamadığını görür ve kendisini Huygens'ın tanıştırdığı Londra'da Kraliyet Akademisi'nin de artık başında olan Newton ile (birlikte değil ama eşzamanlı ve belki de etkileşerek) diferansiyel hesaplamaları, türev ve integrali keşfederler.[91] Kullanmakta olduğumuz integral işareti "∫", Leibniz tarafından tanımlanmıştır ve Latince toplam anlamına gelen *summa* sözcüğünün "s"sinden gelir.

Spinoza *Etika*'yı tamamladığında onun ilk kopyalarını henüz kitaplaşmadan önce altı nüsha olarak bastırır. (*Etika* kitap olarak Spinoza öldükten sonra basılacaktır.) Spinoza kitabın bir metnini Leibniz'e gönderir. Leibniz, *Etika*'dan etkilenir ve üniversitesinde boş olan felsefe kürsüsü başkanlığı için Spinoza'yı önerir. Üniversite rektörünün Spinoza'ya felsefe kürsüsü için davet mektubunda, sonlara doğru, üstü kapalı bir şekilde dini kurum ve yöneticilerle aykırı düşmemesi istenir. Zaten akciğer hastalığı olan Spinoza, mektuptaki bu "gerekliliği" okuduktan sonra rektörün mektubuna olumsuz bir yanıt yazar. Spinoza 1677'deki vefatına kadar Amsterdam ve Den Haag'ın dışına çıkmamıştır. Ölümüne sebep olan

90. Damasio, A. R. (2003). *Looking for Spinoza: joy, sorrow, and the feeling brain.* Harcourt.

91. Önceden bahsettiğim gibi, "beynin nasıl düşünce ve zihin ürettiği" çalışmaları biraz ilerlediğinde keşfedilen nöronal bağlantısallığı modelleyecek bir matematiğimiz olmadığı fark edildi ve Bayesian matematik bu bağlamda yeniden ele alınıp geliştirildi. Bunu da Leibniz ve Newton tarafından diferansiyel hesapların, duyulan merakın doğurduğu ihtiyaç üzerine bulunmasına benzetmiştim.

akciğer hastalığının yaşam boyu cam tozlarını nefesle ciğerine çekmekten kaynaklanabilecek "silikozis" hastalığı olabileceği öne sürülmüştür. Den Haag'daki Protestan kilisesinin bahçesindeki tek ve üzerinde "CAUTE" yazan mezar taşı Spinoza'ya aittir. (Şekil 38)

Burada Spinoza ve düşünce ağını yazmak ile amacım bilim tarihine katkıda bulunmak değil. Amacım merak sürecinin, yaşamın zihinsel bir bağlantısallık modellemesi oluşturma yolculuğu olduğunu vurgulamak ve beynin nasıl zihin ürettiği sorusuna yeni keşfettiğimiz bağlantısal bütünsellik paradigmasının (ve matematiğinin) kültür ve uygarlık nasıl oluşuyor sorusuna da yanıt oluşturabileceğinin (bu alana sosyal fizik denmeye başlandığını belirtmiştim) altını bir kez daha çizmek.

Her şey içinde bulunduğu ağ ile anlamlı, yani sizi siz yapan yaşamınızdakiler. Kendimizi geliştirmenin en kısa, etkin ve verimli yolu yaşam ağımızı paylaştıklarımızı geliştirmek, içinde bulunduğumuz yaşam ağını iyileştirmektir. Bunu yaparken yararlanabileceğimiz en güvenilir yol, bilimsel yöntemdir. Bilimsel yöntem yaşamın zaten kendiliğinden bir varoluş mucizesi olduğunu bize anlatır. Meraklanmak, bu sihri anlamaya çalışmak, böylelikle bu sihri paylaşmak, onu kendi yaşantılarımıza aktarmak anlamına gelir. Yaşam bütünlüğünün bizimle iletişim dili yaşantılarımızdır. Yaşam bütünlüğünün içinde seçilen yaşantı varoluşunun yarattığı "an" sadece bu saniyeyi değil zihnimizin ulaşabildiği bütün zaman dilimini kapsar. Düşünce zamanı aşar.

VI. SPİNOZA FELSEFESİ VE BAĞLANTISAL BÜTÜNSELLİK BİLİMSEL YÖNTEMİ VE KÜLTÜRÜ

Gençlik dönemlerinden beri fark ettiği her bütünün, başka bir bütünlüğün parçası olduğunun anlaşılması ve bu parçalar arasındaki bağlantısallık Spinoza'yı, Descartes'ın beden-zihin ayrımından uzaklaştırmış, Kartezyen düşünceye karşı sezgisel farkındalığını daha yirmilerinin başında kitaplaştırmıştır. Ancak hızla gelişen ve fizik modellemeleri o dönem için başarıyla açıklayan Kartezyen matematiğe ve bunun fiziğine ve kimyasına karşı sadece *Etika*, hayata geçemeyen ama yapısal mükemmelliği ancak 20. yüzyıl sonrasında ilgi çekmeye başlayan zor bir metin olarak Newton'un *Principia*'sı karşısında uygarlık oluşturmada görece "ezik ve etkisiz" kalmıştır. Ancak bağlantısallığın matematiğinin nörobilim ve

yapay zekâ alanlarından filizlenmesi ile *Etika* uygarlık sahnesine esas çıkışını yapmıştır.

Hilmi Ziya Ülken, *Felsefeye Giriş 2* isimli kitabında Spinoza'nın "Geometrik şekil uzay için ne ise insan da yaşam için odur" diye düşündüğünü belirtir. Bu aslında Leibniz'in deyimiyle Spinoza'nın evrensel determinizm (*universal determinism*) fikriyle örtüşür. Bu düşünce sistemi Descartes'ın Kartezyen sebep sonuç ilişkisinden farklıdır ancak bugün, en azından benim anladığım anlamdaki, bağlantısal bütünsellik kavrayışından da farklılıklar gösterir.[92]

Felsefeci Türker Armaner bir konuşmasında ikisi *Etika*'dan biri *Teolojik-Politik İnceleme*'den dört Spinoza önermesi ile yola çıkar.

1. *Etika* Bölüm 2 Önerme VII:
   Fikirlerin düzen ve bağlantısı, şeylerin düzen ve bağlantısının (*connexion*) aynısıdır.
2. *Etika* Bölüm 4 Önerme IV:
   İnsanın, tabiatın bir parçası olmaması ve yalnızca tabiatı ile bilebileceği ve upuygun nedeni olduğu değişmelerden başka değişmeleri tecrübe edememesi, duyamaması imkânsızdır.
3. *Etika* Bölüm 3 Önerme VII:
   Her şeyin kendi varlığında sürüp gitmek için yaptığı çaba (*conatus*), o şeyin fiili (*actuel*) özü dışında bir şey değildir.
4. *Teolojik-Politik İnceleme* Bölüm 2/VIII:

Demek ki doğada bize gülünç, saçma (*absurd*) ya da kötü gözüken her şey, biz şeyleri ancak bir ölçüde bildiğimiz için böyle gözükür, ve biz genellikle tüm doğayı ve şeyler arasındaki bağları bilmeyiz, öyle ki, her şey aklımıza uygun bir biçimde yönetilsin isteriz, ama evren yasalarının düzenini değil de yalnız doğamızın yasalarını göz önünde bulundurduğumuz zaman, aklımız kötü olmayan bir şeyi kötü diye bilebilir.

Spinoza'ya göre hayatın her anında bir nedensellik ağı vardır ve bu nedensellik ağı fikirler ve cisimler için aynı kurallarla işler; yani zihin ve beden aynı düzende ve hiyerarşik farklılık olmadan her varlık bu nedensellik ağı içinde varoluş çabasını gösterir.

Bağlantısallıkla ilişkili önemli bir Spinoza tespiti de şudur: Bir *pharmakon*, ilaç, biri için şifa iken diğeri için zehir olabilir. İyi ve

92. Ülken, H. Z. (2008). *Felsefe'ye Giriş-2*. İş Bankası Kültür Yayınları.

kötü, yararlı ve yararsız, şeylerde ya da insanlarda değil, bağlantılardadır (Spinoza buna karşılaşmalar diyor).[93]

Spinoza'ya göre insan merkezli gerçeklik anlayışı yanılgıdır. "İnsanlık krallığın içinde bir krallık değildir" derken, insanın da doğanın değişmez ve ebedi kurallarına tâbi olduğunu söyler.

Spinoza'nın evrensel deterministik nedensellik ağının, nörobilim kökenli bağlantısal bütünsellik anlayışından da belirgin farklılıkları vardır:

a) Bağlantısallık ağının yapısının enformasyon olması.
b) Yaşamın; aynı özden ama canlı ve şey için farklı işleyen sistemler değil, iç içe geçmiş "sonsuz" enformasyon kümesi-kodlamasından oluştuğu ve bu bilgi kodlamalarının birbirlerine dönüşebileceği.
c) Özyaratım=kendinden yaratma ilkesinin Spinoza'nın sisteminde olmaması.
d) Belki de en önemli ayrım Spinoza'nın bağlantısallık sisteminin bir matematik temelden yoksun oluşu. Aslında bağlantısal bütünselliğin anlaşılabilmesi için gerekli olan en önemli kavram olan enformasyon sistemlerinin, büyük veri tabanlı ve yüksek kapasiteli işlemciler gerektiren matematiğin 17. yüzyılda bulunmaması.

Spinoza'daki bağlantısallık vurgusu dışında, bende hayranlık uyandıran bir diğer farkındalığı da "*Conatus*" farkındalığıdır. *Conatus* belki bu bağlantısallığı sürdürebilmek için "varoluş çabası" olarak tanımlanabilir. Bu "içkin varoluş çabası", yani yaşam denen bağlantısallık ağının doğası gereği varlık bulan eylemi; varoluşu yani yaşantıyı seçebilme ve seçileni yaşama arzusu, eylemi ve sonucunun bütünüdür. Conatus'un, varoluş çabasının, yani yaşantıyı seçme ve yaratma, arzusu-eylemi-sonucunun, Spinoza'ya göre zihindeki temsili keder ve sevinç arasında salınır. Bu bağlamda *conatus*, yaşama ait bir gerçeklik kümesinin zihinsel modellemesini yapıp bu modellemeye göre yeni yaşantı önermeleri oluşturmak, yani merak sürecidir.

Felsefeci değilim, bu nedenle felsefe tarihinde *conatus*'un, merak süreci olarak tanımlanıp tanımlanmadığını bilmiyorum ancak

93. Balanuye, Ç. (2017). *Spinoza'nın sevinci nereden geliyor? Reddedilemeyecek bir felsefi teklif.* Ayrıntı Yayınları.

yeni bilimin bağlantısallığında merak, Spinoza'nın nedensellik ağının *conatus*'unu güzel karşılıyor.

Spinoza eğer bağlantısal bütünselliğin yeni bir bilim yöntemi ve kültür anlayışı olarak uygarlık sahnesine çıkışına şahitlik edebilse, bunu "Descartes'ın Kartezyen Sisteminin Eleştirisi" isimli eserinin ve (ancak ölümünden sonra basılan) *Etika*'nın matematik ve bilimsel yöntemle desteklenmiş hali olarak görür, Descartes-Bacon-Newton'un yarattığı uygarlık ve kültürün üstüne eklemlenmesini de yüzyıllar öncesinden kendi *conatus*'uyla bugünü anlamasından doğan sevinçle karşılar ve gülümserdi diye düşünüyorum.

VII. "SAHİP OLMA" KÜLTÜRÜNDEN "YAŞAMDAŞLIK" KÜLTÜRÜNE DÖNÜŞÜMÜN ÖNEMLİ BİR KAVŞAĞI OLARAK COVID-19 SALGINI

Yaşam insanla yaşantı diliyle konuşur. Bilim bu dili anlar ve yaşantılardan eski doğruların üzerine eklemlenecek yeni "daha doğrular" keşfeder, felsefe de bu yaşantıları ve yeni "daha doğruları" anlamlandırır (Dinleri de olanı anlamlandırmaya çalışan felsefenin alanına yerleştiriyorum). Yaşamın enformasyondan oluşan bağlantısallık ağı insan zihninde felsefe ve bilimle modellenir ve varoluş ağının o alanı yine felsefe ve bilimle seçilen yaşantılar üzerinden "yaratılır". Korona salgını sürecini bilimin yeni yöntemi ile bağlantısal bütünsellik ile anlayıp anlamlandırmaya çalışalım.

1. Yaşam iç içe var olan bir enformasyon kodlamalarının bağlantısal bütünlüğüdür

SARS-CoV-2 virüsü 30.000 çift nükleotidli küçük bir biyolojik enformasyon sistemidir.[94] Tüm bilgi işleyen sistemler gibi kendini şekillendirir. Yaşam ağının bu küçücük parçası, sadece insan türünü hasta edecek bir yeni şekillenme göstererek, 30.000 çift nükleotidi ile kendisinin 100.000 katı büyüklüğündeki insan hücresi genomunu kendi varoluş ağı için kullanabilir hale geldi. Virüsteki bu değişim bir böceği öldüren ya da plastiği yok edebilen etki gösterseydi, belki hiç fark edilmeyecek ya da sevinçle karşılanacaktı. Ama bizim kendi türümüzü etkileyince lanetli bir

94. Xie, X. ve ark, *a.g.e.*

pandemi halini aldı. Wuhan'daki kelebeğin kanat çırpışının New York'ta kasırga oluşturmasının meteorolojik şansından daha az olan bir gerçeklik ağı oluştu. Bugün itibarıyla (Haziran 2020) dünyada 8 milyon insanın enfeksiyonuna sebep olan virüsün toplam ağırlığı bir kelebeğin ağırlığı kadar bile değil.[95] Enformasyonun kütlesi yoktur.

Yaşam ağı içinde ister virüs ister ekonomik kriz kodlarının yayılımı (2008 krizi), ister sosyal ağda bilginin yayılımı ya da hakikat sonrası dönemin algı oyunlarının dalgalanması ya da kanser hücresinin kanser dokusu haline gelirken damarlanma biçimi, merkezi otoritenin halkına maske ulaştırma ağı gibi etkileşim ve bilgi işleme gerektiren tüm "sistemler", nöronların bağlantısallığı üzerinden düşünce ve zihin oluşturması matematiği ile modellenip anlaşılabilir.

2. Her bilgi işleyen sistem zekâ (dönüşüm, yeniden oluşum, adaptasyon süreci) üretir

Beyin dokusu her an yeni bir bağlantısallık biçimi oluşturan, enformasyon işlemek ve olası zihinsel modeller içinde birini seçerek onu varoluş ağına yeni bir yaşantı oluşturmak üzere ekleyen özelleşmiş organdır. Biz en etkin bilgi işleyen sistemin insan beyni olduğunu düşünüyorduk, oysa gördük ki en etkin bilgi işleyen sistem yaşamın kendisi. Yeni koronavirüsün zaman içindeki mutasyonlarının ve karmaşık bir sistem olarak salgının yayılımının yani enformasyon ağlarının nasıl insan zihni ile öngörülmesi zor, hatta günümüz için imkansız olabileceğini yaşadık.

Her enformasyon işleyen sistemin er geç yeni bir farklılaşma göstereceğini 1972'den bu yana özyaratım adıyla biliyoruz.[96] Termodinamiğin ikinci yasasına aykırı olan bu durumun 1980'lerden beri (İlya Prigogine sonrası) biyolojik sistemler için geçerli olduğunu öğrenmiştik.[97] Beyin-bilim çalışmalarının ilk sonuçlarından biri termodinamiğin ikinci yasasının enformasyon işleyen sistemler için de geçerli olmadığı. "Beyin nasıl düşünce üretiyor, zihin yaratıyor?" sorusunun yanıtı olabilecek modellemenin gerektirdiği yeni matematik, Descartes-Bacon-Newton biliminin

95. https://www.worldometers.info/coronavirus.
96. Maturana H. R. & Varela, F. J., *a.g.e.*
97. Prigogine, I. ve Nicolis, G., *a.g.e.*

yarattığı günümüz kültüründe "kaos" olarak tanımlanan karmaşıklığın ardındaki bağlantısallığı anlamamızı sağlamaya başladı. Artık yaşam ağının içinde olup biten her şey, Covid-19 salgını dahil, bağlantısal bütünsellik bilimsel yöntemi ile eskisinden daha yetkin biçimde yeni bir bakış açısıyla değerlendirilebilir.

3. Bilim, tümdengelim ve tümevarımdan sonra "bağlantısal bütünsellik" yöntemiyle de gelişip dönüşme gerekliliğiyle tanıştı

Bilimsel yöntem, belirsizlikle karşılaştığında ki en büyük belirsizlik ölüm ve ölüm tehdididir, insan zihninin çare arayışının ilk çözüm sığınağıdır. Bu Covid-19 salgınında da böyle oldu. Ancak bu kez sorun insanlık evinin içinde insanların bir paylaşamamazlık kavgası değildi, (insanlık bu tür kendi-kendine karşı savaşlarda pek eğitimli ve mahirdir) bu kez insanlık ağının bağlantısallığı üzerinden ilerleyen, etkileme alanındaki bütünün tüm parçalarını eşit etkileyen (yanıtlar farklı olsa da) yeni bir yaşam kodlaması ile "mücadele" söz konusu oldu.

Bilim, insanlığın esas ait olduğu yerin, yaratmaya çalıştığı "insanlık evi" değil, yaşam ağı olduğunu fark etmekte. Anlaşılmakta ki "insanlık evi", insanı yaşamın merkezine koyan anlayış, işi zihin oluşturmak olan beyin dokusu içinde bir grup hücrenin (bu hiyerarşik olarak üstünlük atfettiğimiz nöronlar olabilir) yeni bir doku oluşturmasına benzer. Çoğunlukla bu dokuyu beynin biyolojik sistemi ortadan kaldırır, bu olamazsa bu kontrolsüz doku tümör adını alır ve içinde bulunduğu bütünlüğü sonlandırır. Yani bilimin konusunun artık bütünün parçaları değil bütünü oluşturan parçaların önce birbirleriyle, daha önemlisi de bütünle etkileşim ağı olduğu anlaşıldı.

4. Her şey içinde bulunduğu ağ ile anlamlı

İnsanlık uzun süreden beri ilk kez hiç tanımadığı insanların enfekte olmaması için maske taktı. Enfekte olmamanın ilkeleri ile enfekte etmemenin ilkelerinin benzer olduğunu anladı. Bağlantısal bütünlük kültürünün ilk öğretisi "kendini geliştirmek istiyorsan işe yanındakini geliştirerek başla" ilkesidir. Koronavirüs bize "kendin hastalanmak istemiyorsan önce yanındakini enfeksiyondan koru" pratiği ile bu ilkeyi öğretti.

Yaşam-orman, insan-yaprak benzetme modeli üzerinden gidersek; kendisini yanındaki diğer "yapraktan" çok farklı, "ben" adını verdiği bir "varlık" olarak algılayan insanlık, yaşamın içindeki virüs denen enformasyonun "yapraklar" arasında ayrım yapmadığını ve kendi "iyiliğinin" yanındaki "yaprağın" iyiliğine "bağlı" olduğunu anladı. Sonuçta salgın, dünyada bugün var olan tüm insanların kendi yaşam sürelerinde ilk kez karşılaşıp deneyimledikleri, yanındaki yaprağın ve topluca bulundukları ağacın "sorumluluğunu" üstlenip, (belki de farkında olmadan) yanındaki "yaprakların" iyiliğini isteyip, bunun için davranışlarda bulunmanın, gerekirse "fedakârlık" yapmanın öğrenildiği ilk kez evrensel anlamda deneyimlendiği bir "yaşam için iyilik ayini" yarattı.

5. Her şey içinde bulunduğu ağ ile anlamlı ve her etkileşim ağı da parçası olduğu bütünlük ile var

Son on yılda yoğunlaşan ve beyin-bilimin yeni bir döneme girip bilimin belirsizlik denizindeki bu yıllardaki buzkıran gemilerinden olmasını sağlayan beyin araştırmalarının ilk dönemlerinde, en yetkin bilgi işleme sisteminin beyin dokusu ve "tabii ki" insan beyni olduğunu düşünüyorduk. İlk öğrendiğimiz, zihnin "yaşam gerçekliğinin enformasyon modellemesinin" nöronların bağlantısallığının sonucu oluştuğu ve *connectome*=nörozihin adını verdiğimiz bu modellemenin bir matematiğinin keşfi idi.[98] Sonraki aşamada enformasyonun ve bilginin işlenmesinin, (yapıtaşının atom olduğunu sandığımız) yaşamın varoluş esası olduğunu anlamaya başladık. Artık biliyoruz ki en yetkin bilgi işleme sistemi beyin değil yaşamın kendisi. Yaşam, sonsuz sayı ve farklılıkta enformasyon kodlamalarının iç içe var olduğu bütündür. Farklı kodlama özelliklerine sahip paradigmaların bilgi işleme bağlantısallıkları, her enformasyon işleyen sistemin er geç zekâ üretmesi (özyaratım=kendi yaratma) ilkesi gereği sürekli dönüşüm, değişim halindedir.

Yaşam bütünlüğü açısından onu oluşturan bağlantısallıkların hiyerarşik ayrımı yoktur. Yaşam dediğimiz enformasyon ağlarının bütünlüğü açısından, onu oluşturan bilgi sistemlerinin örüntüleri

98. Reimann, M.W., Gevaert, M., Shi, Y. ve ark. (2019). A null model of the mouse whole-neocortex micro-connectome. *Nat Commun, 10*(3903). https://doi.org/10.1038/s41467-019-11630-x.

arasında önem farkı bilginin doğası gereği yoktur. Yaşamın karşısında balinayla selvi ağacının, insanla arıkuşunun, salyangozla kirpinin arasındaki fark önem farkı değil, bilgi sistemlerinin etkileşimde olduğu ağ içerisindeki bağlantısallık niteliği ve niceliğindedir. Başka yerlerde de örnek olarak verdiğim gibi yaşamı temsil eden bir bahçeniz ve bir de tembel, elinden iş çıkmayan bir bahçıvanınız olduğunu düşünün. O bahçedeki köstebek, o tembel bahçıvandan, o bahçedeki ekosistem için daha önemli olabilir.

6. Yaşamdaşlık

İnsanlık aydınlanma ile birey oldu. Ulus-devlet ile yurttaş, sonra vergisini ödeyen vatandaş, neoliberal ekonomiyle küresel tüketici olmayı öğrendi; bağlantısal bütünsellik bilimi ve ortaya çıkmakta olan kültürüyle de yaşamdaş olmayı öğrenecek. Yaşamdaşlık zihnin "yaprak" olmaktan çıkıp, "ormanın" bağlantısallığı içine yerleşmesi demek. Bu uygarlığımızın yetmezlik noktasının özetlendiği "yaşam insan için var, yaşam benim için var" kendiliğinden kabullenişinin, "insan yaşamın bir parçası olarak ve onun için var, ben de bu yaşam ağı için varım" anlayışına geçişi demek. Orman-yaprak metaforu ile anlatırsak; "yaprağın", ormanın kendisi için var olduğu zannından kurtularak, kendisinin "orman" için olduğu gerçekliğini anlaması demek.

Covid-19 pandemisi insanlığın yaşamdaşlık antrenmanıydı. Bu egzersiz elbette son olmayacak, insan öğrenen bir canlıdır ama kolay öğrenen, hele alışkanlık dediğimiz bilgi akış kodlarını kolay değiştiren bir canlı değildir. Ancak yaşam da en sabırlı ve etkili öğretmendir, çünkü zaman insan için aktığından çok farklı biçimde akar yaşam için.

İnsan zihinleri için yıllara, bu zihinlerin hayat verdiği kurumlar, kültür ve devlet yapıları için on yıllara yayılan bir değişim yaşanacak ve insanlık yaşam ağının parçası olduğunu, yaşamın merkezinde olmadığını önce anlayacak sonra bunu yaşamaya başlayacak ve ardından bu yeni kültürün kurumlarını oluşturacak. Aynen maskesini yanındakini hastalandırmamak için takmayı, (yüzyılların biriken kirinden arındıramadığı) virüs sayesinde ellerini yıkamayı nasıl öğrendiyse her akşam ölüm sayısına bakıp TV kanallarında "boğazında tüp, yoğun bakım tavanına bakmak, evde yakınlarınla birlikte olup sıkılmaktan çok daha kötüdür" di-

yenleri dinledikçe, hep kutsadığı "özgür iradesinin" ancak yaşam ağında etkin olan o virüs denen küçücük bilgi ile sınırlanmasını kabullendiyse; nasıl bir haftada yıllardır yapılamayan uzaktan ve kişiselleştirilebilecek eğitim reformu gerçekleştiyse ve finans piyasaları yeniden yapılandıysa; toplum içinde bilim insanları ve sağlıkçıların yeri nasıl birkaç günde yeniden konumlandı ise, ekonomik bağı sağlayan (eskiden görmediğimiz) kargocularla, emeği ile üretime can verenlerin önemi anlaşıldı ise Papa'nın St. Peter meydanındaki tarihteki ilk seyircisiz vaazını,[99] tüm dini mabetlerin kapanmasını ortak akıl "yeni normal" olarak karşıladıysa, yaşamdaşlık dönüşümü önce zihinleri, sonra bilimi ve kültürü, ardından ekonomiyi, hukuku, devlet anlayışını ve kurumlarını değiştirecek. Yaşam, bu değişimi kolaylıkla yapabileceğini bu pandemi ile gösterdi.[100]

Aydınlanma nasıl tümdengelim üzerine eklemlenen deneycilik yani tümevarım ile bilimsel bir devrim oluşturup "kabullenişin ve sebep-sonuçsuz düşüncenin" yerine insanı ve aklını koydu ve bugünkü insanlığın yaratabildiği bu en üst düzey uygarlığımız ortaya çıktı. Her uygarlık gibi içinde bulunduğumuz ve muhteşem zannettiğimiz uygarlığımızın da elbette bir dönüşüme ihtiyacı var. Nasıl tümdengelime, tümevarımın eklemlenmesiyle Rönesans ve Reform ortaya çıktı ise var olan bilimsel yönteme bağlantısal bütünsellik bilimsel yönteminin eklenmesi, "deneycilikle aydınlanmış bireyden", yaşam ağı içinde varlık bulan "yaşamdaş"a dönüşümü sağlayacak.

Minnet, sevgi ve saygı duyduğum ancak dönüşüm zamanlarına denk geldiğimiz uygarlığımızın yarattığı hakim neoliberal düzenin tüketici vatandaşı, yaşamdaş haline geldikçe kutsadığı değerler olan "ben" için sahip olmak, çalışkan ve zeki olmak özellikleri, "yaşam" için iyi olmak, meraklı ve yaratıcı olmak özellikleri ile eklemlenecek. "Ben" için sahip olmak, yaşam için iyi oldukça insanın yaşamı zenginleşecek. Teknolojik dönüşümü bir kenara koyun, esas içerikte eğitim değişecek. Var olan üstün olma eğitimi

99. *Pope Francis Prays in Empty St. Peter's Square Amid The Coronavirus Pandemic.* [video] *Youtube.* https://www.youtube.com/watch?v=od6HVf_4iJc.
100. Burke, D. (2020, Mart 14). "What churches, mosques and temples are doing to fight the spread of coronavirus". *CNN.* https://edition.cnn.com/2020/03/14/world/churches-mosques-temples-coronavirus-spread/index.html.

yerini iyilik eğitimine bırakacak. İnsanın hakkını yaşama karşı koruyan hukuk sistemi yaşamın hakkını insana karşı koruyacak. Var olan, merkezi güce bağımlı ekonomik modeller yerini hiyerarşik yapının olmadığı kararın "enformasyon ağı" tarafından verildiği, bitcoin gibi ilkel işaretlerini gördüğümüz ağsal ekonomik yapılara bırakacak. Ancak belki de en önemli değişim ölümün anlamlandırılmasında yaşanacak. Var olan uygarlığımızda, insanlığın zihin yeri olan "yaprağın" sararıp düşmesi o yaprağın sonu olarak olumsuzlukla karşılanırken, yaşamdaşlık uygarlığında zihnin konumlanacağı "orman" açısından sonbaharda yaprağın sararıp düşmesi varoluşun doğallığı içinde algılanacak. Çünkü artık biliyoruz ki binayı var eden, onu oluşturan tuğlalar değil, onları bir araya getiren bağlantısallıktır.

Yaşam dediğimiz bu eşsiz öğretmen için, dünyamız için, doğanın ekolojik devamlılığı için, insan türünün önemi arı türü kadar bile değil, korona salgınından öğrendiğimiz bir diğer sonuç da şu oldu: Tabiat insansız çok mutlu. Yani insanlık, yaşamdaşlığı öğrenemez ise yaşam denen öğretmenin yeni "egzersizleri" ile karşılaşacak; bunlar yine yaşam bağlantısallığı içinde, aynı matematik ile varlık bulacak, yeni ekonomik krizler, ekolojik yıkımlar, iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkabilecek açlık, sadece arıları etkileyecek bir başka virüs "pandemisi" ile doğanın yaşanamayacak bir hale gelmesi vb. İnsanlık önümüzdeki on ya da yüzyıllarda kendini yok edip, soyunu tüketmez ise bizi 20 milyar galaksi (belki de daha fazla) ile paylaşacağımız şahane bir yaşam bekliyor.[101]

Yani yaşamdaşlık er geç öğrenilecek.

7. Merakın, bilimin ve akademinin yaşamdaşlık kültürünün yaratılmasındaki yeri

Yaşamdaşlık kültürü, bağlantısal bütünsellik yöntemini bilen ve mesleğinde uygulayan bilim insanlarından çok, bu bilimsel yöntemi yaşam üslubu olarak da içselleştirmiş; yaşamdaşlığı öncelikle kendisi yaşayan zihin önderleri ve bu düşünce önderlerinin kurumsallaştıracağı akademiler gerektirir.

101. Geffre, A. C. , Gernat, T., Harwood, G. P., Jones, B. M., Gysi, D. M., Hamilton, A. R., Bonning, B.C., Toth, A. L., Robinson, G. E., Dolezal, A. G. (2020). Honey bee virus causes context-dependent changes in host social behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences May 2020, 117* (19) 10406-10413; DOI: 10.1073/pnas.2002268117.

Yaşamdaş bilim insanı ve akademisinin özellikleri şunlar olabilir:

a) Dönüştürmek değil, dönüşmeyi göstermek.
b) Yaşam sevincinin bilmek ve anlamaktan doğacağını bilmek ve yaşamak.
Hakikat-sonrası denilen dönemin temel insan modelinde içten içe var olan (yaşamın sonsuz çeşitliliği karşısındaki) yetmezlik duygusu ve kederi, hep bayır yukarı çıkıyormuş hissini, her zaman bir düşmana ya da kaybedene duyulan ihtiyacı, "doğru olarak sunulan şeylerin aslında gerçek olmaması" labirenti aşacak zihin durumunun "bilmek ve anlamaktan doğan sevinci" yaşamayı öğrenmiş insan olacağını, bunun da yaşamdaşlık ile kültürleşeceğini düşünüyorum.
c) Bilimci değil, bilim insanı olmak.
"Bilimci" sözcüğünü, gerçekten bilimi bir yaşam üslubu olarak benimsemeden, toplumun ya da siyasetin bilime atfettiği olumlamalardan yararlanmak için bilim insanı olamadan, "-mış gibilikle" çevresindekileri sonra da kendisini yanıltan-aldatan kişilerden bahsediyorum. Bilim insanı "imiş" gibi davranıp yaşayan "bilimciler" bilimsel statü "pazarlar". Bağlantısal bütünsellik bilimsel yöntemi, baştan bu tür bir "bilimci ruhban sınıfını" reddeder. Yaşam için bilimin en önemli freni "ben ya da (en fazla) biz için bilimcilik" ötesine geçemeyen bilimcilerdir. Yaşamdaşlık kültürünün bilim insanı ile bilimcinin en önemli farkı bilimcinin "her olanı bir şeye göre" ötekileştirmesi, kendisini önkabul olarak iyiye yerleştirip, "iyiden önce kötüye" odaklanmasıdır, bağlantısal bütünselliğin bilim insanı için, yaşam ağı içinde öteki yoktur, tek öteki bilinmeyendir ve zaten o da bilimin konusudur.
d) Mutlak doğrunun olmadığını bilerek, söylediklerimizin de daha doğrusunun bir gün söyleneceğini ve o günün de her gün olabileceğini anlamanın getirdiği alçakgönüllülükten ayrılmamak.
e) Merkeze "Ben'i" değil, "Biz'i" değil, hatta "insanlığı" da değil; "yaşamı" koyan bir bilim, insan ve yaşam anlayışına sahip akademi yaratmak, böyle bir devlet modeli yaratmak kadar zor.
f) Merak, iyilik, yaratıcılık.
Yaşamdaşlığın en önemli özelliğinin merak olduğunu düşü-

nüyorum. Merak yaşamın gerçeklik ağının zihinde modellenmesi becerisi ve sürecidir. Yaşam insanla yaşantılar aracılığı ile etkileşir. Merak etme arzusu yaşantılar üzerinden yaşamla sürekli bir etkileşim isteği, süreci içerisinde olmaktır.
Merak, bilmek ve anlamaktan doğan yaşama sevincinin temel arzusudur ve yaşamdaş bilim insanının zihninin can suyu meraktır.

Covid-19 sonrası dönemde, insanlığın birkaç ay içinde, hele karşılaşacağı ekonomik sıkıntıların da etkisiyle yaşadıklarının anlamını ve alması gereken dersleri bu "beyin-bilimci gözüyle korona manifestosunda" yazdım. Dilerim, Covid-19 salgını deneyimi, insanlığın artık kendisine ve yaşama karşı bir nitelik almaya başlayan günümüz "sahip olma uygarlığından", yaşamı merkeze koyan "yaşamdaşlık" bilim ve kültürüne doğru evrilmesini sağlayıcı küresel eğitim süreci olarak tarihteki yerini alır.

İkinci Bölüm

Bağlantısallık ve Yaşamdaşlık Konulu Yayımlanmış Yazı ve Söyleşiler

1. Son Yılların Üç Önemli Bilimsel Devrimi ve Tırtıldan Kelebek Olma Okulu
2. Bilim ve Yaşam Anlayışımızda Paradigma Değişimi: Nörozihin-Epigenetik-Laniakea Yeni Bilimine Geçiş ve Yaşam Anlayışımıza Etkileri (*Sn. Orhan Bursalı ile söyleşi*)
3. İnternet ve Çocuk Beyni Gelişimi Arasındaki Benzerlik: Yapısal ve Fonksiyonel Beyin Ağlarına Giriş
4. Beyin Nasıl Düşünce ve Zihin Oluşturur? İnsan Nörozihin Projesi ile İnsan Beyin Projesinin Yaşamı Daha İyi Anlayabilmemize Katkısı Nedir?
5. Beyin Araştırmaları Penceresinden Yaşam:
   1. Bağlantısallık ve karmaşıklığa dair bilimsel, sosyal kültürel çıkarımlar.
   2. Parçaların toplamı bütünden fazla ve büyük bir düzene sahip.
   3. Bağlantısallık ve karmaşıklığa dair bilimsel, sosyal ve kültürel çıkarımlar.
6. İnsan Konnektom Projesi

7. Beyindeki Bağlantısallıktan, Yaşamdaki Bağlantısallığa: Yeni Bir Bilim ve Kültür Manifestosu: Corona Salgınından Ne Öğrendik
8. 40'lı Yaşlardan İtibaren Erkeğin Beyin Sağlığı

1. SON YILLARIN ÜÇ ÖNEMLİ BİLİMSEL DEVRİMİ VE TIRTILDAN KELEBEK OLMA OKULU[1]

Üniversiteler bilginin, toplum, teknoloji ve hayat için sistematize edildiği kurumsal organizasyon ağlarıdır. Bilgi güçtür, dolayısıyla bilgisizlik güçsüzlüktür. Bilgisizlikten doğan boşluğu hiçbir teknoloji, maden, inanç ya da para birimi dolduramaz.

Bilgi, kişinin yaşamı algılayışını değiştirir. Yaşantılara karşı algının değişmesi, kişinin yaşamını da değiştirir çünkü yaşam, insanla yaşantılar aracılığıyla konuşur. Tıp fakültesinde stajyerken, anoreksiya nervoza (çok kilolu olduğuna inanma ve bu nedenle sürekli kilo verme çabası içinde olma hastalığı) tanılı bir hastam oldu. Büyük şans eseri hastamın tek yumurta ikizi kardeşi vardı. Genomu aynı olan kardeşinin herhangi bir sağlık sorunu olmadığı halde anoreksiyalı hastam 35 kilo olmasına rağmen kendisini aşırı kilolu gibi algılıyordu. Hastamın zihni ve yaşantısı bu yanlış algı üzerine yapılanmıştı. Bu tecrübeden anladım ki her insan olanı kendisine göre (farklı) algılıyor ve olanı algılama biçimi yaşamını belirliyor (yaşamını oluşturuyor). Dolayısıyla bizler kendi zihin evrenimiz içinde varız ve kendi zihin evrenimiz yaşayış şeklimizi de belirlemekte.

Bilimsel devrimler doğrusal gelişmezler; tıpkı soğan katmanları gibi küresel katmanlar halinde, sonraki bir öncekini yanlışlayacak şekilde değil, bir öncekini de kuşatacak şekilde gelişirler. Bilimsel devrimler fark edelim ya da etmeyelim yaşam algımızı değiştirir. Önce bilimsel devrimler olur, daha sonra siyasetçiler bu değişime göre toplumu değiştirirler. Bu nedenle bilim siyaseti de belirler. Galilei teleskobu bulur dinler tarihi değişir, James Watt buhar makinesini bulur dünya ekonomi tarihi değişir, Dr. Gregory Pincus doğum kontrol hapını bulur kadın sosyolojisi değişir, Gutenberg matbaayı bulur dünya tarihi değişir.

1. Kılıç, T. (2016, Kasım 24). Son yılların üç önemli bilimsel devrimi ve tırtıldan kelebek olma okulu. *Herkese Bilim Teknoloji*; https://www.herkesebilimteknoloji.com/slider/son-yillarin-uc-onemli-bilimsel-devrimi-tirtildan-kelebek-olma-okulu. Konferans videoları: Twitter ve Youtube: @turkerkilic.

Son 3 yılda aynen Galilei'nin teleskobu, Gutenberg'in matbaası kadar önemli olduğuna inandığım, dünyaya bakışımızı yani yaşamımızı değiştirecek nitelikte üç önemli bilimsel devrimin buluşları yapıldı, yayımlandı. Bunlardan ilki "Laniakea",[2] galaksimizin dahil olduğu süperkümeyi ortaya koydu. Diğeri, "Epigenetik",[3] yıllardır literatürde var olan bir kavramdı ancak son 3 senede ek bilgi ve sağlam kanıtlar elde edildi. Bir diğeri de "connectome", beyin ve zihin yapısının ne olduğuna dair bilgiler ortaya konmaya başlandı.

1. Galilei'nin teleskobu kadar önemli ilk gelişme: "Laniakea"

Bu 3 sözcükten Laniakea, Hawaii dilinde "ölçülemeyen cennet" demek. Bununla başlayalım:

Newton madde fiziğini buldu ve mıknatısın demir olan kısmıyla ilgilendi. Demir nasıl düşer, nasıl çarpar, nasıl uçak olur, nasıl gemi olur yüzer bunun fiziğini keşfetti.

Demir olan mıknatısın bir de manyetik çekim alanı vardı ve bu görülmeyen güç, enerji, Einstein, Tesla, Heisenberg gibi bilim insanları tarafından anlaşıldı ve elektrik, CD, telefon, MR, hızlı tren olarak yaşama sunuldu. Anlaşıldı ki insan aklının erişme sınırlarının uçlarında sonsuz küçükte ve sonsuz büyükte, madde değil, enerji fiziği kuralları işliyor.

Avrupa'daki Rönesans'ın bilimini yaratan Newton fiziği, maddenin ana unsur, yaratılan enerjinin ise sonuç olduğu ilkesiyle gelişti. Oysa algılamakta güçlük çekiyoruz ama biliyoruz ki artık enerji, maddeyi yaratan ana unsurdur. (Yani yaşamımızı belirleyen esas unsur madde değil, enerjidir.) Enerji maddeyi yaratır.

İşte Laniakea, tüm evrenin enerji olduğunu, her noktasının diğeriyle bağlantısallık ve bütünsellik içinde olduğunu ortaya koyan *Nature*'de yayımlanan yazının kavramıdır. Bana göre bu bilgi Galilei'nin dünyanın güneşin çevresi etrafında dönmesi kavrayışı kadar kıymetli.

Laniakea bana şunu anlatır: Bütün evren tüm bilinen enerji biçimlerine göre tek bir yapı olarak incelendiğinde ve bütün olarak bir bilgisayar programına konulduğunda biz bütün yapının

2. Tully, R. B., Courtois, H., Hoffman, Y., & Pomarède, D. (2014). The Laniakea supercluster of galaxies. *Nature, 513*(7516), 71.

3. Kanherkar R. R., Bhatia-Dey, N., Csoka, A. B. (2014). Epigenetics across the human lifespan. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, *2*, 49.

birbiriyle entegre ve bütünsel bir sistem içerisinde olduğunu görüyoruz. Kısacası evrende her şey bütünlük içinde ve her şey birbiriyle bağlantısallık halinde. Biz bundan sonraki yaşamımızda maddenin esaslığından değil enerjinin esaslığından yola çıkmak zorundayız. Bu çalışma bence dünyayı algılayışımızı değiştirecek nitelikte ve Galilei'nin teleskobu kadar mühim.

2. Epigenetik

1953'te DNA sarmalını keşfeden Watson ve Crick 1962'de Nobel'i aldılar. DNA'dan RNA; RNA'dan protein zincirinin elde edildiği görüşünü doğrulukla belirttiler. Diğer yandan, bu reaksiyonun tersten olamayacağını (bir kanıt olmadığı halde) öne sürdüler. "Geni" mutlak kılan bu anlayış yerleşti.

Hatta 2001'de insan genomunun nükleotid sırası bulunduğunda (İnsan Genom Projesi tamamlandığında) "insanın genomu" yani genlerinin toplamı olduğu düşüncesi yerleşti. Bu anlayışa göre insanın biyolojik kaderi genler tarafından belirlenmekteydi; insanlar genleri kadar yaşayan, genleri kadar hasta, genleri kadar başarılı (zeki), hatta genleri kadar mutlu varlıklardı.

Epigenetik bize DNA, RNA, protein yolunun tersten de doğru olabileceğini göstermekte. Protein yapısını değiştiren her şey, her aksiyon potansiyeli, her çevresel faktör, hatta düşünce DNA'yı değiştirebilir.

Bu bilimsel bilgi insanı, gen yapısının tutsağı olmaktan çıkarmakta, düşüncesine ve yaratıcılığına DNA'sını bile etkileyebilecek güç ve özgürlük alanı sağlamaktadır.

3. Beyin zihin yaratan organdır

Son 3 yılda beyin-bilinç-zihin anlayışımızda da büyük değişiklikler oldu. Bu yenilik nöron teorisinden bütüncül enformasyon ağı yani "*connectome*" yani nörozihin teorisine geçiştir. Buna göre bilinci oluşturan yaklaşık 100 milyar nörondan oluşan, organ olan beyin değil; 2 üzeri 100 milyar olasılık içeren bir enformasyon sistemi bütünüdür. Bu anlayışa göre beyin zihin yaratan organdır. Nörozihin ise et olan beyin ile bilgi ağı bütünü olan zihin arasındaki arayüzdür. (Beyin ile zihin arasındaki ilişkiyi –tek bir uçağı bir nörona benzetirsek– uçak ile havayolu şirketi arasındaki ilişkiye benzetebiliriz. İkisi arasında nasıl bir ilişki varsa nöron ile zihin

arasında da bu şekilde bir ilişki vardır. Bu bir organizasyon ağıdır ve aynı nöron ile zihin arasındaki ilişkiyi ortaya koyar.)

Tek yumurta ikizleri aynı genoma sahipken, farklı ortamlarda yetiştiklerinde farklı zihin yapısı geliştirdiklerine göre; insan genomu değil, nörozihni, *connectome*'udur.[4] Bu "beynin bilgi ağları" anlayışı, insanı organ olan beynin sınırlarından alıp, bilgi ağı olan zihnin sınırsızlığına ulaştırmıştır.

Bu 3 önemli bulgu bizim sadece bilim anlayışımızı değiştirmekle kalmayıp aynı zamanda yaşamla ilişkimizi de yenilemektedir. (Tıpta 2010'da 3,5 yılda iki katına çıkan bilginin, 2020'de 73 günde iki katına çıkması bekleniyor.[5] Öyleyse esas olan bu bilgi yükü değil onun ne şekilde kullanılabileceğinin öğrenilmesidir.)

Zihinle Laniakea arasında da üzerinde düşünmesi zevkli bir analoji var: Evren nasıl bütünlük ortaya koyan bir bağlantısallık ağı ise nörozihin de beynin yarattığı bir bağlantısal bütünlük...

Büyük gelişmeler sağlayan İbn-i Sina, Newton, Freud, Marx, Adam Smith, Watson ve Crick gibi önder bilim insanlarının buluşlarının yarattığı devrimler insan anlayışını, yaşam kültürünü değişmiştir. Günümüzde de bilimsel devrimlerin sağladığı değişim geçmişte olduğu gibi, insan yaşamını ve düşüncesini, yaşam algılayışı ve psikolojisi derinden değiştirmektedir. Bu yeni bilgi katmanları yaşam kültürümüzü de değiştiriyor. Bir bilim insanı olarak, günümüzdeki insanlık tarihinde ender rastlanan hızda olduğuna inandığım bu metamorfozun, bu değişimin Laniakea, epigenetik ve *connectome*=nörozihin üzerinden olacağına inanıyorum.

Laniakea, epigenetik ve nörozihin demektedir ki insanlar tek bir vücudun hücreleri gibi bütünlük ve bağlantısallık içinde var olurlar. Ve bunu güçlü olanın genini aktardığı, güçlünün doğal seleksiyonda ona geçtiği "gen bencildir" kültüründe değil, kooperasyonun ve işbirliğinin önde olduğu anlayışta yaparlar.

Düşünce, inançtan ve maddeden üstündür

Maddeden enerjiye, genden düşünceye, beyinden zihne, "ben"-den Laniakea'ya bu geçişler, düşüncenin inançtan ve maddeden

4. Seung, S. (2010, Haziran). I am my connectome [Video]. *TED Talks*. https://www.ted.com/talks/sebastian_seung_i_am_my_connectome.

5. Densen, Peter. (2010). Challenges and opportunities facing medical education. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association, 122*, 48-58.

üstün olduğunu yeniden ve farklı bir bilimsel anlayışla ortaya koyar.

Düşünce genden, inançtan ve maddeden üstündür. Çünkü maddeyi, biyolojiyi ve bilinci şekillendirme yeteneği vardır.

Bir bilim insanı olarak görüyorum ki maddeden enerjiye, genden düşünceye, beyinden zihne yuvamız dünyadan, yuvamız Laniakea'ya geçiş dönemindeyiz. Her metamorfoz, her devrim, her dönüşüm zordur. Bu zorluk toplumsal alanda kendisini savaşlar, ekonomik krizler, kıyıya cesedi vuran çocuklar, onlarca şehit cenazesi olarak gösterebilir. Bu acı her dönüşümün, her metamorfozun doğasındadır. (Her dönüşen, önce kendini sindirmek zorundadır.)

Bilimsel dönüşümlerin benzerlik kurulabileceği en güzel biyolojik dönüşümlerden biri tırtılın kelebek olmasıdır. Kelebek olacak tırtılın önce kendi kabuğundan vazgeçmesi ve kendi varlığını gelecekteki varlığı için eritmesi gerekir. Her tırtıl kelebek olamaz, kelebek olacak tırtılın yeterince "imaginal cells" hayalci hücreler yetiştirmesi gerekir.[6] Bu hayalci hücreler, diğer tırtıl hücreleri ile aynı genom yapısındadır ama bu hücreler tırtıl olmaktan sıkılan "rahatsız" hücrelerdir. Farklıdırlar, rahatsızdırlar. Diğer tırtıl hücreleri büyürler, gelişirler, günü geldiğinde ölmeyi seçerler, apoptoza (hücrenin programlanmış ölümü) uğrarlar. Bu hayalci hücreler ise yaşamayı ve yaşatmayı seçerler ve sayı eğer belirli bir eşiği aşarsa kelebeğin vücudunu oluşturmaya başlarlar. Ölümden, kaostan ve savaştan yeni bir dünya, bir kelebek yaratırlar. Bir tırtılın kelebek olup olamayacağını belirleyen, hayalci hücrelerin sayısıdır. Bazı hayalci hücreler değişime girerken ölümden, kaostan ve savaştan yeni bir dünya yani bir kelebek yaratırlar.

İşte bu okul, BAU TIP, tırtıldan kelebek olma sürecinin adıdır. Bu nedenle zordur ve başarması zevklidir. Yeni eğitim yılımızın, tırtıldan kelebek olma yolumuzda hepimize yeni düşünsel, bilimsel ufuklar açmasını dilerim. Sizler bizim ve güzel ülkemizin hayalci hücreleri olun ve güzeli, yaşamı, yaratmayı ve çalışmayı seçin.. Seçin ki önce kendinizi sonra dünyamızı bir kelebek güzelliğine kavuşturun.

Kelebekler, tırtıllardan güçlüdür..

6. Jabr, F. (2012). How does a caterpillar turn into a butterfly? *Scientific American.* https://www.scientificamerican.com/article/caterpillar-butterfly-metamorphosis-explainer/.

2. BİLİM VE YAŞAM ANLAYIŞIMIZDA PARADİGMA DEĞİŞİMİ:
"Nörozihin-Epigenetik-Laniakea" Yeni Bilimine Geçiş ve Yaşam Anlayışımıza Etkileri
Söyleşi: Orhan Bursalı

Prof. Dr. Türker Kılıç, insan beynini eline alan, ona dokunan, ameliyat ile tedavi eden bir beyin cerrahı, Gleevec adındaki bir tümör ilacını bulan kişi', Avrupa Bilim ve Sanat Akademisi üyesi, Bahçeşehir Üniversitesi Tıp Fakültesi kurucu dekanı. Haftanın 4 günü, günde 3-4 kez beyin ameliyatına giriyor. Kimisini kendi yapıyor, kimisinde yol gösteriyor. Doktorluk bir meslek. Başka meslekler gibi. İyi yapılması için gelişmeleri izlemek şart. Peki bilim insanlığı nerede devreye giriyor? Mesleğini araştırmayla, ona evrensel katkıda bulunarak. Kılıç, aynı zamanda bilimsel araştırmalarıyla da tanınıyor.

Fakat bugün sohbet konumuz insan beynini bir büyük düzenin parçası olarak algılayan, evrensel düzenle beyin arasında ilişki kuran büyük fotoğraf. Konuşmalarında bu büyük evrensel fotoğraf konusuna giriyor, bilimdeki son keşifler ışığında... Ama yine de beyin cerrahisinden gireceğiz sohbete.

Orhan Bursalı: Yılda kaç beyin ameliyatı yapıyorsun?

Türker Kılıç: Yılda ortalama 300-350 civarı. Günlük bizzat yaptığım ameliyat sayısını üç ile sınırlandırıyorum. Biz üç ameliyat odası aynı anda çalışıyoruz, anabilim dalı olarak günlük ameliyat sayımız 6-7 civarında, ilave olarak her gün 3-4 *gamma knife* dediğimiz ışın-cerrahisi hastalarımızın tedavisi de var. Beyin ve hipofiz tümörleri ve damarsal hastalıklar, mesela anevrizmalar, benim esas cerrahi alanım.

OB: Beyin tümörleri beynin belirli bilinen yerlerinde mi oluşuyor?

Esasında beynin kendisinden kaynaklanan tümörlerinin dağılım oranları, beyin bölümlerinde hacimleriyle doğru orantılıdır. Yani sözgelimi frontal lob yani alın bölümü bizim beynimizin toplamının yüzde 35-40 civarını kapsıyor ve beynin kendisinden kaynaklanan tümörlerin de kendi içindeki oranları frontal lobu için yine yüzde 35-40. Mesela beyincik beynin toplam hacminin

yüzde 15-20'sini oluşturuyor. Beyincik tümörlerinin toplamın içindeki yüzdesi de bu kadar.

Beynin bölgesel fonksiyonel sınıflamasının bugün yanlış olduğunu biliyoruz. Ama yine de alışılageldik şekilde, eğitim ve ameliyat esnasında bunu kullanmak bir ölçüde işimizi kolaylaştırıyor. Beynin her bölgesi sanki farklı bir iş yapıyormuş olarak algılanıp ona göre beyin fonksiyonları anlatılıyor. Halbuki beyin bir bütün olarak karar veriyor.

Mesela fonksiyonel merkezler var, bu doğru. Fakat o fonksiyonel merkezler bağlantısallık merkezleri olarak çalışıyor. Ve bu bağlantısallık merkezleri o fonksiyon için yaşamsal öneme sahip. Ama o bağlantısallık ana merkezinin yine de çalışması için tüm beyin çalışmak zorunda. Klasik örnektir; motor konuşma merkezi Broca, sol alın lobunun alt kısmındadır; Broca merkezi zedelendiğinde kişi söyleneni anlayabilir ama konuşamaz.

Halbuki son çalışmalarda gösterildi ki mesela sözcükler fizyolojik bir ağ şeklinde tüm beyne dağılmış durumda. Konuşmak için Broca bölgesine ihtiyacımız var, bütün bu sözcük ağı Broca bölgesinde derleniyor. Biz sözcükleri fonetik ayrımlarına göre değil, anlam ayrımlarına göre beyinde yerleştiriyoruz. Araştırma İngilizce dilinde yapıldığı için örnek İngilizce örneğin *top of the class* derken, kullanılan *top* sözcüğü ile *top of the building*'deki *top* beyinde anlamlarına göre farklı yerlerde. Türkçede de mesela surat anlamına gelen yüz ile rakam anlamına gelen yüz aynı yerde değil, beyinde farklı yerlerde işlevsel olarak haritalanıyorlar. Ve bunlar beyinde rastlantısal değiller, anlamsal bütünlükler halindeler.

Beyin zihin yaratan organ

OB: Neden öyle?

İşte bu connectome yani nörozihin dediğimiz yapıyla alakalı. Biz nörozihindeki değişiklikleri ameliyatlardan sonra bazen fark ediyoruz bazen de edemiyoruz. Diyelim ki hastanın konuşma merkezi ile ilişkisiz olan sağ frontal lobunu çıkardık. Hastanın konuşması var. Fakat belli ki biz eğer sağ frontal lobun içerisine, "sınıfın en iyisi" ya da "zekâsı en yüksek" gibi bazı sınıflamaları koyduysak, o kişi bunları yapamıyor artık. Ama bu konuşmayı bozmuyor.

OB: Konnektom (connectome) derken, onu biraz açar mısın?

Beyin bağlantısal bütünsellik içerisinde çalışıyor. Biz eskiden beyni yüz milyar nörondan oluşan ve vücudun homeostazını sağlayan bir organ olarak, 1400 gramlık biyolojik yapı olarak düşünüyorduk. Halbuki şu dönemdeki anlayışımıza göre artık beynin işlevi sadece vücudun fizyolojik dengesini sağlamak değil. Beyin, yeni bilim anlayışımızda artık zihin yaratan bir organ. İnsanın varoluş alanının öncelikle zihin varlığı içinde oluştuğu düşünülürse, bir bakış açısı ile beyin yaşam yaratan bilgi işleme sistemidir. Yaşamın "dilini" anlayıp, ona yaşantılar oluşturarak, seçimler yaparak yanıt veren bilinci ve zihni oluşturan enformasyon işleme ve üretme organıdır beyin.

Bilgi beyinde elektrokimyasal biyolojik "ırmaklar" şeklinde oluşur ve "akar". Bu enformasyon ırmakları, beyinde var olan 2 üzeri 100 milyar alternatif içeren matematiksel bir olasılıklar ağı içinde sürekli bir yeniden varoluş halindedir. Bu bilgi ağları bağlantısal birlik, bütünlük halindedir. Zihin yaratan connectome=nörozihin bu bağlantısal bütünlüğün adıdır.

Son 3 yılda beyin-bilinç-zihin anlayışımızda da büyük değişiklikler oldu. Bu yenilik, nöron teorisinden bütüncül enformasyon ağı yani "connectome" teorisine geçiştir. Buna göre bilinci oluşturan şey, 100 milyar nörondan oluşan, bir organ olan beyin değil; 2 üzeri 100 milyar olasılık içeren bir enformasyon sistemi bütünüdür. Bu anlayışa göre beyin zihin yaratan organdır. Nörozihin ise etten oluşan beyin ile bilgi ağı bütünü olan zihin arasındaki arayüzdür.

Bilinç için iki varlık gerekli

OB: Bilinçlilik ile zihin arasındaki ilişkiyi nasıl tarif ediyorsun?

Bilinç, zor bir kavram, çok hakim değilim. Bilinç esas olarak beyne ait değil yaşama ait bir özellik de olabilir. Bilinç olarak kastettiğimiz esasında bilgiyi işleyebiliyor olmak. Bilgiyi algılayıp, onu işleyip-anlayıp, olasılıklar arasından bir seçim yapıp, bilgi üretip bir "yaşantı" oluşturmaya bilinçlilik diyorum.

Nasıl ki nöronlar bir araya gelerek bir nörozihin oluşturuyorlarsa, zihinler de bir araya gelerek bir bilinçlilik hali oluşturuyor olabilirler. Yani bilincin tanımlanabilmesi için iki bilgi işleyen varlığın olması lazım. Aynen bir fotonun dalga ya da parçacık

davranışının olabilmesi için o elektronun bir gözlemcisi olması gerekliliği gibi.

Ama zihni anlatmak bilince göre biraz daha kolay bir şey. Çünkü zihin de bu 2 üzeri 100 milyarlık seçim yapabilme bütünlüğü içinde seçim yapabildiği sürece bilinçli. Benim için çalışan bilinç tarifi şu: Eğer biz seçim yapabiliyorsak bilinçliyiz.

Bağlantısallığın matematik modeli

Nöron ile zihin arasındaki ilişkiyi –tek bir nöronu tek bir uçağa benzetirsek– uçak ile havayolu şirketi arasındaki ilişkiye benzetebiliriz. İkisi arasında nasıl bir ilişki varsa nöron ile zihin arasında da bu şekilde bir ilişki vardır. Şöyle bir benzetme yapalım; bir araya getirilip, bir hangarda toplanan örneğin 300 uçak, bir havayolu şirketi yapmaz. Bu uçakların mesela THY şirketini oluşturabilmesi için organizasyonel bir "zekâ" ile, uçaklardaki dergilerde gördüğümüz, havayolununun uçaklarının dünya üzerinde ne zaman nerede bulunacağını gösteren ağ haritası ile gösterilen bilgi matematiğine ihtiyacı vardır. Bu benzetmede uçaklar tek tek nöronları, havayolunun bağlantısallık haritası ise connectome bilgisini temsil eder.

Zihni anlatmak için bu kez 302 uçaklı bir havayolunu –bir solucanın (C.elegans) sinir sistemini– ele alalım. Bu solucanın 302 tane nöronu var. Bu 302 nöronun ortaklaşa çalışması solucanın belli bazı kararlarını etkiliyor. Sözgelimi solucanların büyük kısmı fruktoz içeren mesela yere düşmüş üzüm tanesine doğru giderken, küçük kısmı masadan aşağıya düşmüş kuru ekmek tanesine, nişastaya doğru gidiyor olsun. Bu eylemde solucanın zihnini oluşturan, karar verme mekanizmasını oluşturan 302 nöronluk yapı bir karar verip seçim yapıyor. Dolayısıyla seçim yapması, onun bilinçlilik halini gösteren bir durumdur. Ve bu yaptığı seçime göre de solucanın hayatının akışı belirlenir.

Şimdi bu süreç insanda çok daha karmaşık. İnsanda nöronun fazla olması, düşünemeyeceğimiz kadar bir bağlantısallık olasılığı oluşturuyor. Henry Markram, Alman kökenli bir matematikçi, 2012'de insan konnektomu projesi kapsamında, 100 milyar nöronun sağladığı bu bilgi akışının bağlantısal ağının bir matematiğinin olması gerektiğini ve desteklenirse bu bilgiye ulaşılacağı hipotezini ortaya koydu.

Bu aşırı iddialı projenin ilk sonuçları 2015'te yayımlandı. Yüz milyar nöronun bağlantısallığının değil, sadece 38 bin nöronun bağlantısallığının matematiksel formülü bulunabildi. Çünkü eldeki bilgisayar teknolojisi ancak buna izin verdi. Dolayısıyla insan konnektomu projesi takvim hedefleri yeniden, biraz daha alçakgönüllü şekilde, belirlendi. Yani geride daha 100 milyar eksi 38 bin nöron bağlantısallığı var anlaşılması gereken.

Yaptığımız seçimler kadar farklıyız

Bir solucanın diğerlerinden farklı karar vermesini sağlayan şey, 302 nörondan oluşan bilgi işleme ve yaşam yaratma sisteminin oluşturduğu enformasyon bağlantısallığı patternidir. Yaratıcılık ise daha önce yapılmamış bir seçimdir.

OB: Nöronların farklı çalışması, farklı yapıya sahip olması konusunda ne dersiniz?

Diyelim ben klonlandım, aynı anda 2 kişi oldum; biri aşağıdaki bir toplantıya indi, biri sizinle birlikte yemeğe gitti. O andan itibaren, klonlar artık farklı kişilerdir. Yani yapılan ilk farklı seçimden itibaren her bir klon artık farklı bir insandır, beyninin oluşturduğu zihin de artık farklı bir zihindir. Tek yumurta ikizleri aynı genoma sahip oldukları halde, farklı ortamlarda yetiştiklerinde farklı zihin yapılarına sahip olduklarına göre insan, genomu değil, nörozihni, "connectome"udur. Bu "beynin bilgi ağları" anlayışı, beyni sınırlarından çıkarıp, bilgi ağı olan zihnin sınırsızlığına ulaştırmıştır.

Nöronlar arasındaki bağlantısallık ne kadar önemliyse, bir toplumsal zihin yani kültür oluşturan mekanizma olarak insanlar arasındaki iletişim de benzer şekilde önemlidir. Beyin nasıl nöronal bağlantısallık ile nörozihin oluşturuyorsa, toplumlar da insanlar arası iletişim yoluyla kültür oluşturur. İki enformasyon sistemi –zihin ve kültür– arasında matematiksel büyük benzerlikler var.

OB: Şimdi zekâ ve yetenek ile, insanın seçimleri arasında bir ilişki kuruyorsun.

Tabii. Yaşam dediğimiz şey yaptığımız seçimlerdir. Nasıl ki THY şirketi varolan yaklaşık 300 uçağının olasılık haritası içinde, solucan 2 üzeri 283 enformasyon biçimi içinde, protein 20 aminoasitten oluşan kodlama sistemi içinde bir enformasyon biçimi

oluşturuyor ve bu seçimini yaşıyorsa; nörozihin de 2 üzeri 100 milyar olasılık içeren enformasyon ağı içerisinde, varolduğu yaşam ağı içindeki uyarana, yaptığı seçimle, yaşantı denilen yanıtı verir.

Üstün yeteneğin oluşması

OB: O zaman çocukların yetişmesinde farklılıklar oluşturmak mümkün. Nelerle karşı karşıya getirileceği, hangi olaylarla ilişkiler kuracağı, onun hayatındaki seçimleri, diğer çocuklarla farklılıklarında ve yeteneklerin belirlenmesinde önemli önemli rol oynuyor.

Evet. Bizim üstün yetenek, deha adını verdiğimiz durumun beyindeki karşılığı oluşan "connectome"un, daha önce hiç oluşmamış yeni bir enformasyon ağı biçimi yaratabilmesidir.

Eğitim aslında zaten bir "connectome" biçimlendirmesidir. Yani beynin nasıl bir zihin yaratacağının belirlenme sürecidir eğitim. Bu nedenle öğretmenleri, hep en etkin beyin cerrahları olarak tanımlarım. Beyin ameliyatı yapmak için mutlaka beynin et-yapısını değiştirmek gerekmez, beynin zaten oluş nedeni olan nörozihin yapısını "eğitim" süreciyle değiştirmek de "beyin ameliyatıdır".

Bazen de yaşam dediğim enformasyon sistemi kendi yaratıcılığını gösterir. İtzhak Perlman biliyorsunuz çocuk felci hastalığına bağlı olarak "engellidir". Ancak yürümesini engelleyen bu durum, oluşan omurga eğriliği nedeniyle kemanı boynuyla kavramasında avantaj sağlamıştır, doğal engelleri ortadan kaldırmasına yardımcı olmuştur. Elbette ki her çocuk felci hastası virtüöz bir kemancı olmaz; bu vücut engelini, yeni bir yaratıcılık için kullanmayı sağlayan da nörozihnin oluşturduğu enformasyon bağlantısallığındaki farklılıktır. Zaten örneğin sanat eserini de cerrahiyi de yapan eller değil, zihindir.

Deha, beynin connectome haritası ile çok ilişkili. Kişinin görme merkezinin bir kaza ile yok olduğunu düşünelim, o zaman nörozihin haritasının o bölümü çökmüş oluyor. Bir süre sonra işitme ile ilişkili olan verileri daha üstün nitelikli işleyebilecek yeni yollar geliştiriyor, işitme bağlantısallığı artıyor. Görmesini kaybeden böyle bir kişinin müzikteki yeteneğini artırabileceğini düşünebilirsiniz. Görme açısından negatiflik, müzik alanındaki beceri için pozitif hale dönüşebilir.

OB: Yaşamın "connectome"undan da bahsedebilir miyiz?

Yaşam zaten iç içe girmiş, aynı anda var olan, farklı kodlara sahip, enformasyon sistemlerinin bütünüdür. Bu katmanların her biri ayrı bir enformasyon sistemi. Nasıl ki bizim dilimiz 29 harfli bir kod; DNA'mız, RNA'mız 4 harfli bir kod ya da protein dünyası 20 aminoasitli bir kod sistemi ve dijital kod 2 seçenekli bir sistemse, yaşam dediğimiz olasılıklar sonsuzluğu da, esasında iç içe geçmiş farklı enformasyon sistemlerinden oluşuyor.

Yaşam dediğimiz enformasyon iç içe var olan enformasyon katmanlarının en altında inorganik evren var. Bu inorganik evren biyolojik molekülleri oluşturuyor; moleküller birleşip sözgelimi, DNA'yı oluşturuyor, DNA ve diğer moleküller bir üst enformasyon katmanı olan hücreleri oluşturuyor. Hücreler bir araya geliyor organları oluşturuyor. Organ sistemleri, organizmaları oluşturuyor. Beyin zihni; zihinlerse kültürü oluşturuyor.

Yaşamın içerisindeki bir varlık paradigmasından, bir üst katmana geçiş hep yeni "yaratıcılık" gerektirir. Bu yaratıcılığı Newton-Bacon-Descartes matematiği ve fiziği açıklayamaz. Termodinamiğin ikinci yasası var olanın, nasıl kendinden daha kompleks bir var olan yaratabildiğini açıklayamaz. Bütün, parçalarının aritmetik toplamından fazladır. Bu "fazla", yeni enformasyon katmanının oluşmasına yol açan "yaratıcılıktan" gelir. Sanırım İlya Prigogine'nin sözünü ettiği "autopoiesis (özyaratım)"=kendini yaratma matematiği (ki bu kimya-matematik teoremi ile Nobel almıştır) biyolojik sistemler için yeni bilim adına bu soruna bir yanıt verir.

Aslında bir beyin cerrahı-nörobilimci olarak beynin çalışma biliminden öğrendiklerimden yola çıkarak, Prigogine'nin autopoiesis (özyaratım) ilkesinin sadece biyolojik sistemler için değil, enformasyon işleyen/bilgi yaratan tüm sistemler için geçerli olabileceğini düşünüyorum. Canlılık, nasıl atan bir kalp değil, bilgi işleyen beyin gerektiriyorsa, autopoiesis de biyolojik sistemlerin ötesinde esas olarak bilgi işleyen sistemler gerektirir. Yani yaratıcılık için "biyolojik canlılık" değil, bilgi işleyen bir enformasyon sistemi gerekir. Bilgi işleyen, enformasyon sistemleri yaşam ağı içinde seçim yapabildikleri ölçüde üst nitelikte "bilince" sahip olabilirler diye düşünüyorum.

OB: Yapay beyin ve yapay zekâyı nereye oturtacağız?

Yapay zekâ tanım gereği enformasyon işleyen ve seçim yapmayı öğrenen bir enformasyon sistemi olduğu için bilinçlilik özellikleri taşır.

Bilinci, seçim yapabilme yeteneği olarak tanımlamıştık. Yani bilinçlilik, biyolojik anlamda atan bir kalp gerektirmez.

Bağlantısallık bilimi yeni bir bilim alanı. Bir psikiyatrist olan Giulio Tononi bu alanda çalışan ve bilincin birimini matematiksel olarak ortaya koymaya çalışan bir nörobilimci. Phi, bilincin birimi olarak seçtiği isim. Yani artık henüz ilkel düzeyde de olsa, nöronların bağlantısallık matematiği hesaplanarak, örneğin "Broca alanındaki korteks yapısı kaç phi bilinç üretebilir?" ya da "Serebellum bu ameliyattan sonra kaç phi bilinç üretebilir?", "302 nöronlu bir toprak solucanı kaç phi bilinç oluşturabilir?" ya da "Alice isimli yapay zekâ algoritması kaç phi bilinç üretebilir?" sorularını sormaya başladık.

OB: Bu anlattıkların farklı bir matematik, farklı bir bilim paradigması gerektirmiyor ya da beraberinde getirmiyor mu?

Bilimde her doğru, gelecekte "daha doğru" tarafından yanlışlanıncaya kadar doğrudur. Bu yanlışlanabilirlik, bilimsel yöntemin naif noktası değil, tersine gücünü aldığı dayanak noktasıdır. Bilimsel devrimler bu nedenle "daha doğrunun", "doğruyu" silmesiyle değil yeni bir katman olarak onun üzerine yapılanmasıyla var olurlar. Tabii bilimsel paradigma, bilimsel düşünceyi, yöntem olarak da sonuç olarak da belirler. Thomas Kuhn, daha 1960'larda, "Bilimsel Devrimlerin Yapısı"nda, "Teori paradigmanın kölesidir" derken bunu kastetmişti.

Yeni bilim paradigması

Bacon-Descartes-Newton sacayaklı bilim paradigmasının, son yıllarda yeni bir bilim kuramıyla yenilendiğini; Connectome-Epigenetik-Laniakea adını verdiğim yeni bilim paradigmasıyla geliştirilip, yer değiştirmekte olduğunu düşünüyorum. Bu bilimin esas dayanağı, varlığın yapıtaşları değil, varlığın bağlantısallıklarıdır. Eğitimimizi içinde aldığımız "eski bilimde" gerçeklik, birbirinden ayrı, ölçülebilir parçalardan oluşan bir toplam, bir makinadır. "Yeni

bilimde" ise gerçeklik birbirinden ayrılmaz ilişkilerden oluşan bir bütünsel bağlantılar ağıdır.

Bu bilimsel paradigma değişikliği ile

* determinizmin yerini olasılık,
* diyalektiğin yerini bağlantısal bütünlük,
* beden-zihin-bilinç ayrılığının yerini bütünlüğü alır.

Bu yeni bilimsel paradigma önümüzdeki yıllarda yeni bir kültürün de, –ki kültür toplumun "connectom"udur– yaratıcısı olacaktır. Yeni kültürün, halihazırda varolan "insan için yaşam" ilkesinden, "yaşam için insan" ilkesine geçişi sağlayabileceğini düşünüyorum.

OB: Peki "insan yaşam içindir" sözünü "insan tüm yaşamın bir parçasıdır" şeklinde ifade etmek daha anlamlı değil mi?

Yaşamın bağlantısal bütünlük içeren bir enformasyon ağı olduğunu konuşmuştuk Orhan Hocam. Yaşam ağı içinde her şey diğeriyle eşdeğerdir. Yaşam açısından bakıldığında "arı kuşu" ile "benim" aramda bir kıymet farkı yoktur.

İçinde yetiştiğimiz kültürde "ben" esas önemli olandır. Yeni kültür esas önemi "ben"den, yaşamın kendisine çeker. Artık "bütünü parça için, yaşamı insan için" gören yerine "parçayı bütün için, insanı yaşam için" gören zihniyetin yerleşmesidir bu.

Değişmekte olan bu bilim paradigması yeni kültür ve onun öğesi, yeni hukuk da yaratacaktır (Tablo 2). Yeni hukuk, "adalet mülkün temelidir" yerine "adalet bir bağlantısallık ağı olarak yaşamın temelidir" der, vatandaş olarak insanın haklarını değil, yaşam ağının haklarını önceler.

Şimdilerde bu yeni hukuka, ekolojik hukuk diyenler var ve bu değişimin bazı güzel örneklerine de rastlıyoruz. Mesela Almanya'da 3 sene önce ev hayvanlarının, pet olarak değil de ailenin, evin bir ferdi olarak görülmesi kabul edildi. Sahiplik kaldırıldı. Yeni Zelanda'da koyunlar insanlarla eşit duygusal varlıklar olarak kabul edildi. Şu anda bu gelişmeler bazılarımızı gülümsetiyor olabilir, ama değişim başlamıştır.

OB: Öyleyse yeni bilim, yeni hukuk gibi yeni ekonomi anlayışı da yaratabilir mi?

Varolan ekonomi sistemlerinde, siz ister Marx'ın ekonomi anlayışını alın ister Adam Smith'inkini, ikisi de aynı paradigmanın

farklı yüzleridir; birinde "yaşamın" mülkiyeti devlette diğerinde şahıslarda. Bana göre ikisi arasında çok büyük bir fark yok. Önemli olan "yaşamın" paketlenebilirliğinin, sahiplenilebilirliğinin, satılabilirliğinin kabulü. Birinde yaşamı devlet paketliyor, sahipleniyor ve satıyor. Diğerinde "yaşamı" özel sektör paketliyor, sahipleniyor ve satıyor. İkisinde de "yaşam" paketleniyor.

Her ikisinde de "insan için yaşam" paradigması esas, oysa "yaşam" dediğimiz bu iç içe geçmiş kodlamalar sistemi, sahiplenilemez ve satılamaz; aynen tek nöronun tüm konnektomu sahiplenemeyeceği gibi. Ekonomi, yaşam ağı içerisinde insanların, birbiriyle "karşılıklı bağımlılık" sürecinin "yaşam için"liğini sağlayan ilkeler bütünlüğü olmalıdır.

OB: Sonsöz olarak söyleşiyi nasıl kapatmak istersin?

Bağlantısal bütünsellik aslında bu söyleşinin anahtar kelimeleri, artık her şeyin içinde bulunduğu ağ ile anlamlı olduğunu, hiçbir "şeyin" tek başına anlam taşımadığını biliyoruz. Günümüz uygarlığını, bilim ve teknolojisini büyük ölçüde borçlu olduğumuz Bacon-Descartes-Newton'un isimleriyle simgelediğim bilim-kültür paradigması, yerini "Nörozihin-Epigenetik-Laniakea" bilimsel gelişmeleriyle isimlendirdiğim yeni bilim ve (sonucunda) kültür kuramına bırakıyor.

Yaşamı daha iyi tanımaya ihtiyacımız var, "doğayı fethetmenin, ona hakim olmanın" daha iyi yaşamak olmadığını artık anlamaktayız. 400 yıl önce Rönesansı, "Aydınlanmayı", yaratan paradigmanın, günümüz için artık yeterli "aydınlanma" sağlayamadığını, içinde yaşadığımız (Oxford sözlüğünün günümüz için seçtiği tanımlama ile) "Post-truth Era/Gerçeklik Sonrası Dönem"de görüyoruz.[7]

Doğru olarak sunulanın/kabul edilenin aslında gerçek olmadığı bu döneme, "kanıksanmış çelişkiler çağı" demek de yanlış olmaz sanırım.

İki Önemli Özellik: iyilik ve yaratıcılık

Yeni bilim paradigmasının yeni bir kültür yaratması on yıllar alabilir ve bu dönüşüm de (dünyanın yaşadıklarından anlaşılabileceği gibi) her metamorfoz gibi sancılı olabilir. Tırtılın (kendisiyle

7. Oxford.(2016) Posttruth. *languages.oup.com dictionary*. (Erişim tarihi: 18 Temmuz 2020); https://languages.oup.com/word-of-the-year/2016/.

aynı gen yapısına sahip) kelebek olma değişimini yaşaması için önce kendini sindirmesi gerekir.

Evrensel dönüşüm sürecinin öncülüğünü yapmak, bu yeni bilim ve kültürü tanıyıp yaratmakla mümkündür. Ülkemizin, kaçınılmaz dönüşümün sonucu gerçekleşecek, "gerçeklik-sonrası-dönem" sonrasındaki bilim ve kültürün yaratıcılarından biri olabilmesi için iki önemli özelliği edinmemiz ve öğretmemiz gerekli: iyilik ve yaratıcılık.

Bu iki nörozihin özelliğinin, günümüz uygarlığını yaratan (ve çok kıymetli) iki özelliğin; zekâ ve çalışkanlığın üst katmanı olarak yerleşmesini gerekli görüyorum.

İnsanın, yaşam dediğimiz bağlantısal enformasyon ve varlık ağının parçası olması, her zaman anlaşılması ve anlatılması kolay olmayan bir yaşantı hali bizler için. Ancak iki yaşam bilgesinden ben çok ciddi yardım aldım, her ne kadar bu öznel bir durum olsa da, bu "deha"ları paylaşmak istiyorum: Mevlana ve Spinoza. İnsan-zihin-evren ayrımının kaldırılmasında Mevlana'dan; yaşam içerisinde sevinçli bir akışın iyilik yaratabileceğini öğrenmede de Spinoza'dan çok şey edinileceğine inanıyorum. Orhan Hocam, benimle bu söyleşiyi yaparak onurlandırdınız, size ve *Herkese Bilim Teknoloji* dergimizin çalışanlarına çok teşekkür ederim.

3. İNTERNET VE ÇOCUK BEYNİ GELİŞİMİ ARASINDAKİ BENZERLİK: YAPISAL VE FONKSİYONEL BEYİN AĞLARINA GİRİŞ

Kadir Sümerkent & Prof. Dr. Türker Kılıç

Beynimiz yaşamımız boyunca edindiği tecrübelerle değişiyor. Okuduğunuz bu cümle dahi beyninizin yeni bağlantılar oluşturarak değişmesine neden oluyor. İnsan beyni, tarih boyunca döneminin en gelişmiş cihazları ile kıyaslanmıştır. Günümüzde insan beyninin bilgisayarlarla kıyaslanması son derece popüler bir yaklaşım olma özelliğini korumakla birlikte, bir sonraki kıyaslama muhtemelen insanlık tarihi boyunca, insan beynini anlamamız yolunda en önemli adımımız olacak.

Bugüne kadar geliştirdiğimiz en gelişmiş, en karmaşık teknoloji olan internet ağı, bildiğimiz en gelişmiş, en karmaşık biyolojik sistem olan insan beynini anlamamız yolunda çok önemli bir etken olacak. Nasıl ki internet her an değişen, her saniye milyarlarca

yeni bağlantının oluştuğu bir yapı ise, gelişmekte olan bir çocuğun beyni de benzer şekilde çocuğun yaşadığı her yeni tecrübe ile her an değişen ve milyarlarca yeni bağlantı kuran bir yapıya sahiptir. Bu yapısal benzerlikten hareketle şu soruyu sormak doğru olacaktır: Eğer internet, bir çocuğun beyninin gelişme süreci ile benzer davranışsal özelliklere sahip ve benzer bir süreç içerisindeyse, bu iki süreci karşılaştırmak bize ne gibi bilgiler sağlar?

Bu soruyu cevaplamaya başlamadan önce ağ kavramının kendi yaklaşımımıza paralel bir tanımını yapmak faydalı olacaktır. Yazımızın kapsamında ağ kavramını; farklı yapıdaki bileşenlere sahip bir sistemin kendisi ve bileşenlerini, bu bileşenler arasındaki etkileşimi ve bu etkileşimin sistemin kendisi üzerindeki etkilerini incelemek için kullanılan bir yöntem olarak değerlendirebiliriz. Ağ bilimi (*network science*) üzerinde çalışan nörobilimciler, inceleyecekleri karmaşık sistemleri ele alırken bu sistemleri oluşturan küçük bileşenleri (*node*) ve bu bileşenler arasındaki bağlantı ve etkileşim kalıplarını (*edge*) tanımlar ve bu yapının bileşenleri arasındaki bileşenlerin, sistemin fonksiyonları üzerindeki etkisini anlamaya çalışırlar.[8]

İnsan beyninin bir ağ olarak değerlendirilebileceği fikri ilk anda biraz garip gelebilir. Zira insan beyni, en azından ilk bakışta farklı parçalardan bir araya gelmiş ve yaptığımız ağ tanımı ile örtüşen bir yapı olarak algılanamayabilir. Ancak insan beyninin anatomik ve biyolojik özellikleri gözlemlendiğinde, birbirinden farklı yapı ve karakterde, çok sayıda hücrenin bir araya gelerek oluşturduğu yapısal ve fonksiyonel bileşenlerin, hem hücreler hem de bileşenler arasındaki muazzam bir ağ ile birbirine bağlı olduğu fark edilecektir. Sonuç olarak insan beyni, bu çok sayıda hücrenin devreler, gruplar ve fonksiyonel alanlar halinde kümelendiği, son derece karmaşık ancak hiyerarşik bir ağ olarak tanımlanabilir.

İşte bu ortalama 1.500 gramlık dokunun bilinç ve zekâyı nasıl ortaya çıkardığı, insan beyniyle ilgili sonsuz sayıda bilinmeyenin en önde gelenidir. İnsan beyninin farklı konulardaki çalışma prensiplerini anlamaya yönelik çok sayıda araştırma sürmekte. Bu 1.500 gramlık dokuyu oluşturan farklı yapıdaki hücrelerin

8. Jonathan D. Power, Damien A. Fair, Bradley L. Schlaggar ve Steven E. Petersen. (2010). The development of Human Functional Brain Networks. *Neuron*; 67(5): 735-748.

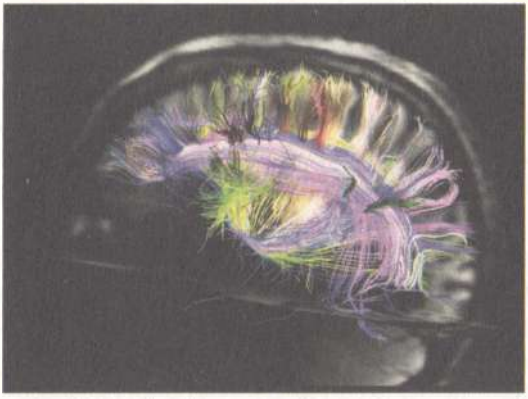
arasındaki bağlantıların üç boyutlu modellenmesi, hangi hücre türünün hangi görevleri üstlendiğinin tespiti ve daha pek çok farklı hedefi olan insan konnektom projesi, her biri ortalama 7.000 bağlantıya sahip yaklaşık 10^{11} sinir hücresinden oluşan insan beynini inceleyen, tamamlandığında nörolojik bilimler alanında yapılmış en önemli ilerlemeyi sağlayacak projelerin başında gelmektedir.

İnsan konnektom projesinin de bir parçası olan insan beyninin yapısal ve fonksiyonel ağlarının incelenmesi aslında 19. yüzyıla kadar uzanan bir geçmişe sahip. Wernicke, Lichtheim, Liepmann, Dejerine ve bazı diğer bilim insanları tarafından öne sürülen bağlantı kesilme sendromları (*disconnection syndromes*) hipotezi ile ilgili olarak nörolojik haritalandırma fikri ortaya çıkmıştır. Özellikle son birkaç yıldır, nörolojik görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelerin katkısıyla büyük hız kazanan bu çalışma alanı, "Konnektom Bilimi" olarak da adlandırılmaya başlanmıştır.

İnsan beynindeki yapısal ve fonksiyonel ağları haritalandırarak bu ağların çalışma prensiplerini belirlemek, pek çok nörolojik hastalığı anlamamıza, nedenleri ve ilerleyişi ile ilgili fikir sahibi olmamıza hatta bu hastalıkların tedavisi ya da ilerleyişini durdurmaya yönelik araç ve yöntemleri geliştirme noktasında önümüzü açacaktır. Bu fikirden hareketle, cerrahi yöntem ve tekniklerimizin kapsamının, bugün için üzerinde hiç konuşulmayan pek çok hastalığı da kapsayacak şekilde genişleyeceğine inanmaktayız. Bugün için uzak görünen bir örnekten bahsedecek olursak; şizofreninin yapısal ve fonksiyonel ağlardaki etkisinin tespit edilebilmesi, şizofreni cerrahisine yönelik çalışmalar yapmamızın önünü açabilecektir. Biz bu alandaki çalışmaları nasıl kendi alanımızla ilgili kullanabileceğimizi düşünüyorsak, bilimin farklı alanlarından insan ve ekipler de bu verileri kendi alanlarında değerlendirecek ve sadece tıp değil, pek çok farklı disiplinde, bugün için öngöremediğimiz pek çok ilerlemenin önünü açacaktır.

Difüzyon manyetik rezonans görüntüleme, manyetik rezonans makinesiyle uygulanan ve beyindeki su moleküllerinin hareketini takip eden bir yöntemdir. Beynimizdeki su molekülleri, içinde bulundukları duvarlara çarparak hareket ederler. Burada duvar olarak tanımladığımız yapı ise, nöronların aksonlarından oluşan sinir demetleridir. Sonuç olarak su moleküllerinin bu yapılar içerisindeki hareketini izleyerek, bu sinir demetlerinin sınırları

ve konumları konusunda bilgi edinebiliriz. Elde ettiğimiz bu görüntü basit bir yapısal veri olmaktan öte, Şekil 1'de çok daha iyi anlayabileceğiniz, bilginin beynimizin içindeki hareketini sağlayan bilgi yollarının tanımlanmasıdır.



Şekil 1: İnsan beyninin difüzyon manyetik rezonans ile elde edilen görüntüsü.

Bu görüntünün elde edilmesi bilimsel bir başarı olmakla birlikte, tek başına bir sonuç değildir. Veriyi bir sonuca ulaşmak için bu görüntüyü anlayabileceğimiz bir yönteme, daha da ileri götürerek yeni bir matematiğe ihtiyacımız var. Bu yeni matematik sayesinde anlamlandırdığımız veriyi daha sonra farklı bireylere ait verilerin kıyaslanması ile başlayacak çok sayıda araştırmayla insanlığın somut olarak faydalanabileceği araç ve yöntemlerin geliştirilmesinde kullanılabilir hale getireceğiz.

Yapısal Ağlar

Başlıkta yer aldığı üzere, insan beynindeki ağları iki kategoride gruplayabiliriz: yapısal ve fonksiyonel ağlar. Günümüzde yapısal ağları tespit etmek için kullanabildiğimiz iki temel yaklaşım mevcut. Bunlardan ilkinde DTI (Diffusion Tensor Imaging) tekniği kullanılarak beyaz madde ile gri madde arasındaki bağlantıların doğrudan ölçümü yapılır. İkinci yaklaşımda ise yapısal manyetik rezonans görüntüleme (sMRI) kullanılarak bölgeler arasındaki gri madde miktarı ya da kalınlığı ölçülür. Bu teknikler ve ağların tanımlanması tümüyle ayrı bir yazının (hatta kitabın) konusu

olmakla birlikte, bu yazımızın kapsamında sorabileceğimiz en önemli soru şu olabilir: Bu ağların somut faydası nedir?

Gri madde ağlarının analiziyle elde edilen ilk bulgu, sinir sisteminin, mümkün olan en az sayıda ve en kısa bağlantıları kullanacak şekilde organize olduğu yönündeki varsayımın doğrulanmasını sağladı. Zira sağlıklı bireylerde yapılan gri madde ağ analizleri sonucunda, bu bağlantıların, bağlantı noktaları arasındaki mesafenin ve toplamda bağlantı sayısının en az olacak şekilde ortaya çıktığı tespit edildi. Şizofreni hastaları üzerinde aynı analiz yapıldığında ise[9] gri madde ağlarında, sağlıklı bireylerin aksine bağlantı noktalarının arasındaki fiziksel mesafenin çok daha uzun olduğu, bununla birlikte bu noktalar arasındaki bağlantıların çok daha verimsiz yapılandığı ve olağan olmayan nörolojik gelişimin bir göstergesi olarak kabul edilebilecek heteromodal (*association*) korteksin hiyerarşik yapısındaki zayıflık tespit edilmiştir. Bu örnekten anlaşılabileceği üzere, beyindeki yapısal ağların gözlemlenmesi, bazı nörolojik hastalıkları daha iyi anlayabilmemiz için bir araç rolü üstlenme potansiyeli taşımaktadır. Benzer şekilde, beyaz madde ağlarının da farklı analizler yapmak amacıyla gözlemlendiği sayısız proje sürmektedir. Beyaz madde ağlarının oluşturulması için günümüzde üç temel yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler; *Diffusion Tensor Imaging* (DTI), *Diffusion Spectrum Imaging* (DSI) ve *Diffusion Weighted Magnetic Resonance Imaging* (DW-MRI) olmakla birlikte, bu yöntemlerle yapılan araştırmalarda, posterior ve medial cortical bölgelerle son derece yoğun bağlantılı olan bir beyaz madde ağı tespit edilmiştir. Gelişen yöntemler ve ekipmanlar bize önceden yapma şansımız olmayan çok sayıda araştırmayı yapma imkanı vermekle birlikte, elde ettiğimiz çok sayıda veriyi yorumlama, anlamlandırma noktasında elimizdeki araçlar henüz tam anlamıyla olgunlaşmış değildir. Hatta iddialı bir söylemle, günümüz matematiğinin, bu verileri yorumlama konusunda yeterli olmadığını düşündüğümüzü belirtebiliriz.

9. Bassett D.S., Bullmore E.T., Verchinski B.A., ve ark. (2008). Hierarchical organization of human cortical networks in health and schizophrenia. *J Neurosci.*; 28(37): 9239-9248.

Fonksiyonel Ağlar

Fonksiyonel beyin ağlarını tespit etmek için günümüzde iki farklı teknik kullanılmaktadır. Bunlardan ilki fonksiyonel MRI (fMRI), diğeri ise magnetoencephalography'dir (MEG).

Fonksiyonel MRI, milimetre seviyesindeki yüksek çözünürlüğü nedeniyle, zaman alan bir teknik olmasına rağmen, anatomik hassasiyeti göz önünde bulundurularak, düşük frekanslı (<0.5Hz) fonksiyonel ağların tespitinde tercih edilmektedir. Yapılan araştırmalar, sağlıklı bireylerde hiyerarşik modüler[10] ağ yapılarının varlığını doğrulamıştır. Meunier tarafından yapılan araştırma, yaşlılığın bu ağlar ve modüler yapı üzerindeki etkisini incelemiş,[11] bu araştırma ile ileri yaştaki sağlıklı bireylerde (ortalama yaş: 67,3) küçük ölçekli modüllerin sayısında artış olduğunu ve bu modüller arasında genç yaştaki bireylere kıyasla (ortalama yaş: 24,3) daha az bağlantı olduğunu tespit etmiştir.[12]

Yapılan pek çok güncel araştırma, şizofreni, ADHD, AD ve benzeri rahatsızlıkların fMRI ile tespit edilen ağlara etkisini ele almıştır. Supekar tarafından gerçekleştirilen araştırmada[13] Alzheimer hastalığı olan hastalarda kümelenme katsayısının önemli ölçüde azaldığı ve bu verinin Alzheimer hastalarını, sağlıklı bireylerden ayırt etmekte %72 duyarlılık ve %78 özgüllük oranlarında sonuç verebildiği gözlemlenmiştir. Bir diğer araştırma ise bu sonucu daha da ileriye taşımış ve Alzheimer hastalarında, dinlenme durumundaki fonksiyonel ağların yüksek amiloid-ß birikimi gösterdiğini tespit etmiştir.[14] ADHD tanılı çocuklarda yapılan incelemelerde ise tam aksine, özellikle prefrontal, temporal ve oksipital kortekste yaşıtlarına kıyasla son derece yoğun etkinlik (veya kümelenme) göstermiştir.[15] Bu araştırmalardan görülebileceği üzere fMRI ile yapılan beyin ağları incelemeleri, hastalıkların daha tutarlı tespiti

10. Ferrarini L., Veer I.M., Baerends E., ve ark. (20089. Hierarchical functional modularity in the resting-state human brain. *Hum Brain Mapp.*

11. Meunier D., Archard S., Morcom A., Bullmore E.T. (2009). Age-related changes in modular organization of human brain functional networks. *Neuroimage.*

12. Meunier D., Archard S., Morcom A., Bullmore E.T., *a.g.e.*

13. Şupekar K., Menon V., Rubin D., ve ark. (2008) Network analysis of intrinsic functional brain connectivity in Alzheimer's disease. *PLoS Comput Biol.*

14. Buckner R.L., Speulcre J., Talukdar T., ve ark. (2009). Cortical hubs revealed by intrinsic functional connectivity: mapping, assessment of stability, and relation to Alzheimer's disease. *J Neurosci.*

15. Wang L., Zhu C., He Y., ve ark. (2009). Altered small-world brain functional networks in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Hum Brain Mapp.*

(örneğin Alzheimer ve demansın farklı türleri arasında sıklıkla karşılaştığımız hatalı teşhisler) mümkün olabildiği gibi, Wang L. tarafından yapılan araştırmada elde edilen sonuç gibi bazı veriler ise bireylerin hayatlarının, eğitimlerinin, hatta kariyerlerinin plan lanmasında ve şekillendirilmesinde dahi fayda sağlayabilmektedir.

İnsan beyninin fonksiyonel ve yapısal ağları üzerinde yapılan çalışmalar, insan beyninin çalışma sistemi, anatomik yapısı, hatta bilinç üzerinde pek çok konuyu anlamamıza yardımcı olabileceği gibi, teşhisinde oldukça zorlandığımız bazı hastalıkları çok daha yüksek tutarlılıkla teşhis edebilmemizi ve ilerlemesini takip edebilmemizi sağlama potansiyeli de taşımaktadır. Bu noktada temel sorunumuz, her ne kadar bu alanda yapılan araştırmaların sayısında son derece büyük bir artış olsa da, elde ettiğimiz verileri değerlendirme noktasında kullandığımız matematiğin yetersizliğidir. Bu konudaki bir diğer sorun ise ağ oluşturma, izleme ve değerlendirme adımlarında kullandığımız farklı tekniklerin hangisinin, hangi durumda, hangi düzeyde etkisi olduğunu henüz bilmiyor olmamızdır. Elbette artan çalışmalar sayesinde yakın gelecekte, bu adımlarda kullanılacak araç ve yöntemlerin verimliliğini belki de hastanın genetik ve farklı özelliklerini de göz önünde bulundurarak biliyor olacağız.

Fonksiyonel ve yapısal beyin ağları bize göre son derece büyük bir potansiyel taşımakta ve bu potansiyeli bizler tıp alanında anlamak ve değerlendirmek için çalışmalar yapmaktayız. Ancak bu alanda yapılan çalışmaların sadece tıp alanında değil, farklı pek çok alanda da sonuçları olacaktır. Zira son derece verimli yapısal özellikleri olan insan beyninin modüler yapısı ve bu modüller arasındaki verimli iletişimin tasarımı, pek çok farklı branştan bilim insanına katkı sağlayacaktır.

4. BEYİN NASIL DÜŞÜNCE VE ZİHİN OLUŞTURUR?

İnsan Nörozihin Projesi (Human Connectome Project) ve İnsan Beyin Projesi'nin (Human Brain Project) yaşamı daha iyi anlayabilmemize katkısı nedir?

1. Giriş: Beyinbilim ve Bağlantısallık

Daha ilkokul öğrencisiyken "Beyin nasıl düşünür?" sorusuyla başlayan zihin ve beyin cerrahisi ve beyinbilim serüvenimin

bugün geldiği noktada yeni bilim, yeni yaşam anlayışı, yeni kültür ile ilgili fark etmeye başladıklarımı sizlerle bir yazı serisinde paylaşmak isterim.

"Beyin nasıl düşünce üretir?
Beyin nasıl bilinç oluşturur?
Beyin nasıl zihin yaratır?"

Bu sorulara yanıt aramak bilimin esas konularındandır. Beynin nasıl çalıştığının anlaşılması "Yaşam nedir?" temel sorusuyla da ilişkili yeni kapılar açar. Beyinbilim, "bağlantısallık" ve "ağ-yapı=network" anlayışı üzerinde ilerleyen "bilginin işlenmesi ve bağlantılarla bütünleşmesi" matematiği, yaşamın iç içe geçmiş ve aynı anda var olan kodlamalar bütünü olduğu anlayışını ortaya koymakta ve "yaşamın bağlantısal bütünsellik" anlayışı, beynin enformasyon işleme ve varoluş matematiği ile analojiler oluşturmanın ötesinde benzeşimler hatta "özde ilkesel aynılık" ortaya koymaktadır.

2. 1900'lerin Başında Nöron Çiziliyor, 2000'lerde İnsan Konnektom Projesi ve İnsan Beyin Projesi Başlıyor

İlk kez Santiago Ramon Cajal beyinde her hücrenin ayrı bir ünite olduğunu ve bu hücrelerin sinapslar aracılığı ile nöronal ağı oluşturduklarını görüntülemiş[16] ve 1906'da Nobel ödülünü almıştı.[17] Yani yüz yıldır nöron temelli beyinbilim anlayışını takip etmekteyiz. 2009'da ABD'de başlayan İnsan Nörozihin Projesi'nin[18] amacı, çıkarılacak bir "ağ haritası" sayesinde sağlıklı insan beynindeki anatomik ve fonksiyonel bağlantısallığı aydınlatmak ve disleksi, otizm, şizofreni ve Alzheimer gibi hastalıklar konusunda yapılan araştırmalara destek olacak veriler ortaya çıkarmaktır.[19]

16. Llinás, R. R., *a.g.e.*
17. Jones, E. G. (1999). Golgi, Cajal and the neuron doctrine. Journal of the History of the Neurosciences, 8(2), 170-178. DOI: 10.1076/jhin.8.2.170.1838.
18. www.humanconnectomeproject.org.
19. Dokuz farklı kurum üzerinden düzinelerce araştırmacı bu projeye katkıda bulunmuştur. Aralarındaki araştırma enstitüleri şöyledir: Washington Üniversitesi - Saint Louis, Minnesota Üniversitesi Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi, Oxford Üniversitesi, Saint Louis Üniversitesi, Indiana Üniversitesi, D'Annunzio Üniversitesi-Chieti-Pescara, Ernst Strungmann Enstitüsü, Warwick Üniversitesi, Advanced MRI Technologies ve Kaliforniya Üniversitesi Berkeley. Bu araştırmadan

3. İnsan Beyin Projesi'nin Katettiği/Edemediği Yol

Benzer amaçlarla ancak daha matematik temelli bir araştırma da 2013'te Avrupa Birliği içinde İnsan Beyin Projesi (İBP) (www.humanbrainproject.eu) başlatılmıştır. Var olan en yetkin bilgisayarlarda yürütülen projenin amacı, Avrupa'nın her yerinden araştırmacılar tarafından nörobilim, bilgi işleme ve beyin ile ilişkili tıbbi alanlarda bilim yapılmasını sağlayacak ortak çalışmaya elveren bir bilimsel araştırma altyapısı inşa edilmesidir. Proje 1 Ekim 2013'te başlamış olup bir Avrupa Komisyonu, Gelecek ve Yeni Teknolojiler Ana projesidir. Lozan Federal Politeknik Üniversitesi tarafından koordine edilmekte olan İBP, ağırlıklı olarak da Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.[20]

Projenin başlatılmasında büyük katkıları olan matematik temelli nörobilimci Dr. Henry Markram beynin fonksiyonel bütünlüğünün matematik modelinin ortaya konulması gibi yüksek hedefli bir amaç belirlemişti.[21]

---

elde edilen veriler internet tabanlı bir nöroinformatik platformunda açık kaynaklı olarak halka açıktır.

20. Projenin merkezi, İsviçre, Cenevre'dir. 12 alt projeden oluşan projenin üç alt projesi, deneysel nörobilim verileri toplayıp teorik temeller oluştururken (1-4 no'lu alt projeler) ve bir alt proje ise etik ve toplum üzerinde durmaktadır (alt proje 12). İBP, Lozan Federal Politeknik Üniversitesi tarafından koordine edilmekte ve projenin her bir alt projesinden gelen temsilciler projenin yönünü belirlemektedir. Projede, (üyesi olduğum Avrupa Bilim Sanat Akademisi'nin de olduğu) 19 Avrupa ülkesine yayılmış 100'den fazla ortak kurumdan araştırmacı çalışmaktadır. Önemli ortak kurumlar arasında Heidelberg Üniversitesi, Avrupa'nın en büyük interdisipliner araştırma merkezlerinden Almanya'daki Forschungszentrum Jülich ve Lozan Üniversite Hastanesi bulunmaktadır.

21. Bu hedefin gerçekçiliği konusunda başlangıçta fikir birliği aslında hiç olmadı. University College, Londra'da Bilgisayarlı Nörobilim Birimi direktörlüğünü yapan Dr. Peter Dayan, beynin büyük çaplı bir simülasyonunu oluşturma hedefi için fazlasıyla erken olduğunu düşüncesini ifade ederken, Toronto Üniversitesi'nden Dr. Geoffrey Hinton esas problemin bu kadar büyük bir sistemin nasıl öğrenmesini sağlayacakları konusunda proje çalışanlarının bir fikri olmaması olduğunu belirtiyordu. Kaliforniya'daki Amerikan Davranış Araştırmaları ve Teknoloji Enstitüsü'nden Dr. Robert Epstein'in de projenin metodolojisi ile ilgili benzer endişeleri vardı. İBP üyeleri büyük ölçekli simülasyon yaratılması konusunda bazı belirsizlikler olduğu şeklinde tereddütleri kabul etse de, "İnsan beynini yeniden oluşturmak ve simüle etmek bir vizyondur, bir hedeftir; projenin faydaları, bu hedefe ulaşmak için gerekli teknolojiden ortaya çıkacaktır" görüşünü paylaşmaktaydılar ve bizlere çok şey öğreten beyin-zihin çalışmalarını yeni bir anlayışa yönlendiren çalışmalar böyle başladı.

İBP 2015 yılı ekim ayında *Cell* (Henry Markram'ın yönettiği Blue Brain Project-İBP'nden) ve *Neuron* (Stanislas Dehaene ve Yadin Dudai, İBP'nden) dergilerinde ilk bulgularını yayımladılar.[22] Bu iki önemli çalışma İBP'nin eksiklerini ve yeni bir matematik anlayışına ihtiyacımız olduğunu anlamamıza yol açtı. Kabaca 100 milyar nöron olduğunu bildiğimiz beynimizin bağlantısal bütünlüğünün, matematik yapısını anlamak için yola çıkmışken sadece 31 bin fare nöronunun bağlantısallığının matematiği anlaşılabildi. Yani geride daha 100 milyar eksi 31 bin nöronun bağlantısallığı vardı.[23] Bu durum aslında yeni bir matematik paradigmasına ihtiyaç duyduğumuzu göstermekteydi; yani var olan matematik paradigmasının, beynin oluşturduğu bağlantısallığı (*connectome*=nörozihin) anlamakta yetersiz olduğu sezildi ve bağlantısallık matematiği (=*network sciences, mathemathics, computerized network sciences*) dediğimiz bir alanın gelişmesi hızlandı. (E. Bullmore ve O. Sporns'un 2009 *Nature* derlemeleri 2011'de *Discovering the Human Connectome* (Sporns ve ark., 2005); 2010'da *Networks of the Brain* (Sporns); 2016'da *Brain Network Analysis* (A Fornito, A Zalesky, E Bullmore) isimli kitaplara dönüştü.)[24,25,26] Bazı İBP üyeleri, projenin başarısız olduğu, amaç ve takvimin yeniden yapılanması gerektiği görüşünü savunsalar da, aslında Kolomb'un Hindistan'a ulaşmaya çalışırken Yeni Dünya'yı keşfetmesi ve bunun sonradan anlaşılması gibi yeni bir düşünce ve bilim alanı keşfedilmiş oldu. Bulunan aslında "Beyin nasıl zihin üretiyor?" sorusuna yanıt verebilecek yeni ufuklar açabilme umudu olan yeni bir matematik paradigmasıydı, yani zihin oluşturan, beynin bağlantısallık modeli (nörozihin, *connectome*) ilk kez bilimin dili olan matematik ile anlaşılmaya çalışılıyordu.

2015 yılında proje bir değerlendirme sürecinden geçti ve Dr. Henry Markram'ın başında olduğu üç üyeli üst komitenin yerine 22 üyeli bir yönetim kurulu göreve geldi ve bir bildirge yayımladı.

---

22. Dehaene, S., Dudai, Y., Konen, C. (2015). Cognitive Architectures. *Neuron, 88*(1) 1 https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.046.
23. Markram, H. ve ark., *a.g.e.*
24. Fornito, A., Zalesky, A., Bullmore, E. (2016). *Fundamentals of Brain Network Analysis.* Elsevier.
25. Bullmore, E., & Sporns, O. (2009). Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nature reviews. Neuroscience, 10*(3), 186–198. https://doi.org/10.1038/nrn2575.
26. Sporns, O. (2010). *Networks of the brain.* The MIT Press.

BP'nin kaydettiği aşamaları görmeniz için İBP yönetim kurulunun yakın zamanda yayımladığı bildirgeyi sizlerle aşağıda paylaşıyorum:

İnsan Beyni Projesi (İBT) (Human Brain Project, HBP) başarıyla üçüncü aşamaya geldi; 6 Haziran 2018

"Bu çok büyük bir adım; Avrupa'nın her yerinden üyelerimizin ve ortaklarımızın ciddi ve olağanüstü çalışmalarının bir sonucu" diyor HBP Bilimsel Direktörü, (Forschungszentrum Jülich'de hekim ve sinirbilimci, Almanya Düsseldorf'taki Heinrich Heine Üniversitesi'nde ise Beyin Araştırmaları Profesörü) Katrin Amunts.[27]

İnsan Beyni Projesi, 19 üye Avrupa ülkesinden 500'ün üzerinde araştırmacının çalışmasını birbirine bağlayan bir Avrupa Amiral-Gemisi Projesidir. Multidisipliner ekipler halinde yenilikçi bilgi işleme yöntemleri kullanarak beynin karmaşık organizasyonu ve dinamiklerini araştırmaktadır. Bu süreçte proje, sinirbilim için bir Araştırma Altyapısı oluşturmaktadır. Projenin önemli unsurları, büyük ölçekli veri analizine yönelik dijital araçlar içeren bir Nöroinformatik Platformu, Avrupa'nın her yerinde süper bilgisayar merkezleri ağından oluşan bir Simülasyon Platformu ve yeni nöromorfik bilgisayar ile nörorobotik sistemleridir. Bu yıl mart ayında projenin başarılı bir şekilde tamamlanan ikinci aşamasında toplamda altı platformda önemli derecede gelişme kaydedildi.

İBP, 2013 yılında Avrupa Komisyonu'nun Yeni ve Gelişen Teknolojiler (*Future & Emerging Technologies-FET*) programının iki ana projesi olarak başlatıldı. Hızlandırma aşaması (Ekim 2013-Mart 2016) sonrasında proje yeniden yapılandırıldı ve beyin bilimi için bilgisayarlı altyapı geliştirilmesi yeni hedef olarak belirlendi.

Yönetim ve araştırmada yapılan değişiklikler ile bilim insanları ve mühendislerin birlikte yakın ilişki içerisinde çalıştıkları *CoDesign* prensibi gibi yaklaşımlar başarılı bir şekilde uygulandı. "Sistematik uzun vadeli bir şekilde sinirbilimciler ile bilgisayar uzmanlarını bir araya getirmek üretkenliğe son derece olumlu etki yaptı" diyen Amunts, "Beynin çok seviyeli organizasyonunu daha iyi anlamamıza yardımcı olacak fevkalade bilimsel sonuçlar ortaya konulurken bir yandan da dünya bilimsel ve tıp çevrelerine kalıcı katkı sağlayacak bir altyapının da geliştirilmesi sağlandı" dedi.

---

27. Forschungszentrum Jülich. (2018, Haziran). *The Human Brain Project has entered its third phase*. Helmholtz Association of German Research Centres Forschungszentrum Jülich.
https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/EN/2018/2018-06-05-hbp_sga2.html?nn=2269370.

Böylelikle proje bugün beyin bilimindeki en büyük sorunlardan birine çözüm arıyor: Beynin karmaşıklığı sinirbilim alanında zaman zaman çok dar uzmanlık alanlarına ve parçalanmaya sebep olabilmektedir. Çok büyük miktarlarda veri üretilmekte ancak beynin tutarlı ve entegre bir resmini oluşturma konusunda eksiklikler sürmektedir. İBP altyapısının amacı bu sorunu aşmaya yönelik bir araç sunmaktır.

Proje, devasa ve birbirinden çok farklı verileri bir araya getirip entegre ederek, tutarlı çok katmanlı modeller geliştirip, simülasyonlarla bunları test edip, işbirliğine dayalı bir platformda sonuçları tekrar deneysel araştırmaya geri bildirmektedir. Sinirbilim, tıp ve bilgi işlem arayüzü olan bir proje olarak İBP, beynin karmaşıklığının altından kalkabilecek teknolojik altyapıyı sunarken beyin organizasyonunu farklı ölçeklerinden edinilmiş veriler arasında bağlantılar kurarak hem beyin hastalıkları ile mücadele hem de yapay zekâ ve yüksek performanslı bilgi işlem gibi alanlarda teknolojik gelişme kaydedilmesine katkıda bulunmaktadır.

2017 yılında, projenin geleceğini yönlendirmek açısından, uluslararası uzmanlardan oluşan Klinik ve Bilimsel olmak üzere iki Danışma Kurulu oluşturuldu. "Bizler İBP ile çalışmaktan ve projenin odağını korumasına ve bilimsel alanlar ve ulusal sınırlar ötesi şekilde entegre olarak sürmesini sağlamaktan heyecan duyuyoruz" diyen Gitte Knudsen, Rigshospitalet Hastanesi'nde ve Danimarka'daki Kopenhag Üniversitesi'nde nöroloji profesörlüğü yapmanın yanı sıra İBP Bilimsel Danışma Kurulu'nda başkanlık görevi yapıyor.

Projenin üçüncü aşamasında amaç, altı platformu bir İBP platformu çatısı altında bir araya getirmek ve kullanıcılar için bir İBP Üst Düzey Destek Ekibi kurmak. Böylelikle proje giderek İBP dışından da katılım alarak mühendislerin geliştireceği teknolojiyi araştırmacıların ihtiyaçlarının belirlemesini sağlayacak.

"Kaydedilen önemli gelişmeler sayesinde bir sonraki aşamaya sağlam bir temel ile heyecan ve umutla geçiyoruz" diyor Katrin Amunts. "Projemiz büyürken bize katılmanın pek çok yolu var, açık çağrılar, ortak projeler yaparak veya bazı durumlarda şimdiden dışarıdan kullanıcı olarak. Bilimsel ve klinik meslektaşlarımızı bizimle diyaloğa girmeye, proje planlamaya, platformları test etmeye ve geri bildirim vermeye davet ediyoruz".[28]

28. Forschungszentrum Jülich. (2018, Haziran). *The Human Brain Project has entered its third phase.* Helmholtz Association of German Research Centres Forschungszentrum Jülich.
https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/EN/2018/2018-06-05-hbp_sga2.html?nn=2269370.

4. Nörozihin (*Connectome*) Kavramı:

Nörozihin, bağlantısal bütünsellik içerisinde çalışır. Biz eskiden beyni yüz milyar nörondan oluşan ve vücudun homeostazını sağlayan bir organ olarak 1.400 gramlık biyolojik bir yapı olarak düşünüyorduk.[29] Halbuki şu dönemdeki anlayışımıza göre artık beynin işlevi sadece vücudun fizyolojik dengesini sağlamak değil. Beyin, yeni bilim anlayışımızda artık zihin yaratan bir organ. İnsanın varoluş alanının öncelikle zihin varlığı içinde oluştuğu düşünülürse, bir bakış açısı ile "beyin yaşam yaratan bilgi işleme sistemi"dir. Bu yeni kuramla beyin, yaşamın "dilini" anlayıp, ona yaşantılar oluşturarak, seçimler yaparak yanıt veren, bilinci ve zihni oluşturan enformasyon işleme ve üretme organıdır. Bilgi beyinde elektrokimyasal biyolojik "ırmaklar" şeklinde oluşur ve "akar". Bu enformasyon ırmakları, beyinde var olan 2 üzeri 100 milyar alternatif içeren matematiksel bir olasılıklar ağı içinde sürekli bir yeniden varoluş durumundadır. Bu bilgi ağları bağlantısal birlik, bütünlük halindedir. Zihin yaratan *connectome*=nörozihin bu bağlantısal bütünlüğün adıdır.[30]

5. Bilinç, Bilinçlilik

Beyin-zihin ilişkisinden bahsedince bilinçten de söz etmek gerekiyor. Bilinç, zor bir kavram, bir beyin cerrahı olarak çok hakim değilim. Bilinç esas olarak beyne ait değil yaşama ait bir özellik de olabilir. Bilinç olarak kastettiğimiz esasında bilgiyi işleyebilir olmak. Bilgiyi algılayıp, onu işleyip-anlayıp, olasılıklar arasından bir seçim yapıp, bilgi üretip bir "yaşantı" oluşturmaya ben bilinçlilik diyorum.

Nasıl ki nöronlar bir araya gelerek, bir nörozihin oluşturuyorlarsa, zihinler de bir araya gelerek bir bilinçlilik hali oluşturuyor olabilirler. Yani, bilincin tanımlanabilmesi için iki bilgi işleyen varlığın olması lazım. Aynen bir fotonun dalga ya da parçacık davranışının olabilmesi için, o elektronun bir gözlemcisi olması gerekliliği gibi[31]

---

29. Cacioppo J. & Berntson, G. (Ed.). (2011). The brain, homeostasis, and health: balancing demands of the internal and external milieu. *The Oxford Handbook of Health Psychology*. Oxford University Press.

30. Sporns, O. (2012). *Discovering the human connectome*. The MIT Press.

31. Wheeler, J. A. (1978). Mathematical foundations of quantum theory. *Proceedings*

Ama zihni anlatmak bilince göre biraz daha kolay bir şey. Çünkü zihin de bu iki üzeri yüz milyarlık seçim yapabilme bütünlüğü içinde seçim yapabildiği sürece bilinçli. Benim için çalışan bilinç tarifi şu: *Eğer biz seçim yapabiliyorsak bilinçliyiz.*

6. Nörozihin (*Connectome*) ve Beyindeki Bağlantısallığın Matematik Modeli

Nöronlar, bir araya gelerek nörozihni oluşturuyor demiştik. Nöron ile zihin arasındaki ilişkiyi –tek bir nöronu tek bir uçağa benzetirsek– uçak ile havayolu şirketi arasındaki ilişkiye benzetebiliriz (Şekil 39). İkisi arasında nasıl bir ilişki varsa nöron ile zihin arasında da böyle bir ilişki vardır. Şöyle bir benzetme yapalım; bir araya getirilip, bir hangarda toplanan örneğin 300 uçak, bir havayolu şirketi yapmaz. Bu uçakların mesela THY şirketini oluşturabilmesi için organizasyonel bir "zekâ" ile uçaklardaki dergilerde gördüğümüz, havayolununun uçaklarının dünya üzerinde ne zaman nerede bulunacağını gösteren ağ haritası ile gösterilen bilgi matematiğine ihtiyacı vardır. Bu benzetmede uçaklar tek tek nöronları, havayolunun bağlantısallık haritası ise nörozihin (*connectome*) bilgisini temsil eder.

Zihni anlatmak için bu kez 302 uçaklı bir havayolunu –bir solucanın (C. *elegans*) sinir sistemini– ele alalım. Bu solucanın 302 tane nöronu var.[32] Bu 302 nöronun ortaklaşa çalışması solucanın belli bazı kararlarını etkiler. Sözgelimi solucanların büyük kısmı früktoz içeren mesela yere düşmüş üzüm tanesine doğru giderken, küçük kısmı masadan aşağıya düşmüş kuru ekmek tanesine, nişastaya doğru gidiyor olsun. Bu eylemde solucanın zihnini oluşturan, karar verme mekanizmasını oluşturan 302 nöronluk yapı bir karar verip seçim yapıyor. Dolayısıyla seçim yapması, onun bilinçlilik halini gösteren bir durumdur. Ve bu yaptığı seçime göre de solucanın hayatının akışı belirlenir.

Bir solucanın diğerlerinden farklı karar vermesini sağlayan şey, 302 nörondan oluşan bilgi işleme ve yaşam yaratma sisteminin oluşturduğu enformasyon bağlantısallığı biçimidir (*pattern*/örüntü). Yaratıcılık ise daha önce yapılmamış bir seçimdir. Bilinç

---

of the New Orleans Conference on the Mathematical Foundations of Quantum Theory, Academic, New York.

32. Emmons, S. W., *a.g.e.*

seçim yapabilme, yaratıcılık ise bu seçimin daha önce seçilip, yaşanmamış olmasıdır.

Nörozihnin yaptığı seçimler aslında esas kimliğimizi de oluşturur. Farz edelim klonlandık, bir anda iki "aynı" kişi olduk; klonlar farklı ilk seçimlerinden itibaren artık farklı yaşantılara sahip olurlar. Yani yapılan ilk farklı seçimden itibaren her bir klon artık farklı bir insandır, beyninin oluşturduğu zihin de artık farklı bir zihindir. Tek yumurta ikizleri aynı genoma sahip oldukları halde, farklı ortamlarda yetiştiklerinde farklı zihin yapılarına sahip olduklarına göre; insan, genomu değil, nörozihni yani "*connectome*"udur.[33] Bu "beynin bilgi ağları" anlayışı, insanı, organ olan beynin sınırlarından çıkarıp, bilgi ağı olan zihnin sınırsızlığına ulaştırmıştır.

Nöronlar arasındaki bağlantısallık ne kadar önemliyse, bir toplumsal zihin –yani kültür– oluşturan mekanizma olarak insanlar arasındaki iletişim de benzer şekilde önemlidir. Beyin nasıl nöronal bağlantısallık ile nörozihin oluşturuyorsa, toplumlar da insanlar arası iletişim yoluyla kültür oluşturur. İki enformasyon sistemi – zihin ve kültür– arasında matematiksel büyük benzerlikler, hatta aynılık vardır.

Beyin-zihin-bilinç-yaşam ekseninde bu noktadan sonra kuramsal fizik ve henüz matematikselleşmemiş hayat bilgisi yani felsefe işin işine giriyor. Ama bu alan da bir nörobilimci olarak beyin cerrahının düşünme ve araştırma alanında olmalıdır. Yaşam dediğimiz şey yaptığımız seçimlerdir. Nasıl ki THY şirketi var olan yaklaşık 300 uçağının olasılık haritası içinde, solucan 2 üzeri 302 enformasyon biçimi içinde, protein 20 amino asitten oluşan kodlama sistemi içinde bir enformasyon biçimi oluşturuyor ve bu seçimini yaşıyorsa; nörozihin de 2 üzeri 100 milyar olasılık içeren enformasyon ağı içerisinde, var olduğu yaşam ağı içindeki uyarana, yaptığı seçimle, yaşantı denilen yanıtı verir.

7. Beyin Plastisitesi, Eğitim, Yaratıcılık, Deha

Beynin eşsiz gelişebilme, değişebilme yeteneği, plastisite, aslında öğrenmenin biyolojik yüzüdür. Bizim üstün yetenek, deha adını verdiğimiz durumun beyindeki karşılığı oluşan *connectome*'un daha önce hiç oluşmamış yeni bir enformasyon ağı biçimi yarata-

33. Seung, S., *a.g.e.*

bilmesidir. Yani eğitim aslında zaten bir "nörozihin=*connectome*" biçimlendirmesidir. "Beyin ameliyatı" yapmak için mutlaka beynin et-yapısını değiştirmek gerekmez, beynin zaten oluş nedeni olan nörozihin yapısını "eğitim" süreciyle değiştirmek de (plastisite anlamında) "beyin ameliyatıdır".

Bazen de yaşam dediğim enformasyon sistemi kendi yaratıcılığını gösterir. Keman virtüözü Itzhak Perlman çocuk felci hastalığına bağlı olarak "engellidir". Ancak yürümesini engelleyen bu durum ona oluşan omurga eğriliği nedeniyle kemanı boynuyla kavramasında avantaj sağlamış, doğal engelleri ortadan kaldırmasına yardımcı olmuştur. Elbette ki her çocuk felci hastası virtüöz bir kemancı olmaz; bu vücut engelini, yeni bir yaratıcılık için kullanmayı sağlayan da nörozihnin oluşturduğu enformasyon bağlantısallığındaki farklılıktır. Zaten örneğin sanat eserini de, cerrahiyi de yapan eller değil, zihindir.

Deha, beynin *connectome* haritası ile çok ilişkilidir. Kişinin görme merkezinin bir kaza ile yok olduğunu düşünelim, o zaman nörozihin haritasının o bölümü çökmüş olur. Bir süre sonra işitme ile ilişkili olan verileri daha üstün nitelikli işleyebilecek yeni yollar geliştirir, işitme bağlantısallığı artar. Görmesini kaybeden böyle bir kişinin müzikteki yeteneğini artırabileceğini düşünebilirsiniz[34] Görme açısından negatiflik, müzik alanındaki beceri için pozitif hale dönüşebilir (Şekil 40).

8. "Nörozihin (*Connectome*) Cerrahisi" ve Araştırma Yöntemleri

Beyin cerrahisinin ufkunu görülebilen sınırların ötesine taşıyacak bir başka konu: "Nörozihin (*connectome*) cerrahisi". Sanırım Türkçede böyle bir yayında ilk kez kullanılan bu terim –nörozihin cerrahisi– bu mesleğin en çok gelişen alanı olacaktır. Önceden dediğimiz gibi: "Beyin yaşam yaratan organdır". Beyin oluşturduğu nörozihin üzerinden yaşantılar yaratır ve zihin meydana getirir. Yani beyni değiştirmek, zihni değiştirmek, sonuçta o kişinin yaşamını değiştirmek demektir. Eğitimin, zihinsel olarak yaptığını, (en azından kuramsal olarak) biyolojik olarak da gerçekleştirebilecektir. Sorun elbette, beyin anatomisindeki hangi değişiklikle-

34. Loss of Sight and Enhanced Hearing: A Neural Picture. (2005). *PLoS Biology, 3*(2), e48. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0030048.

rin, nörozihinde (*connectome*) hangi sonuçlar doğurabileceğini bilebilmektedir. Bunun ilk örnekleri OCD (obsesif kompulsif hastalık) gibi hastalıkların derin beyin uyarılması ile tedavisinde kısmi başarı elde edilmesi ile sağlanmıştır.[35]

Nörozihin değiştirici yöntem uygulamaları, doğru seçilmiş hassas anatomik hedeflerin, hücresel-hatta-gen düzeyinde uyarılması ya da durdurulması esasına dayanır. Bu uyaran-nöron etkileşimi de en fazla yatırım yapılan yeni endüstri alanlarındandır –Elon Musk'ın NeuraLink şirketi gibi (www.neuralink.com)–. İki yöntemin yakın gelecekte nörozihin cerrahisinin temellerini oluşturacağını düşünüyorum. Kendi kurumumuzda da laboratuvarlarını kurmakta olduğumuz bu iki metot (a) optogenetik ve (b) *clarity* (berraklaştırma) yöntemleridir.

a) Optogenetik: Optogenetik, optik ve genetik mühendisliği yöntemlerinin bir araya getirilerek nöronların ışık kullanılarak spesifik olarak kontrolünü içeren yeni bir araştırma alanı ve yöntemidir. İlk olarak 2005 yılında milisaniye skalasında nöronal aktivitenin ışık ile kontrol edilebilirliği gösterilmiş ve ardından beynin farklı bölgelerindeki birçok nöronun hastalık ve sağlık durumlarında nasıl çalıştığı ve aktivitesinin değiştirilebilirliği gösterilmiştir.[36] Özellikle 2010 yılında *Nature* dergisi tarafından tüm mühendislik ve bilimsel yöntemler arasında "Yılın Yöntemi" olarak seçildikten sonra farklı laboratuvarlarda birçok farklı amaç için kullanılmaya başlanmıştır.[37]

Optogenetiğin işleme mekanizmasını basitçe özetlersek: Işığa hassas bir protein olan opsin geninin genetik mühendisliği yöntemleri ile nöronlara aktarılmasıyla nöronlar ışığa hassas hale gelir ve belirli dalga boylarında opsin (Channelrhodopsin ailesi proteinler) proteini üreten nöronlar spesifik olarak aktif hale getirilmiş olur. Işık kaynağının fare beynine yerleştirilmesi ve bu kaynağın beynin belirli bölgesindeki ya da belirli nöron grupla-

35. Borders, C., Hsu, F., Sweidan, A. J., Matei, E. S., & Bota, R. G. (2018). Deep brain stimulation for obsessive compulsive disorder: A review of results by anatomical target. *Mental illness, 10*(2), 7900. https://doi.org/10.4081/mi.2018.7900.
36. Boyden, E. S., Zhang, F., Bamberg, E., Nagel, G., & Deisseroth, K. (2005). Millisecond-timescale, genetically targeted optical control of neural activity. *Nature neuroscience, 8*(9), 1263–1268. https://doi.org/10.1038/nn1525.
37. Deisseroth, K. (2011). Optogenetics. *Nature methods, 8*(1), 26-29; https://doi.org/10.1038/nmeth.f.324.

rını aktifleştirmesi ile gerçek zamanlı olarak bir canlının beyin aktiviteleri kontrol edilebilir hale getirilmektedir.[38].

Pratikte gerçekleştirilen çalışmalara baktığımızda, bu çalışmalar daha çok beynin karmaşık durum ve şartlardaki çalışma prensiplerini anlamamızı kolaylaştırmaktadır. Örneğin hatıraların beynin hipokampusundaki nöronlar tarafından saklandığı ve yeri geldiğinde aktifleştirildiği bilinmektedir. Fakat bunun nasıl düzenlendiği ve kontrolünün mümkün olup olmadığını optogenetik yöntemler kullanılarak ortaya konmuştur. 2012 yılında *Nature* dergisinde yayımlanan çalışmada optogenetik stimülasyon ile hipokampal engramlar (uyaranların beyinde bıraktığı iz) aktive edilerek farelerin korku hafızası kontrol edilebilmiştir.[39] Yani korkutucu ortama/ajana bir kez maruz kalan fareler daha sonra o ortama/ajana maruz kalmasalar bile sadece nöronların aktif hale getirilmesi ile korku durumunu yeniden yaşamışlardır. Dahası başka bir çalışmada daha önce korku durumuna maruz kalmayan farelerde korku ile ilişkili nöronlar daha önce hiç uyaran almamalarına rağmen optogenetik ile aktifleştirilmiş ve farelerin yalancı bir hafıza/anı ile korkutulması sağlanmıştır.[40] Yine aynı grubun başka bir çalışmasında pozitif hafıza engramlarının stimulasyonu ile depresyona giren fareler iyileştirilmiş ve hafıza üzerinden depresyonun tedavisi başarılmıştır.[41] Bu çalışmalar hafızanın kontrolü açısından optogenetiğin neler yapabileceğinin en temel örnekleridir.

Optogenetik çalışmaların bir diğer ilgili alanı ise farklı psikolojik durumların ve bunlara bağlı gelişen davranışsal ya da duygu durumlarının hangi nöronlar tarafından yönetildiği ve bunların kontrolünün gerçekleşmesinin mümkün olup olmadığının incelenmesidir. Hipotalamusun spesifik bir bölgesindeki nöronların optogenetik aktivitesi ile farelerde aşırı saldırganlık,[42]

38. Deisseroth, K. (2011), *a.g.e.*

39. Xie, X. ve ark., *a.g.e.*

40. Ramirez, S., Liu, X., Lin, P. A., Suh, J., Pignatelli, M., Redondo, R. L., Ryan, T. J., & Tonegawa, S. (2013). Creating a false memory in the hippocampus. *Science (New York, N.Y.), 341*(6144), 387–391. https://doi.org/10.1126/science.1239073.

41. Ramirez, S., Liu, X., MacDonald, C. J., Moffa, A., Zhou, J., Redondo, R. L., & Tonegawa, S. (2015). Activating positive memory engrams suppresses depression-like behaviour. *Nature*, *522*(7556), 335–339. https://doi.org/10.1038/nature14514.

42. Lin, D., Boyle, M. P., Dollar, P., Lee, H., Lein, E. S., Perona, P., & Anderson, D. J. (2011). Functional identification of an aggression locus in the mouse hypothala-

amigdalanın uyarılması ile aşırı yemek yeme karakteri ve buna bağlı gelişen obezite[43] ya da orta beyindeki nöronların uyarılması ile depresyonun kontrolü sağlanmıştır.[44] Anlaşılması güç bir diğer karmaşık duygu durumu olan annelik duygusunun da optogenetik ile kontrolü sağlanmış ve annelik duygusunun biyolojik olarak kontrol edilebilir olduğu gösterilmiştir.[45]

Özetle, yeni bir araştırma metodu olarak optogenetik, bugün beynin karmaşık yapısını, nöronlar arası etkileşimi hem hücresel düzeyde hem de moleküler düzeyde daha iyi anlamamızı sağlamaktadır. Dahası bu nöronların kontrolünü bilim insanlarının eline vererek beyin cerrahisi ağına, nörozihin cerrahisi ufkunu da eklemektedir.

b) Berraklaştırma (*Clarity*): Berraklaştırma beyin dokusunun tamamen şeffaflaştırılarak beynin herhangi bir kesit alımına gerek kalmadan 3 boyutlu olarak ve bir bütün olarak görüntülenmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem yine optogenetik çalışmaları ile tanınan Karl Deisseroth ve ark. tarafından 2013 yılında Nature dergisinde yayınlanan makale ile ilk kez bilim dünyasına duyurulmuştur.[46] Ultrahassas mikroskobik yöntemlere göre şimdilik çözünürlük açısından daha düşük kapasitede kalsa bile, beynin farklı bölgeleri arasındaki bağlantıları, nöronların uzanımlarını ve birbirleri ile olan bağlantısallıklarının görüntülenmesi açısından hem bütünsel hem de 3 boyutlu görüntü alınabilmesi nedeniyle büyük avantaja sahip bir yöntemdir. Beyindeki nöronların bağlantısal olarak haritalanması bu yöntemin keşfi ile hızlanmıştır.

---

mus. *Nature*, *470*(7333), 221-226; https://doi.org/10.1038/nature09736.

43. Aponte, Y., Atasoy, D., & Sternson, S. M. (2011). AGRP neurons are sufficient to orchestrate feeding behavior rapidly and without training. *Nature neuroscience*, *14*(3), 351–355. https://doi.org/10.1038/nn.2739.

44. Chaudhury, D., Walsh, J. J., Friedman, A. K., Juarez, B., Ku, S. M., Koo, J. W., Ferguson, D., Tsai, H. C., Pomeranz, L., Christoffel, D. J., Nectow, A. R., Ekstrand, M., Domingos, A., Mazei-Robison, M. S., Mouzon, E., Lobo, M. K., Neve, R. L., Friedman, J. M., Russo, S. J., Deisseroth, K., ... Han, M. H. (2013). Rapid regulation of depression-related behaviours by control of midbrain dopamine neurons. *Nature*, *493*(7433), 532–536. https://doi.org/10.1038/nature11713.

45. Fang, Y. Y., Yamaguchi, T., Song, S. C., Tritsch, N. X., & Lin, D. (2018). A hypothalamic midbrain pathway essential for driving maternal behaviors. *Neuron*, *98*(1), 192–207.e10. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.02.019.

46. Chung, K., Wallace, J., Kim, S. ve ark., (2013). Structural and molecular interrogation of intact biological systems. *Nature 497*, 332-337; https://doi.org/10.1038/nature12107 https://www.nature.com/articles/nature12107.

Yöntemin temel prensibi oldukça basit bir biçimde işlemektedir: Normalde beyin dokusunun içini mikroskop altında olduğu gibi görmemize engel olan biyolojik materyal hücre membranının yapısını oluşturan yağ dokusudur. Yağ molekülleri mikroskop altında ışığın hücre içine penetre etmesini zorlaştırmaktadır. Deisseroth ve arkadaşlarının düşüncesi ise "Yağ dokusunun uzaklaştırılıp yerine ışığı tamamen geçiren bir molekül koyulabilir mi?", "Bunu yaparken doku bütünlüğünü bozmadan tutabilir miyiz?" olmuştur.[47] Yağ dokusunun yerine hidrojel adını verdikleri şeffaf bir biyomolekül kullandılar ve bu molekül hücre içi ağ yapısının birbiri ile etkileşimini koruyarak sabit bir biçimde kalmasını sağladı; ardından, klasik yağ çözücüler kullanılarak yağ molekülleri uzaklaştırıldı ve beynin şeffaf olması sağlandı. Şu anda en çok fare beyin dokusu ve dolayısıyla da sinir sisteminin görüntülenmesi amacı ile kullanılan bu yöntem, vücuttaki tüm doku türlerine uygulanabilir durumdadır.

Doku şeffaflaştırılması sadece görsel olarak beynin daha iyi görüntülerini almamıza yaramadı. Aynı zamanda etkileşim halindeki nöronları, onların bağlantılarını ve aktivitelerini gözlemleme olanağı sundu. Özellikle beynin hastalıklı dokularındaki yapısal değişiklikler doku şeffaflaştırması ile daha anlaşılabilir hale gelmiştir. İlk olarak çalışılan ana konuların başında beyindeki nöral ağların haritalanması gelmektedir.[48] Korku, heyecan, endişe gibi farklı duygu durumlarında hangi nöronların ifadelendiğini göstermek için birçok çalışmada bu görüntüleme teknikleri kullanıldı.[49] Bu teknikle elde edilen görüntülerde, daha önce kolaylıkla fark edemediğimiz birçok detayı da görebiliyoruz. Bunlardan birisi, otistik beyinlerden alınan örneklerde karşımıza çıkan "merdiven biçimli" sinaptik bağlantı örnekleri. Otizm benzeri davranış bozuklukları gösteren hayvanlarda da gözlenen bu patolojik yapı,

47. Ramachandran,V. (2016, Temmuz 19). *Karl Deisseroth: How we can better understand the brain's circuitry.* Stanford Engineering.

48. Lerner, T. N., Ye, L., & Deisseroth, K. (2016). Communication in Neural Circuits: Tools, Opportunities, and Challenges. *Cell, 164*(6), 1136–1150. https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.02.027.

49. Adhikari, A., Lerner, T. N., Finkelstein, J., Pak, S., Jennings, J. H., Davidson, T. J., Ferenczi, E., Gunaydin, L. A., Mirzabekov, J. J., Ye, L., Kim, S. Y., Lei, A., & Deisseroth, K. (2015). Basomedial amygdala mediates top-down control of anxiety and fear. *Nature, 527*(7577), 179–185. https://doi.org/10.1038/nature15698.

hücrelerin birbirleri ile bağlantı kurmakta kullandıkları uzantıları arasında tekrarlı ve dönüşlü, ip merdivene benzer anormal bir bağlantı örüntüsünün varlığını gösteriyor.[50] Üstelik yukarıda bahsettiğimiz gibi sadece beyin dokusunda da değil, birçok farklı dokuda uygulamalar hücrelerin 3 boyutlu yerleşmesini daha iyi anlamamızı sağlamıştır. Örneğin, hematopoetik kök hücrelerin tibia ve femur kemiğinin içindeki yerleşimlerinin ve orada bulunan kök hücrelerin büyümesini ve farklılaşmadan kalmasını sağlayan çevrelerindeki diğer hücrelerin neler olduğu şeffaflaştırma yöntemleri ile anlaşılmıştır.[51]

Sonuç olarak sinir sistemi başta olmak üzere karmaşık doku oluşumlarının görüntülenmesi ve yapılarının anlaşılmasında *CLARITY* yöntemi, nörozihin cerrahisinin hücresel hedeflerinin belirlenmesini mümkün kılacaktır.

9. Bilgi İşleyen Sistem Olarak Beyin

2017 Haziran'da *Blue Brain Project*'ten M. W. Reimann ve arkadaşları Front. Comput. *Neurosci.* dergisinde "Cliques of neurons bound into cavities provide a missing link between structure and function" başlıklı, yeni keşfedilmekte olan beynin ağsal matematiği ile ilgili önemli bir yazı yayımladılar.[52] Bu yazı ile İnsan Beyni Projesi (HBP) ve İnsan Nörozihin Projesi (HCP) ile edinmekte olduğumuz bilginin bizi daha önce bilmediğimiz bir "yaşam" ile karşılaştırmakta olduğunu anlamaya başladık. Artık sahnede matematikçiler ve bilgisayarcılar da vardı ve beynin neden var olan en üst düzey bilgi işleme sistemi olduğunun enformasyon bilimi dilinden cevaplarını vermeye başladılar. Sonuçlar nörozihnin birleşik enformasyon bütünlüğü olduğunun matematiğini ortaya koymakta. Aslında artık fark ediyoruz ki ağsal matematiğin

50. Tye, K. M., & Deisseroth, K. (2012). Optogenetic investigation of neural circuits underlying brain disease in animal models. *Nature reviews. Neuroscience*, *13*(4), 251–266. https://doi.org/10.1038/nrn3171.

51. Acar, M., Kocherlakota, K. S., Murphy, M. M., Peyer, J. G., Oguro, H., Inra, C. N., Jaiyeola, C., Zhao, Z., Luby-Phelps, K., & Morrison, S. J. (2015). Deep imaging of bone marrow shows non-dividing stem cells are mainly perisinusoidal. *Nature*, *526*(7571), 126–130. https://doi.org/10.1038/nature15250.

52. Reimann, M. W., Nolte, M., Scolamiero, M., Turner, K., Perin, R., Chindemi, G., Dłotko, P., Levi, R., Hess, K., & Markram, H. (2017). Cliques of Neurons Bound into Cavities Provide a Missing Link between Structure and Function. *Frontiers in computational neuroscience*, *11*, 48. https://doi.org/10.3389/fncom.2017.00048.

yeni ilkeleri sadece nöronal sistemler için değil, bilgi işleyen tüm sistemler için geçerli. Yani beyin nedir, zihin nedir sorularına verilen matematik yanıtlar, yaşam nedir sorusuna da yanıt vermeyi denememizi sağlayabilecek yeni bir paradigma oluşturur.

Yaşam zaten iç içe girmiş, aynı anda var olan, farklı kodlara sahip, enformasyon sistemlerinin bütünüdür. Bu katmanların her biri ayrı bir enformasyon sistemidir. Nasıl ki bizim dilimiz 29 harfli bir kod; DNA'mız, RNA'mız 4 harfli bir kod ya da protein dünyası 20 amino asitli bir kod sistemi ve dijital kod 2 seçenekli bir sistemse, yaşam dediğimiz olasılıklar sonsuzluğu da, esasında iç içe geçmiş farklı enformasyon sistemlerinden oluşuyor.

Yaşam dediğimiz enformasyon iç içe var olan enformasyon katmanlarının en altında inorganik evren var (Şekil 41).

Bu inorganik evren biyolojik molekülleri oluşturuyor; moleküller birleşip sözgelimi, DNA'yı oluşturur, DNA ve diğer moleküller bir üst enformasyon katmanı olan hücreleri oluşturur. Hücreler bir araya gelir organları oluşturur. Organ sistemleri, organizmaları oluşturur. Beyin, zihni; zihinlerse, kültürü oluşturur.

Yaşamın içerisindeki bir varlık paradigmasından, bir üst katmana geçiş hep yeni "yaratıcılık" gerektirir. Bu yaratıcılığı Newton-Bacon-Descartes matematiği ve fiziği açıklayamaz. Termodinamiğin ikinci yasası var olanın, nasıl kendinden daha karmaşık bir var olan yaratabildiğini açıklayamaz. Bütün, parçalarının aritmetik toplamından fazladır. Bu "fazla", yeni enformasyon katmanının oluşmasına yol açan "yaratıcılıktan" gelir. İlya Prigogine'in[53] sözünü ettiği *self-reorganization*=kendini düzenleme matematiği (ki bu kimya-matematik teoremi ile Nobel almıştır) biyolojik sistemler için yeni bilim adına bu soruna bir yanıt verir. Aslında bir beyin cerrahı-nörobilimci olarak beynin çalışma biliminden öğrendiklerimizden yola çıkarak, Prigogine'in bu ilkesinin sadece biyolojik sistemler için değil enformasyon işleyen-bilgi yaratan tüm sistemler için geçerli olabileceğini düşünüyorum. Canlılık nasıl atan bir kalp değil, bilgi işleyen beyin gerektiriyorsa, *kendini düzenleme* de biyolojik sistemlerin ötesinde esas olarak bilgi işleyen sistemler gerektirir. Yani yaratıcılık için "biyolojik canlılık" değil, bilgi işleyen bir enformasyon sistemi gerekir. Bilgi işleyen enformasyon sistemleri (er geç) zekâ üretirler.

53. Prigogine, I. and Nicolis, G., *a.g.e.*

Yapay zekâ, tanım gereği, enformasyon işleyen ve seçim yapmayı öğrenen bir enformasyon sistemi olduğu için bilinçlilik özellikleri taşır. Bilinci, seçim yapabilme yeteneği olarak tanımlamıştık. Yani bilinçlilik, biyolojik anlamda atan bir kalp gerektirmez.

Burada bahsettiğim bağlantısallık bilimi yeni bir bilim alanı. Bir psikiyatrist olan Giulio Tononi bu alanda çalışan ve bilincin birimini matematiksel olarak ortaya koymaya çalışan bir nörobilimci. Phi, bilincin birimi olarak seçtiği isim. Yani artık henüz ilkel düzeyde de olsa, nöronların bağlantısallık matematiği hesaplanarak,[54] örneğin "Broca alanındaki korteks yapısı kaç phi bilinç üretebilir?" ya da "Serebellum bu ameliyattan sonra kaç phi bilinç üretebilir?", "383 nöronlu bir toprak solucanı kaç phi bilinç oluşturabilir?" ya da "Alice isimli yapay zekâ algoritması kaç phi bilinç üretebilir?" sorularını sormaya başladık.

10. Yeni Bilimde, "Bağlantısal Bütünsellik" İlkesinin, Nörozihin, Laniakea ve Epigenetikteki Ortak Kavranış Süreci

Bilimsel devrimler doğrusal gelişmezler; tıpkı soğan katmanları gibi küresel katmanlar halinde, sonraki bir öncekini yanlışlayacak şekilde değil, bir öncekini de kuşatacak şekilde gelişirler. Bilimsel devrimler fark edelim ya da etmeyelim yaşam algımızı değiştirir. Önce bilimsel devrimler olur, daha sonra siyasetçiler bu değişime göre toplumu değiştirirler. Bu nedenle bilim siyaseti de belirler. Galilei teleskobu bulur dinler tarihi değişir, James Watt buhar makinesini bulur dünya ekonomi tarihi değişir, Dr. Gregory Pincus doğum kontrol hapını bulur kadın sosyolojisi değişir, Gutenberg matbaayı bulur dünya tarihi değişir.

Son beş yılda aynen Galilei'nin teleskobu, Gutenberg'in matbaası kadar önemli olduğuna inandığım, dünyaya bakışımızı yani yaşamımızı değiştirecek nitelikte önemli üç önemli bilimsel devrimin buluşları yapıldı, yayınlandı. Bunlardan ilki "Laniakea" teoremi, galaksimizin dahil olduğu bir süper küme olduğunu ortaya koydu.[55] Diğeri, "Epigenetik",[56] zaten yıllardır literatürde var olan bir

54. Tononi, G., & Sporns, O. (2003). Measuring information integration. *BMC neuroscience*, *4*, 31. https://doi.org/10.1186/1471-2202-4-31.

55. Tully, R. B. ve ark., *a.g.e.*

56. Kanherkar R. R., Bhatia-Dey, N., Csoka, A. B. (2014). Epigenetics across the human lifespan. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, *2*, 49.

kavramdı ancak son beş senede ek bilgi ve sağlam kanıtlar elde edildi. Bir diğeri de olan *connectome*, beyin ve zihin yapısının ne olduğuna dair bilgilerdir.

11. Bağlantısal Bütünsellik İlkesi: Laniakea, Epigenetik ve Nörozihin

Geçen haftaki yazımda, son beş yılda teleskobun ve matbaanın icadı kadar dünyaya bakışımızı önemli şekilde değiştiren üç bilimsel devrimden bahsetmiştim: Laniakea, Epigenetik ve Nörozihin (*Connectome*). Bunları daha detaylı olarak şöyle anlatalım:

a) *Galilei'nin teleskobu kadar önemli ilk gelişme: Laniakea*

Bu 3 sözcükten Laniakea, Hawaii dilinde "ölçülemeyen cennet" demekmiş. Bununla başlayalım: Newton madde fiziğini buldu ve mıknatısın demir olan kısmıyla ilgilendi. Demir nasıl düşer, nasıl çarpar, nasıl uçak olur, nasıl gemi olur yüzer bunun fiziğini keşfetti. Demir olan mıknatısın bir de manyetik çekim alanı vardı ve bu görülmeyen güç, enerji Einstein, Tesla, Heisenberg gibi bilim insanları tarafından anlaşıldı ve elektrik, CD, telefon, MR, hızlı tren olarak yaşama sunuldu. Anlaşıldı ki insan aklının erişme sınırlarının uçlarında sonsuz küçükte ve sonsuz büyükte, madde değil, enerji fiziği kuralları işliyor. Avrupa'daki Rönesans'ın bilimini yaratan Newton fiziği, maddenin ana unsur, yaratılan enerjinin ise sonuç olduğu ilkesiyle gelişti. Oysa algılamakta güçlük çekiyoruz ama biliyoruz ki artık enerji, maddeyi yaratan ana unsurdur. (Yani yaşamımızı belirleyen esas unsur madde değil, enerjidir.) Enerji maddeyi yaratır.

İşte Laniakea, galaksi kümelerinin birbiriyle bağlantısallık ve bütünsellik içinde olduğunu ortaya koyan 2014 tarihli yazıda[57] galaksimizin içinde yer aldığı süperkümemize verilen isimdir. Bu bağlantısallık beyindeki bağlantısallık ile aynı matematik ilkelerle anlaşılabilir niteliktedir.

b) *İkinci önemli bilimsel gelişme: Epigenetik* (Şekil 42)

1953'te DNA sarmalını keşfeden Watson ve Crick 1962'de Nobel'i aldılar. DNA'dan RNA; RNA'dan protein zincirinin elde edildiği

57. Tully ve ark., *a.g.e.*

görüşünü doğrulukla belirttiler. Diğer yandan, bu reaksiyonun tersten olmadığını (bir kanıt olmadığı halde) öne sürdüler. "Geni" mutlak kılan bu anlayış kemikleşti. Hatta 2001'de insan genomunun nükleotid sırası bulunduğunda (İnsan Genom Projesi tamamlandığında) "insanın genomu" yani genlerinin toplamı olduğu düşüncesi iyice yerleşti. Bu anlayışa göre insanın biyolojik kaderi genler tarafından belirlenmekteydi; insanlar genleri kadar yaşayan, genleri kadar hasta, genleri kadar zeki, hatta genleri kadar mutlu varlıklardı.[58]

Epigenetik bize DNA, RNA, protein yolunun tersten de doğru olabileceğini gösterir. Protein yapısını değiştiren her şey, her aksiyon potansiyeli, her çevresel faktör, hatta düşünce DNA'yı değiştirebilir. Bu bilimsel bilgi insanı, gen yapısının tutsağı olmaktan çıkarmakta, düşüncesine ve yaratıcılığına DNA'sını bile etkileyebilecek güç ve özgürlük alanı sağlamaktadır.

c) *Önemli Gelişme: Beyin zihin yaratan organdır*

Yazının esasını gözden geçirirsek: Son 5 yılda beyin-bilinç-zihin anlayışımızda da büyük değişiklikler oldu. Bu yenilik, nöron teorisinden bütüncül enformasyon ağı yani "*connectome*" yani nörozihin teorisine geçiştir. Buna göre, bilinci oluşturan şey, ~100 milyar nörondan oluşan, bir organ olan beyin değil; 2 üzeri 100 milyar olasılık içeren bir enformasyon sistemi bütünüdür. Bu anlayışa göre beyin zihin yaratan organdır. Nörozihin ise "etten" oluşan biyolojik beyin ile bilgi ağı bütünü olan zihin arasındaki arayüzdür.

12. Beyinbilim Çalışmaları ve Günümüz Biliminde Yeni Ufuk, Yeni Paradigma, Yeni Kültür

Bilimde her doğru, gelecekte "daha doğru" tarafından yanlışlanıncaya kadar doğrudur (K. Popper). Bu yanlışlanabilirlik, bilimsel yöntemin naif noktası değil, tersine gücünü aldığı dayanak noktasıdır. Bilimsel devrimler bu nedenle "daha doğrunun", "doğruyu" silmesiyle değil yeni bir katman olarak onun üzerine

58. Usaj, M., Tan, Y., Wang, W., VanderSluis, B., Zou A., Myers, C. L., Costanzo, M., Andrews, B., & Boone, C. (2017). TheCellMap.org: A Web-Accessible Database for Visualizing and Mining the Global Yeast Genetic Interaction Network. *G3: Genes, genomes, genetics, 7*(5), 1539-1549.

yapılanmasıyla var olurlar. Elbette, bilimsel paradigma, bilimsel düşünceyi, yöntem olarak da, sonuç olarak da belirler. Thomas Kuhn, daha 1960'larda, "Bilimsel Devrimlerin Yapısı"nda, "Teori paradigmanın kölesidir" derken bunu kastetmişti.[59]

Büyük gelişmeler sağlayan İbn-i Sina, Newton, Freud, Marx, Adam Smith, Watson ve Crick gibi önder bilim insanlarının buluşlarının yarattığı devrimler insan anlayışını, yaşam kültürünü değişmiştir. Günümüzde de bilimsel devrimlerin sağladığı değişim, geçmişte olduğu gibi, insan yaşamını ve düşüncesini, yaşam algılayışı ve psikolojisini derinden değiştirmektedir. Bu yeni bilgi katmanları yaşam kültürümüzü de değiştirir. Yaşadığımız yıllardaki, insanlık tarihinde ender rastlanan hızda olduğuna inandığım bu metamorfozun, değişimin Laniakea, Epigenetik ve *connectome*=nörozihin üzerinden olacağına inanıyorum.

Laniakea, epigenetik ve nörozihin demektedir ki; insanlar tek bir vücudun hücreleri gibi bütünlük ve bağlantısallık içinde var olurlar. Ve bu güçlü olanın genini aktardığı, güçlünün doğal seleksiyonda ona geçtiği "gen bencildir" kültüründe değil, kooperasyonun ve işbirliğinin önde olduğu anlayışta yaparlar.

Bacon-Descartes-Newton sacayaklı bilim paradigmasının, son yıllarda yeni bir bilim kuramıyla yenilendiğini; *Connectome*-Epigenetik-Laniakea adını verdiğim yeni bilim paradigmasıyla geliştirilip, yer değiştirmekte olduğunu düşünüyorum. Bu bilimin esas dayanağı, varlığın yapıtaşları değil, varlığın bağlantısallıklarıdır. Eğitimimizi içinde aldığımız "eski bilim"de gerçeklik, birbirinden ayrı, ölçülebilir parçalardan oluşan bir toplam, bir makinadır. "Yeni bilim"de ise gerçeklik birbirinden ayrılmaz ilişkilerden oluşan bir bütünsel bağlantılar ağıdır.

59. Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions.* Chicago University Press.

BİLİMDE 'ESASIN' DEĞİŞİMİ: "YAPITAŞLARINDAN, BAĞLANTISALLIĞA"	
BACON, DESCARTES, NEWTON (1600+)	LANİAKEA, EPİGENETİK. NÖROZİHİN (1905+)
GERÇEKLİK BİRBİRİNDEN AYRI ÖLÇÜLEBİLİR PARÇALARDAN OLUŞAN BİR TOPLAM, BİR MAKİNADIR.	GERÇEKLİK BİRBİRİNDEN AYRILMAZ İLİŞKİLERDEN OLUŞAN BİR AĞDIR. PARÇALARIN OLUŞTURDUĞU BÜTÜN PARÇALARIN TOPLAMINDAN FAZLADIR.
DETERMİNİZM	OLASILIK
DİYALEKTİK	BAĞLANTISAL BÜTÜNLÜK
KARTEZYEN DÜŞÜNCE	BAĞLANTISALLIK, AĞSAL DÜŞÜNCE
BEDEN-ZİHİN-BİLİNÇ AYRILIĞI	BEDEN. ZİHİN. BİLİNÇ BÜTÜNLÜĞÜ
TERMODİNAMİĞİN 2. YASASI ISAAC NEWTON (1687) SADI CARNOT (1824) JAMES JOULE (1843)	KENDİNİ YARATMA (AUTOPOIESIS) YASASI HUMBERTO MATURANA & FRANCISCO VARELA (1971) ILYA PRIGOGINE (1977 NOBEL: 1992)
BİLİMSEL GÖZLEMLER NESNEL GÖZLEMLEYENDEN BAĞIMSIZDIR	BİLİMSEL GÖZLEMLER. GÖZLEMLEYENE VE BİLGİ EDİNME SÜRECİNE BAĞLIDIR.
AMAÇ BİLİME KONU OLAN SÜRECE YA DA NESNEYE 'SAHİP OLMAK, 'HAKİM' OLMAKTIR	AMAÇ BİLİME KONULAN SÜRECE DAHİL OLMAK, BİRLİKTE VAROLMAKTIR

Bu bilimsel paradigma değişikliği ile determinizmin yerini olasılık, diyalektiğin yerini bağlantısal bütünlük, beden-zihin-bilinç ayrılığının yerini bunların bütünlüğü alır. Bu yeni bilimsel paradigma önümüzdeki yıllarda yeni bir kültürün de, –ki kültür toplumun *connectome*'udur– yaratıcısı olacaktır. Yeni kültürün, halihazırda var olan "insan için yaşam" ilkesinden, "yaşam için insan" ilkesine geçişi sağlayabilecektir.

Yaşamın bağlantısal bütünlük içeren bir enformasyon ağı olduğundan bahsetmiştik. Yaşam ağı içinde her şey diğeriyle eşdeğerdir. Yaşam açısından bakıldığında "arı kuşu" ile "benim" aramda bir kıymet farkı yoktur. Oysa içinde yetiştiğimiz kültürde "ben" esas önemli olandır. Yeni kültür, esas önemi "ben"den, yaşamın kendisine çeker. Artık "ormanı yaprak için" gören yerine, "yaprağı orman için" gören zihniyetin yerleşmesidir bu.

Değişmekte olan bu bilim paradigması yeni kültür ve onun öğesi, yeni bir hukuk da yaratacaktır.

13. Değişmekte Olan Bilim Paradigması ile Gelen Yeni Kültür ve Yeni Hukuk

Yeni hukuk, "adalet mülkün temelidir" yerine "adalet bir bağlantısallık ağı olarak yaşamın temelidir" der, vatandaş olarak insanın haklarını değil, yaşam ağının haklarını önceler.

HUKUKTA KOPERNİK DEVRİMİ: MÜLK SAHİBİ İNSANDAN, YAŞAMIN PARÇASI İNSANA	
"İNSAN İÇİN YAŞAM" HUKUKU	"YAŞAM İÇİN İNSAN" HUKUKU
Toplumsal gerçeklik birbirinden ayrı bireylerin toplamıdır.	Sosyal gerçeklik, sosyal ağ ve topluluklardan oluşur.
Hukuk yorumcusundan ayrı nesnel bir çerçevedir.	Hukuk evrimleşen dinamik bir yapıdır. Sosyal ağları oluşturan, bütünün sosyal gerçekliği yorumlamasına dayanır.
Hukuk kişiler için mülkiyet hakkını korur.	Hukuk yaşamın bütünü için mülkiyet hakkını korur.
Dünyanın sahiplenilmesi.	Dünyanın (yaşamın) parçası olmak.
Vatandaş olarak insanın haklarını önceler.	Yaşam ağının haklarını önceler.
Adalet mülkün temelidir.	Adalet, bir bağlantısallık ağı olarak yaşamın temelidir
'Yaprağın' hakkını önceler.	'Ormanın' hakkını önceler.

Şimdilerde bu yeni hukuka, ekolojik hukuk diyenler var ve bu değişimin bazı güzel örneklerine de rastlıyoruz. Mesela Almanya'da üç sene önce ev hayvanlarının, pet olarak değil de, ailenin evin bir ferdi olarak görülmesi kabul edildi. Sahiplik kaldırıldı. Yeni Zelanda'da koyunlar insanlarla eşit duygusal varlıklar olarak kabul edildi. Şu anda bu gelişmeler bazılarımızı gülümsetiyor olabilir, ama değişim başlamıştır.

Var olan ekonomi sistemlerinde, siz ister Marx'ın ekonomi anlayışını alın, ister Adam Smith'inkini, ikisi de aynı paradigmanın farklı yüzleridir; birinde "yaşamın" mülkiyeti devlette diğerinde ise şahıslardadır. Buna göre ikisi arasında çok büyük bir fark yoktur. Önemli olan yaşamın paketlenebilirliğinin, sahiplenilebilirliğinin, satılabilirliğinin kabulüdür. Birinde, yaşamı devlet paketliyor, sahipleniyor ve satıyor. Diğerinde yaşamı özel sektör paketliyor, sahipleniyor ve satıyor. İkisinde de yaşam 'paketlenir ve satılır'. Her ikisinde de 'insan için yaşam' paradigması esastır, oysa 'yaşam' dediğimiz bu iç içe geçmiş kodlamalar sistemi, sahiplenilemez ve satılamaz; aynen yaprağın ormanı sahiplenemeyeceği gibi. Ekonomi, yaşam ağı içerisinde insanların, birbiriyle 'karşılıklı bağımlılık' sürecinin 'yaşam için'liğini sağlayan ilkeler bütünlüğü olmalıdır.

Bağlantısal bütünsellik aslında burada anahtar sözdür; artık her şeyin içinde bulunduğu ağ ile anlamlı olduğunu, hiçbir "şeyin" tek

başına anlam taşımadığını biliyoruz. Günümüz uygarlığını, bilim ve teknolojisini büyük ölçüde borçlu olduğumuz, Bacon-Descartes-Newton'un isimleriyle simgelediğim bilim-kültür paradigması, yerini 'Nörozihin-Epigenetik-Laniakea' bilimsel gelişmeleriyle isimlendirdiğim, önceki yazılarımdan hatırlayacağınız yeni bilim ve (sonucunda) kültür kuramına bırakıyor. Yaşamı daha iyi tanımaya ihtiyacımız var; 'doğayı fethetmenin, ona hakim olmanın' daha iyi yaşamak olmadığını artık anlamaktayız. 400 yıl önce Rönesans'ı, 'aydınlanmayı', yaratan paradigmanın, günümüz için artık yeterli 'aydınlanma' sağlayamadığını, içinde yaşadığımız (Oxford Sözlüğünün 2016 yılında yılın sözcüğü olarak seçtiği tanımlama ile) "*Post-truth Era*- Gerçeklik Sonrası Dönem"de görüyoruz. Doğru olarak sunulanın-kabul edilenin aslında gerçek olmadığı bu döneme, 'kanıksanmış çelişkiler çağı' demek de yanlış olmaz sanırım.

Yeni bilim paradigmasının yeni bir kültür yaratması on yıllar alabilir ve bu dönüşüm de (dünyanın yaşadıklarından anlaşılabileceği gibi) her metamorfoz gibi sancılı olabilir. Tırtılın (kendisiyle aynı gen yapısına sahip) kelebek olma değişimini yaşaması için önce kendini sindirmesi gerekir.

Evrensel dönüşüm sürecinin öncülüğünü yapmak, bu yeni bilim ve kültürü tanıyıp yaratmakla mümkündür. Ülkemizin, kaçınılmaz dönüşümün sonucu gerçekleşecek, 'gerçeklik-sonrası-dönem' sonrasındaki bilim ve kültürün yaratıcılarından biri olabilmesi için iki önemli özelliği edinmemiz ve öğretmemiz gerekli: İyilik ve yaratıcılık. Bu iki nörozihin özelliğinin, günümüz uygarlığını yaratan (ve çok kıymetli) iki özelliğin; zekâ ve çalışkanlığın üst katmanı olarak yerleşmesini gerekli görüyorum.

İnsanın, yaşam dediğimiz bağlantısal enformasyon ve varlık ağının parçası olması, her zaman anlaşılması ve anlatılması kolay olmayan bir yaşantı hali bizler için. Ancak iki yaşam bilgesinden ben çok ciddi yardım aldım, her ne kadar bu öznel bir durum olsa da, bu 'deha'ları paylaşmak istiyorum: Mevlânâ ve Spinoza. İnsan-zihin-evren ayrımının kaldırılmasında Mevlana'dan; yaşam içerisinde sevinçli bir akışın iyilik yaratabileceğini öğrenmede de Spinoza'dan çok şey edinilecektir.

DÜNYA BİLİM VE SANAT AKADEMİSİ'NDE YAPTIĞIM KONUŞMA:

5. "BEYİN ARAŞTIRMALARI PENCERESİNDEN YAŞAM: BAĞLANTISALLIK VE KARMAŞIKLIĞA DAİR BİLİMSEL, SOSYAL VE KÜLTÜREL ÇIKARIMLAR"[60]

Özet

Sayısız bilim insanı beynin konnektom (nörozihin) dediğimiz nöronal ağlar yoluyla çalışan bir bilgi işleme sistemini nasıl yarattığını anlamaya çalışmıştır[61] Beynin bilgi işleme gücünün, özellikle iki dev araştırma projesinden öğrendiklerimiz ışığında, nöronların kendisinden değil, nöronların arasındaki bağlantısallıktan geldiğini söyleyebiliriz. Benzeri karmaşıklık ve bağlantısallık, bilişim, network ve karmaşık sistemler alanlarında kaydedilen ilerlemeler sayesinde, giderek başka araştırma alanlarında da görülmektedir. Beyin araştırmalarında elde edilen bulgular, karmaşık sistemler içeren diğer bilim alanlarındaki gelişmeler de dikkate alındığında, yaşamın "ne"liğini biraz daha anlamamıza, dolayısıyla da önemli sosyal ve kültürel çıkarımlarda bulunmamıza yardımcı olabilir. Yaşamın birbiriyle bağlantılı entegre bilgi sistemlerinden oluştuğu, hatta tek bir bağlantısal bütünden ibaret olduğunu söylemek, karmaşıklığın ve bütünselliğin insanlarda, toplumda ve doğada kendini nasıl gösterdiğinin en basit ifadesi olabilir. Bu fikirden yola çıkarak dünyamızdaki her bir canlının iyiliğinin neden diğerleri için önemli olması gerektiğini da anlamak mümkün. Mademki bilim ve teknoloji birer sosyal değişim aracıdır, öyleyse halihazırda bilimde sürmekte olan parçalardan bütüne, şimdi de bağlantısallığı doğru giden paradigma değişikliği, bizleri bugün dünyamızı tehdit eden, birbiri ile bağlantılı ve bağımlı sorunları çözme gayretimize yeni bir bakış açısı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: konnektom (nörozihin), beyin, karmaşıklık, dinamik sistemler, bilim, teknoloji ve toplum, bilişsel sistemler.

60. Kılıç, T. (2019). A brain inspired view of life. *World Academy of Art and Science-IEEE International Conference on Cognition, Technology & Society*, Milan, 2019. https://www.worldacademy.org/files/ieee_july_2019/TKilic_A_Brain_Inspired_View_of_Life.pdf.

61. Sporns O., Tononi, G., & Kötter, R. (2005). The human connectome: a structural description of the human brain. *PLoS Comput Biol.*, *1*, 245-251.

Giriş

Beyin, yaptığı seçimlerle yaşama yanıt veren bir bilgi işleme ve üretme ağıdır. Bilgi, beyinde kendini sürekli yenileyen elektrokimyasal ırmaklar halinde akarak konnektomu oluşturur.[62] Bu bağlantısal bütünlüğün haritasını çıkarma amacı taşıyan iki büyük ölçekli araştırma projesi –İnsan Konnektomu Projesi (İKP)[63] ile İnsan Beyni Projesi (İBP)[64]– bilimsel araştırma metodolojisine yeni bir yaklaşım sağlamış, odağı parçalardansa ağa ve ağ içindeki bağlantılara yöneltmiştir.

Bu projeler, ilerideki kısımlarda bahsi geçecek diğer bilim alanlarındaki keşiflerle birlikte ele alındığında, birbiriyle ilişkisi olmayan olgularda benzer karmaşık katmanlar ve bağlantısallık özelliği olduğunu göstermekte, kaotikmiş gibi görünen birçok olgunun aslında yeni matematiksel modellemelerle açıklanabilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu karmaşık sistemler hem bütünün parçaların toplamından fazla olduğu fikrinin altını çizmekte hem de bir arada ele alındıklarında daha da büyük bir bütünselliğin birer parçası olduklarını düşündürmektedirler. Bu şekilde bir yaklaşım sadece yaşamı anlama çabamız için bizlere değerli bir ipucu sağlamakla kalmaz, bilişsel bilişim, yapay zekâ ve genel anlamıyla bilimin 21. yüzyıl kültür ve toplumunu nasıl etkileyebileceğini daha iyi anlamamızı sağlayabilir.

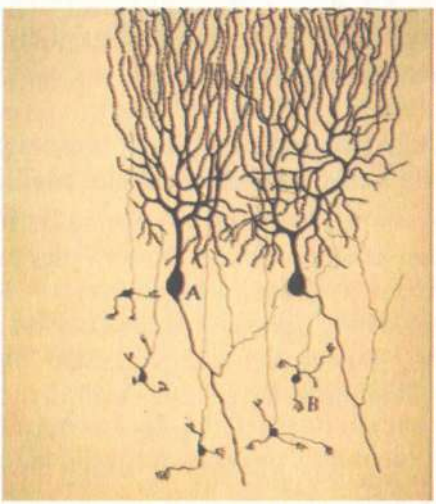
1. Beyinde bağlantısallık: Bilimde tümdengelimden tümevarıma, tümevarımdan bağlantısallığa geçiş

Cajal 1903'te nöronu ilk defa resmettiğinde, beyin araştırmaları tümdengelimden uzaklaşarak tümevarıma yani bütünü daha iyi anlamak için parçaya odaklanmaya geçiş yaptı.[65] Nöronal doktrin dahilinde sinirbilimciler nöronu anlayarak beynin nasıl çalıştığını anlamaya uğraştı.[66] Bir nöronun sinapslarla 10-15.000 başka nöron ile bağlantıda olduğunu ve bu şekilde de zihni oluşturduğunu.[67]

62. Sporns O. ve ark., *a.g.e.*
63. www.humanconnectomeproject.org.
64. www.humanbrainproject.eu.
65. Llinás, R. R. ve ark., *a.g.e.*
66. Jones, E. G., *a.g.e.*
67. Bortherson, S. (2009). https://www.unicef.org/earlychildhood/files/Building_better_brains____web(1).pdf.

Dolayısıyla, eskiden homeostazı sağlayan organ olarak tanımlanan beyni artık zihni yaratan organ olarak tanımlayabiliyoruz.[68] Bu 86 milyar nöronun bağlantısallığının, yani beyinde 2 üzeri 86 milyar matematiksel olasılığın nasıl yaratıldığının anlaşılması, yaşayan her şeyin arasındaki bağlantısallığın da anlaşılmasına katkıda bulunabilir.[69]

İnsan Konnektomu Projesi (İKP) ABD'de 2009'da başladı. Amacı, nöronal ağı haritalayarak sağlıklı insan beyninin anatomik ve fonksiyonel bağlantısallığını aydınlatmak, bu yolla disleksi, otizm ve Alzheimer vb konulardaki araştırmalarda kullanılacak veriler yaratmaktı. Düzinelerce araştırmacının işbirliğinden doğan veriler internet üzerinde bir nöroinformatik platformunda halkın erişimine açılmıştır. Avrupa'nın bu projeye yanıtı daha matematiksel bir yaklaşımla 2013'te Avrupa Birliği fonları ile gerçekleşen İnsan Beyni Projesi (İBP) olmuştur. İBP, beyinde bilginin nasıl aktığını anlayıp insan beynini simüle edecek bir süper bilgisayar inşa etme amacıyla yola çıkmıştır. Avrupa'da bu alanla ilgili tüm bilimcilerin kullanabileceği bir bilimsel araştırma platformu kurmayı amaçlayan projede en sofistike bilgisayarlar kullanılmıştır.



Resim 1: Cajal'ın nöron çizimi.

68. Cacioppo J. & Berntson, G., *a.g.e.*
69. Herculano-Houzel, S., *a.g.e.*

2015'te İBP'nin ilk sonuçları yayımlandığında, 86 milyar nöronluk insan beyninin olmasa da bir fare beyninin 31.000 nöronluk bir kısmının bağlantısallığı simüle edilmiştir.[70] On yıllık bir sürede insan beyninin simülasyonunu elde etme amacının ulaşılamaz bir hedef olduğu ortaya çıkmış olsa da proje, Big Data'nın insan beyninin nasıl çalıştığını çözmede ne kadar önemli rol oynayacağını açıkça ortaya koymuştur. Network bilimleri, matematik ve bilişsel network bilimleri alanlarında daha fazla gelişmeye ihtiyaç olduğu da teyit edilmiştir.

Beyni anlamayı güçleştiren faktörlerden biri, beyindeki bağlantıların sürekli bir değişim içinde olmasıdır. Bir benzetme yardımıyla nöroplastisite denilen bu değişme özelliğini anlatmak mümkün olabilir.[71] Amazon nehri havzasının bir uydu görüntüsünü düşünecek olursak; havza her yıl iklim, insan faaliyeti ve başka nedenlerle farklı bir görünüme bürünmektedir. Beynimizde de elektrokimyasal ırmaklar şeklinde akan bilgi her an farklı örüntülerle akmakta, beyni değiştirmektedir. Irmağın akışı nasıl ırmak yatağını değiştiriyorsa, beyinde de örneğin bir bağlantı ne kadar çok kullanılırsa o kadar derinleşmektedir. Herhangi bir andaki örüntü, yalnızca o an için vardır; daha önce hiç var olmamış, bir daha da asla var olmayacaktır.

Bu denli ve sürekli meydana gelen değişim ve karmaşıklık, her bir nöronu incelemeyi son derece zor kıldığından beyinbilimciler bu elektrokimyasal ırmakları fonksiyon öbeklerine ayırarak incelemektedir. Resim 2'de üstte kadavradan bir kesit, altta ise aynı bölgenin ameliyat sonrası MR görüntüsü verilmiştir. Her bir lif yaklaşık 200-300 milyon nörondan oluşan bir elektrokimyasal nehirdir. Bu, bilginin akışını gözler önüne sermektedir. Dolayısıyla fonksiyon anatomiyi de etkilemektedir. Her bir nöronu tek tek inceleyebilmek bundan çok daha detaylı bir resim oluşturacaktır.

70. Markram, H. ve ark., *a.g.e.*

71. Voss P., Thomas, M.E., Cisneros-Franco, J.M., and de Villers-Sidani, É. (2017). Dynamic brains and the changing rules of neuroplasticity: implications for learning and recovery. *Front Psychol.*, *8*(A1657).



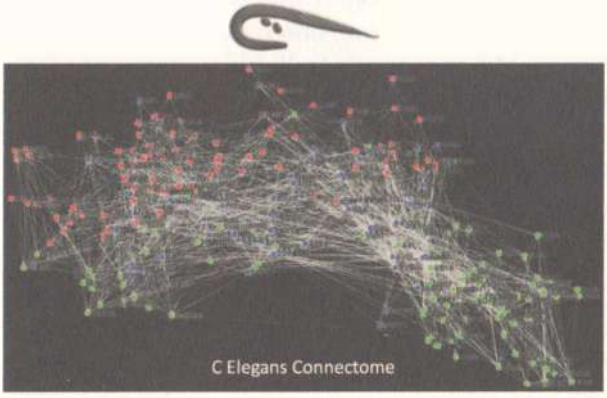
Resim 2: Üstte kadavra beyni, altta aynı bölgenin altından ameliyatla bir tümör alınması sonrası MR görüntüsü (Fotoğraf: BAU Tıp Fakültesi).

Pekiyi, nöron ile konnektom (nörozihin) arasındaki ilişki nedir? Benzetme yapacak olursak; bu ilişkiyi bir uçak ile havayolu arasındaki ilişkiyle anlatabiliriz. 300 uçaklık THY'nin tek tek hangarlarda duran uçakları bir havayolu etmez. Ama bu uçakların zekâ ile organize edilmesi ve her an hangi uçağın nereye gitmekte olduğunu bilmemiz bir havayolunu meydana getirir.



Resim 3: Bir havayolunun tüm uçaklarının farazi haritası.

1986'da Nobel ödülü kazanan bir çalışmada bir solucanın konnektomunun haritası çıkarıldı.[72] sonuçta 302 nöron bulundu.[73] Yukarıdaki benzetmeden devam etmek gerekirse; her bir uçak bir nöronu temsil ederken, tüm uçuşların haritası ise konnektomu temsil etmektedir. Araştırmacılar çalışmalarında her bir nöronu devre dışı bırakarak solucanın her durumda verdiği farklı kararları ve dolayısı ile yaşamının nasıl değiştiğini gözlemleyebildiler. Yani her bir nöronun solucanın konnektomunu nasıl etkilediği görülmüş oldu. Solucanın kararlarını ve yaşamını etkileyen işte bu konnektomudur. Örneğin elimizde bu solucanlardan 9 adet olsa, 8 tanesi bir früktoz kaynağına doğru gitmeyi seçerken sonuncu masadan düşen bir ekmek kırıntısına yani nişastaya doğru gitme seçimini yapabilir. Bir solucanın diğerlerinden farklı bir karar vermesine neden olan şey, konnektomunun bağlantısallık ağının örüntüsüdür. Bilinç –tanımlaması çok zor bir kavram olsa da– karar verebilme becerisi olarak tanımlanırsa, konnektomun bilinci de yarattığını söyleyebiliriz. Konnektom matematiksel olarak modellenebildiğinde bu model bilinci de açıklayabilir. Bahsi geçen 302 nöronluk solucan modelini anlamamız 86 milyar nöronluk karar verme mekanizmamızı anlamayı daha da ilginç kılmaktadır.



Resim 4: C. elegans solucanının haritalanmış konnektomu.

72. Horvitz, H. R. (2003). Worms, life, and death (Nobel lecture). *Chembiochem: a European journal of chemical biology*, *4*(8), 697-711; https://doi.org/10.1002/cbic.200300614.
73. Emmons, S. W., *a.g.e.*

2015 yılında *Nature* tarafından yılın yöntemi seçilen optogenetik alanı genetik ve optik alanlarını bir araya getirerek konnektomun fonksiyonlarına ışık tutmayı amaçlamıştır.[74] Yakın zamanda yapılan bir deneyde,[75] bir sıçan beynine eklenen bazı genler ile amigdalanın belli kısımları uyarılmış, belli kısımları ise etkisiz hale getirilmiştir; böylelikle farenin konnektomu değiştirilerek aç olduğunda yemeğe tepki vermemesi, tok olduğunda yemeğe tepki vermesi sağlanmıştır. Bu araştırma alanının beyin cerrahları için heyecan verici bir sonucu, örneğin benim araştırma alanlarımdan biri olan menenjiom tümörlerinin konnektomunun çıkarılarak bir sonraki aşamada konnektom cerrahisinin olası bir tedavi yöntemi haline gelmesidir.[76] Bu ancak bu denli karmaşık yapıların bağlantısallıklarının matematiksel olarak modellenebilmesi ile mümkün olacaktır. Yine de nöronlar ve içerisinde bulundukları bağlantısallık ile ilgili bu bahsettiğim deney çalışmaları sayesinde yapay zekâ gibi alanlarda da gelişme kaydedilmekte, aynı şekilde bu alanlardaki gelişmeler de beyin araştırmalarını hızlandırmaktadır.[77]

2. Farklı Olgularda Bağlantısallık

Artık beyinde bilginin öğrenme, deneyim ve yaşlanma gibi sebeplerle sürekli değişen son derece karmaşık örüntülerle aktığını biliyoruz. Mikro seviyede farklılıklar olmakla birlikte makro anlamda benzer bağlantısallık ve adaptif karmaşıklık örüntüleri yakın zamanda matematik, tıp, astrofizik, biyoloji ve hatta sosyal bilim alanlarında da bulunmuştur. Çoğu kez kaotik olduğu sanılan olgular artık matematiksel olarak modellenebilmektedir. Bu tür modellerle, sadece birkaç örnek vermek gerekirse helyum

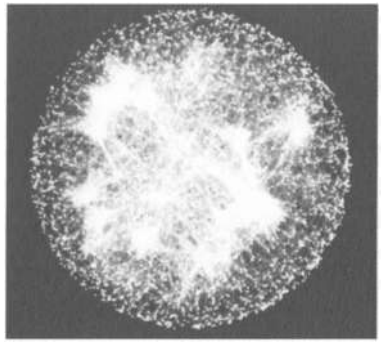
74. Deisseroth, K. (2011). Optogenetics. *Nature methods*, *8*(1), 26-29; https://doi.org/10.1038/nmeth.f.324.
75. Robinson, M. J., Warlow, S. M., Berridge, K. C. (2014). Optogenetic excitation of central amygdala amplifies and narrows incentive motivation to pursue one reward above another. *J Neurosci. 34*(A16567), 80.
76. Clark, V. E., Erson-Omay, E. Z., Serin, A., Yin, J., Cotney, J., Ozduman, K., Avşar, T., Li, J., Murray, P. B., Henegariu, O., Yilmaz, S., Günel, J. M., Carrión-Grant, G., Yilmaz, B., Grady, C., Tanrikulu, B., Bakircioğlu, M., Kaymakçalan, H., Caglayan, A. O., Sencar, L., ... Günel, M. (2013). Genomic analysis of non-NF2 meningiomas reveals mutations in TRAF7, KLF4, AKT1, and SMO. *Science*, *339*(6123), 1077–1080. https://doi.org/10.1126/science.1233009.
77. Shapshak P. (2018). Artificial intelligence and brain. *Bioinformation*, (14), 38-41.

gazı, toplumların etkileşimi ve anjiojenez gibi olgular açığa kavuşturulmuştur.[78,79,80] Bunların hepsi bir arada ele alındığında, insan-yaşam, insan-toplum ve insan-kültür arasındaki ilişkiyi nasıl anlamamız gerektiği ile ilgili bazı önemli sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Astrofizik alanında bilimciler Samanyolu galaksimizin dahil olduğu süperkümeyi bulmuş, adını *Laniakea* (Hawaii dilinde ölçülemeyecek cennet)koymuşlardır.[81] Bu araştırmada galaksilerin gerçek hızları ile galaksiler arası bağlantısallık yani etraftaki süperkümelerle ilişkileri incelenmiş ve matematiksel olarak modellenmiştir.

Genetik alanında ise, DNA'nın Watson ve Crick tarafından bulunmasından 50 yıl sonra, 2003'te, İnsan Genomu Projesi[82] sonuçlanmış ve DNA'nın haritası çizilmiştir.[83] Önceden 2 milyon gene sahip olduğumuz düşünülürken bu sayı bir süre sonra 1 milyona, sonra da 200.000'e indirilmiştir. Bugün ise insanların yaklaşık 20.000 geni olduğu bilinmektedir.[84] Genom haritası bulununca insanları etkileyen tüm hastalıkların genetik temelinin bulunacağı ve bunların hepsine tedaviler geliştirilebileceği düşünülmekteydi. Ancak epigenetik alanındaki önemli ilerlemeler bunun büyük bir yanılgı olduğunu ve dikkate alınması gereken çok fazla değişken olduğunu göstermiştir.[85]

78. Matsubara T. & Matsuda, H. (1956). A lattice model of liquid helium. *I. Prog. Theor. Phys.,16*, 569-582.
79. Anderson P. (1999). Complexity theory and organization science. *Organization Science, Special Issue: Application of Complexity Theory to Organization Science, 10*(3), 216-232. http://www.jstor.org/stable/2640328.
80. Qutub A.A., Mac Gabhann, F., Karagiannis, E.D., Vempati, P., & Popel A.S. (2009). Multiscale models of angiogenesis. *IEEE Eng Med Biol Mag, 28*(2). 14–31.
81. Tully, R. B., Courtois, H., Hoffman, Y., & Pomarède, D. (2014). The Laniakea supercluster of galaxies. *Nature, 513*(7516), 71.
82. www.genome.gov.
83. Usaj, M. ve ark., *a.g.e.*
84. Ezkurdia, I. ve ark., *a.g.e.*
85. Kanherkar R. R. ve ark., *a.g.e.*



Resim 5: TheCellMap.org sayfasından bir ekran görüntüsü. Global genetik etkileşim profil benzerlik networkü.

Artık dış unsurların etkisi de dikkate alınmakta ve genlerin hastalık ya da dış görünüş gibi özelliklerin kesin belirleyicisi olmadığı bilinmektedir. Örneğin *National Geographic* dergisinin ırk konulu nisan ayı baskısında kapakta resmi verilen ve aslında tek yumurta ikizi olan kız kardeşler epigenetik değişiklikler sebebiyle farklı ırk mensubu gibi görünmektedir.[86] Bir muz meyvesinin bile 36.000'den biraz fazla geni olduğu düşünülürse, canlılar arasında belirleyici olanın kaç gene sahip olduğumuz değil, hem bu genler arasındaki ilişki hem de sayısız dış unsur olduğu görülmektedir.[87] Nasıl ki beyin araştırmacıları ortak veri ve matematik modelleme platformları kullanarak konnektomu anlamaya çalışıyorsa, genetik araştırmacılar da benzer şekilde işbirliği yapmaktadır. Örneğin bir sitede bira mayası üzerine ciddi miktarda sayısal genomik veriye tam erişim sağlanmaktadır.[88] Resim 5'te interaktif web sayfalarından bir ekran görüntüsü verilmiştir. Burada kullanıcılar, arasında etkileşim görmek istedikleri genleri seçebilmektedir. Yine, genlerin kendisi değil aralarındaki ilişki ve iletişim ön plandadır.

Bütünsellik ve bağlantısallığın ön plana çıktığı bir başka örnek de biyoloji ve fizik alanının ortaklığından verilebilir. İnsan vücudu 37 trilyon hücreden oluşur.[89] 1953 yılında fizikçi Dr. Paul

86. Edmonds P. ve ark., *a.g.e.*
87. D'Hont. ve ark., *a.g.e.*
88. The Cell Map internet sayfası: www.TheCellMap.org, "A web-accessible database for visualizing and mining the global yeast genetic interaction network".
89. Bianconi, E., Piovesan, A., Facchin, F., Beraudi, A., Casadei, R., Frabetti, F., Vitale,

C. Abersold, "Bir yıl içerisinde her birimizi oluşturan atomların yaklaşık %98'inin yerini hava, yemek ve içecekler yoluyla aldığımız farklı atomlar alacaktır" demiştir.[90] Bir başka deyişle, hücrelerimizi oluşturan atomlar ve moleküller belli zaman sonra değişmektedir. Harvard'lı sistem biyologları tarafından oluşturulan *Bionumbers* adlı bir açık veri tabanında, örneğin mide hücrelerinin 2-9 günde, trombositlerin ise 10 günde yenilendiği belirtilmektedir.[91] Bütün bu değişime rağmen kişi yine aynı kişidir. Bu da sadece molekül ve atomların değil, onların arasındaki iletişimin sabit olduğuna, parçaların toplamının bütünden fazla olduğuna işaret etmektedir.

Parçalar arasındaki iletişim ve bağlantısallığın esas olması ve kaotik gibi görünse de aslında parçaların bir düzen oluşturduğu teması yakın zamanda bir sığırcık sürüsünü inceleyen bir çalışmada da karşımıza çıkmaktadır.[92] Bir yandan elektrik telinde sıralanmış kuşlar hayal edelim, durağan ve lineer şekilde dizili; şimdi bunu grup halinde son derece çarpıcı ve zarif hareketlerle koordine bir şekilde lineer olmayan dinamik manevralarla uçmakta olan bir sığırcık sürüsü ile karşılaştıralım. Eskiden bu manevraların kaotik ve düzensiz olduğu sanılırdı. Artık biliyoruz ki sürü üyeleri arasında bir bilgi transferi gerçekleşiyor ve bu akışı süper akışkanlık denklemleri ile ifade etmek mümkün.[93]

Hepsi atomlar ve moleküllerden oluşuyor olsa da, canlıları inorganik maddeden ayıran bir şey olduğunu sezen Schrödinger, 1943'te ünlü sorusunu sormuştur:[94] "Yaşam nedir?". Bir fizik sorusu çerçevesinde biyolojiye dair bir soru soran Schrödinger, inorganik evrenden nasıl olup da organik evrenin çıkabileceğini ve bunun termodinamiğin ikinci yasasına nasıl karşı gelebildiğini

L., Pelleri, M. C., Tassani, S., Piva, F., Perez-Amodio, S., Strippoli, P., & Canaider, S. (2013). An estimation of the number of cells in the human body. *Annals of human biology, 40*(6), 463–471. https://doi.org/10.3109/03014460.2013.807878.

90. Smithsonian Institution (1953). *Annual Report 1953.* http://www.archive.org/stream/annualreportofbo1953smit/annualreportofbo1953smit_djvu.txt.

91. www.bionumbers.org.

92. Attanasi, A., Cavagna, A., Del Castello, L., Giardina, I., Grigera, T. S., Jelić, A., Melillo, S., Parisi, L., Pohl, O., Shen, E., & Viale, M. (2014). Information transfer and behavioural inertia in starling flocks. *Nature physics, 10*(9), 615-698. https://doi.org/10.1038/nphys3035.

93. Attanasi, A. ve ark., *a.g.e.*

94. Schrödinger E. (1967) *What is life? (1943), Reprinted as "What is life? & mind and matter"*. Cambridge University Press.

sorgulamıştır. Bu nedenle de biyolojik sistemlerin fiziğinin üzerinde çalışılması gereken bir konu olduğunu ortaya atmıştır. Rus fizikçi Ilya Prigogine 1980'lerde bu soruyu yanıtlama gayretiyle, karmaşık sistemlerde termodinamik ile özdüzenleme (*self-reorganization*) kavramlarını buluşturmuştur. Deterministik teorinin evrim, hava durumu ve güneş radyasyonu gibi "geri dönüşümsüz" (*irreversible*) sistemlere uygulanamayacağını belirtmiştir.[95] Özdüzenleme nedeniyle bahsi geçen türden karmaşık sistemlerdeki parçalar arasındaki etkileşim, parçaların toplamından daha fazlasına denk gelen bir bütün yaratmaktadır. Bu düşünce, Maturana ve Varela'nın[96] özyaratım (*autopoiesis)* adını verdikleri ve canlı ile cansız şeyleri birbirinden ayırmak için öz örgütlenme (*self-organization*) kavramıyla anlattıkları, bir sistemin parçalarının kendi içlerinde etkileşerek kapalı sistemler içerisinde kendilerini yeniden düzenledikleri teorisini bütünlemektedir.[97]

Yaşam, açık bir sistem olarak, *Emergence Theory* ("belirme" teorisi) ile açıklanabilir.[98] Bu teoriye göre parçalar, aralarındaki etkileşim sayesinde birbirlerini değiştirir, böylece bütün, parçalarından farklı özelliklere sahip olur. Buna şu iki örnek verilebilir: İlk örnekte, ABD'de bir laboratuvarda bir organoid meydana getirilmiştir.[99] Araştırmacılar ellerindeki bazı kök hücreleri beyin korteks hücresine dönüşmesi için uyarmış ve hücreler arasındaki elektrik aktivitesini izlemiştir. 6 ay sonraki EEG kayıtları, 25.-39. haftada doğan bebeklerin beyninden gelen sinyallerle seviye ve aktivite türü olarak benzerlik göstermiştir. Bunun önemli bir keşif olmasının nedeni, hücrelerin başta programlandıkları şekilden farklı olarak birbirleriyle etkileşime girmiş olmalarıdır. İkinci örneği ise yapay zekâ alanından verebiliriz. Facebook, iki yapay zekâ robotunu birbirleri ile iletişim kurmaya programlamış, ancak belli bir süre sonra robotlar programcıların anlamadığı yeni bir dil geliştirerek birbirleriyle konuşmaya başlamıştır.[100]

---

95. Prigogine, I. & Nicolis, G., *a.g.e.*
96. Maturana H. R. & Varela, F. J., *a.g.e.*
97. Goldstein, J. (1999). Emergence as a construct: History and issues. *Emergence*, *1*(1), 49-72.
98. Goldstein, J., *a.g.e.*
99. Reardon, S. (2018). Lab-grown 'mini brains' produce electrical patterns that resemble those of premature babies. *Nature, 563*, 453.
100. Lafrance, A. (2017, Haziran). An artificial intelligence developed its own non-hu-

Benzer keşifler özellikle doğa bilimleri, sosyal bilimler, bilişsel bilişim, network bilimi ve yapay zekânın işbirliği ile ortaya çıkmaktadır. Buna bir örnek, Yale Üniversitesi Network Bilim Enstitüsü altındaki İnsan Doğası Laboratuvarı'ndan[101] çıkmıştır. Araştırma ekibi, sosyal sistemlerin "beliren" özellikleri (*emergent properties*) konusuna eğilmiş, network bilimi modelleri kullanarak sosyal bulaşıcılık (*social contagion*) alt başlığı altında, obezite, mutluluk ve sağlık çıktıları gibi birbirinden farklı konuları incelemiştir. Toplum içerisindeki bağlantısallığa işaret eden birçok örnekten biri olarak; biyolojik ve davranışsal bir özellik olan obezitenin sosyal bağlantısallık içerisinde yayıldığını bulmuşlardır.[102] Ağları inceleyen bir başka çalışmada ise IŞİD teröristlerinin hem eleman bulma hem de motive etme aracı olarak kullandığı sosyal medya platformlarında propagandasını nasıl yaydığı incelenmiştir.[103] Araştırmada platformdaki davranışları ile terör ağına değişen miktarlarda destek veren 22.000 Twitter kullanıcısı tespit edilmiştir. Sosyal olgulardaki bağlantısallığı bilişsel bilişimin sunduğu araçlar yardımıyla keşfettikçe, sorunlara farklı çözümler üretildiğini de göreceğiz.

3. Bağlantısallık: Sosyal ve Kültürel Çıkarımlar

En büyük bilgi işleme sistemi olan yaşamı bağlantısallık prensibi ile doğada, toplumda, evrende var olan karmaşık sistemler ışığında değerlendirdiğimizde, bağlantıların, ilişkilerin ve ortamın bütünü oluşturan parçalardan daha önemli olduğunu görmekteyiz. Bir yanda yukarıda bahsedilen keşifler, bir yanda da bilimsel gelişmelerin er geç toplumu ve kültürü değiştirdiği gerçeği, bilimde meydana gelmekte olan paradigma değişimi (parçadan bütüne, bütünden bağlantısallığa) açısından (Tablo 1) bizi bazı önemli çıkarımlara götürmektedir.

---

man language. *The Atlantic*. www.theatlantic.com/technology/archive/2017/06/what-an-ais-non-human-language-actually-looks-like/530934/.

101. www.humannaturelab.net/research.

102. Christakis, N. A., & Fowler, J. H. (2007). The spread of obesity in a large social network over 32 years. *The New England journal of medicine*, *357*(4), 370–379. https://doi.org/10.1056/NEJMsa066082.

103. Benigni, M. C., Joseph, K., & Carley, K. M. (2017). Online extremism and the communities that sustain it: Detecting the ISIS supporting community on Twitter. *PloS one*, *12*(12), e0181405. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181405.

Kültür ve toplumun temelinde ortak değer, inanç ve bilgi yatar. Bunların değişmesi vakit alsa da tarih bize önünde sonunda bunların da değişebildiğini göstermektedir. Bilim ve teknolojinin sunduğu araçlar kültürü ve toplumun düzenini değiştiriyorsa bu araçları kullananların toplumun faydasını gözetmesi ve dikkati elden bırakmaması gerekir. Bugün insanlık olarak elimizdeki önemli fırsatı görmeliyiz: Gerçekleşmekte olan paradigma değişimi sayesinde kendimizi farklı bir gözle görmeli, birbirinden bağımsız bireyler olmadığımızı, aslında bir bağlantısal bütünlük içerisinde varlığımızı sürdürdüğümüzü anlamalıyız. Bugün karşı karşıya olduğumuz küresel sorunların çoğu kendimizi daha büyük bir bütünün parçası olarak görememizden ileri gelmektedir. Capra ve Luisi, küresel toplumun mustarip olduğu olumsuzluklar arasındaki bağlantısallığı bize göstermeye çalışırken şöyle der: Bu sorunları birbirinden ayrı ele alarak anlamak mümkün değildir, zira bu zorluklar birbiriyle bağlantılı ve birbirine bağımlıdır.[104]

Yaşamın bir sistemler birliği olarak düşünülmesi gerektiği konusunda Capra ve Luisi'ye katılıyor, hatta bu düşünceyi bir adım daha ileri götürmek istiyorum. Karmaşık sistemleri daha iyi anladıkça, bilginin bunların içinde nasıl şifrelendiğini daha net gördükçe bu sistemlerin katmanlı bir yapı içerisinde, bir arada var olduğunun farkına varmak mümkün. Gen konusu buna çok güzel bir örnektir. DNA ilk keşfedildiğinde, henüz DNA-RNA-protein yolağının tersine de çalışabildiği bilinmiyordu. Artık bildiğimiz gibi RNA'dan DNA, proteinden de RNA elde edilebilmektedir. Bir örnek vermek gerekirse, yakın zamanda yapılan bir çalışmada araştırmacılar bakteri adaptasyonu ve bilgi depolama prensiplerini kullanarak bakterinin DNA'sına gerçek veri arşivlemeyi başardılar.[105] Çalışmada koşan bir at oynatan bir GIF animasyonunun piksel değerleri, bir virüs yardımıyla yaşayan bir bakteri popülasyonunun genomuna yüklendi. Daha sonra veri genomdan alınarak tekrar bir GIF'e dönüştürüldü. Baştaki animasyon ile sonra ortaya çıkan animasyon arasındaki benzerlik olağanüstüydü.[106] Öyleyse, ister 22.000 birimden oluşan genom, 29 harften oluşan alfabe, 2 birimden oluşan dijital dil, 4 birimden oluşan DNA veya RNA, 10 birimden oluşan

104. Capra, F. & Luisi, P.L., *a.g.e.*
105. Shipman, S.L., *a.g.e.*
106. Shipman, S.L., *a.g.e.*

cebir isterse de 86 milyar birimden oluşan konnektom, bunların hepsi birbirlerine dönüşebilen bilgi sistemleri, bilgi kodlama yöntemleridir. Bilgi işleme ağlarındaki parçalar arasındaki etkileşimi daha iyi anladıkça, bunu ifade edecek matematiksel modellerimizi geliştirdikçe bilginin her bir tür kodlamaya nasıl dönüştürülebileceğini keşfedeceğiz. Bu tür dönüşümler kanımca yaşayan her şeyin, insanların ve toplumların birbirleriyle nasıl bağlantısallık içinde olduğunu anlayabilmemiz için büyük önem arz ediyor.

Toplumlar, tarihin başından beri birbirleri ile etkileşim içinde olsa da bugünkü bağlantısallık düzeyi daha önce hiç görülmemiş boyutlardadır. Bu bağlantısallık yalnızca yeni kültüre, sosyal ve siyasi uygulamalara yol açmakla kalmayıp bilim insanlarının da benzeri görülmemiş düzeyde işbirliği yapmasını sağlamaktadır. Bahsi geçen İKP ve İBP gibi büyük ölçekli araştırma projeleri bunun yalnızca iki örneğidir. Giderek büyüyen boyutlardaki büyük veri setleri giderek karmaşıklaşan algoritmalarla analiz edilmekte, bilişsel bilişim araçlarına daha da fazla iş düşmektedir.

Dolayısıyla bugün, yeni bir etik anlayışa ihtiyaç vardır. Bu anlayış, temelini ortam, ilişkiler, bağımlılık ve bağlantısallık üzerine kurmuş yeni bir sosyal teoriye dayalı olmalı, bilişsel bilişim, yapay zekâ gibi alanlarda yapılan çalışmalarda yönlendirici rol oynamalıdır. İklim değişikliği ve eşitsizlik gibi tüm dünyayı etkileyen sorunlar ancak bu bağlamda çözüme kavuşturulabilir. Bilişsel bilişim ve yapay zekâ teknolojileri alanında çalışanların toplumlar ve olgular arasındaki bağlantısallığın nedensellik boyutu konusunda farkındalık sahibi olup, farklı alanlardan araştırmacılarla işbirliği içinde çalışmaları sağlanarak emeklerinin sonuçlarını öngörmeye gayret etmeleri sağlanmalıdır. Tabii ki büyük verinin etik kullanımı, sorumluluk ve politikaların bilimsel ilerlemenin hızına yetişmeleri gibi konularda zorluklar çıkacaktır; ama ne de olsa insanlık yüzyıllardır bu tür sorunların farklı versiyonlarıyla zaten uğraşmıştır.

Son söz olarak; nasıl ki beynin, sığırcık sürülerinin, genlerin ve epigenetik etkilerin, sosyal bulaşmanın (*social contagion*) vb olguların karmaşıklığını aydınlatmaya başlıyorsak, bilişsel bilişim ile network ve sistem bilimlerindeki gelişmeler sayesinde bir gün tüm yaşamın ve canlıların arasındaki bağlantısallığı da matematiksel olarak modellemeyi başaracağız. Evrendeki her şeyi birbiriyle

ilişkilendiren bir bağlantısallık olduğu düşüncesi bazılarına başta biraz uçuk gelse de, maddesel düzeyde her şeyin arasında birlik ve bağlantısallık olduğu fikri tarih boyunca pek çok filozof, şair ve din tarafından dile getirilmiştir. Bugün bize düşen, her alandan bilim insanının, ister doğa bilimleri ister bilişsel bilişim ister sosyal bilimlerden olsun, en büyük küme olan yaşama nasıl etki ettiği konusunda kafa yormasıdır.

Tablo 1

BİLİMDE 'ESASIN' DEĞİŞİMİ: "YAPITAŞLARINDAN, BAĞLANTISALLIĞA"	
BACON, DESCARTES, NEWTON (1600+)	LANİAKEA, EPİGENETİK. NÖROZİHİN (1905+)
GERÇEKLİK BİRBİRİNDEN AYRI ÖLÇÜLEBİLİR PARÇALARDAN OLUŞAN BİR TOPLAM, BİR MAKİNADIR.	GERÇEKLİK BİRBİRİNDEN AYRILMAZ İLİŞKİLERDEN OLUŞAN BİR AĞDIR. PARÇALARIN OLUŞTURDUĞU BÜTÜN PARÇALARIN TOPLAMINDAN FAZLADIR.
DETERMİNİZM	OLASILIK
DİYALEKTİK	BAĞLANTISAL BÜTÜNLÜK
KARTEZYEN DÜŞÜNCE	BAĞLANTISALLIK, AĞSAL DÜŞÜNCE
BEDEN-ZİHİN-BİLİNÇ AYRILIĞI	BEDEN. ZİHİN. BİLİNÇ BÜTÜNLÜĞÜ
TERMODİNAMİĞİN 2. YASASI ISAAC NEWTON (1687) SADI CARNOT (1824) JAMES JOULE (1843)	KENDİNİ YARATMA (AUTOPOIESIS) YASASI HUMBERTO MATURANA & FRANCISCO VARELA (1971) ILYA PRIGOGINE (1977 NOBEL: 1992)
BİLİMSEL GÖZLEMLER NESNEL GÖZLEMLEYENDEN BAĞIMSIZDIR	BİLİMSEL GÖZLEMLER. GÖZLEMLEYENE VE BİLGİ EDİNME SÜRECİNE BAĞLIDIR.
AMAÇ BİLİME KONU OLAN SÜRECE YA DA NESNEYE 'SAHİP OLMAK, 'HAKİM' OLMAKTIR	AMAÇ BİLİME KONULAN SÜRECE DAHİL OLMAK, BİRLİKTE VAROLMAKTIR

6. İNSAN KONNEKTOM PROJESİ

Kadir Sümerkent, Prof. Dr. Türker Kılıç
Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Bahçeşehir Üniversitesi Tıp Fakültesi

"İnsan konnektom projesi bilinç başta olmak üzere insan beyni ile ilgili pek çok sorumuzu yanıtlama potansiyeline sahip."

Günümüzden 30 yıl öncesine kadar insanın var olan en karmaşık, en gelişmiş gen yapısına sahip olması gerektiği düşünülüyordu ve bu denli olağanüstü bir canlı olan insanın 2 milyar civarında gene sahip olduğu tahmin ediliyordu. Yapılan araştırmalar gen sa-

yımızın aslında bu denli yüksek olmayabileceğini ortaya koymaya başlayınca bu tahmin önce 1 milyona, sonra 100 bine düşürüldü. 2003 yılında ilk kez insana ait gen haritasının doğrulanmasıyla insanın sadece 22 bin gene sahip olduğu ortaya çıktı. Muzun 36 bin, eğreltiotunun ise 80 bin civarında gene sahip olması, bize genlerin sayısının değil, bağlantısallığının daha önemli olabileceğini düşündürdü.

Embriyonik evreden itibaren hızla dönüşen ve farklı süreçlerde kaybolan merkezi sinir sistemi hücrelerimiz nöronların sayısının, yetişkin ve sağlıklı bir insanda ortalama 100 milyar ($8.6x10^{10}$) civarında olduğunu uzun süredir biliyoruz. Bu bildiğimiz çoğu canlıya göre büyük bir rakam olmakla birlikte, örneğin Afrika fillerinde bu rakam $2.57x10^{11}$ yani insandan çok daha fazla. Genlerde olduğu gibi insanı insan yapan, gen veya nöronlarımızın sayısından ziyade, bunların birbirleriyle bağlantısallığı.

İnsan Konnektom Projesi, işte insan beynindeki bu bağlantısallığı, yani nöronlar arasındaki bağlantıların haritasını çıkararak, insan beyninin fonksiyonları ve davranışlarını anlamayı hedefleyen, uluslararası bir projedir.

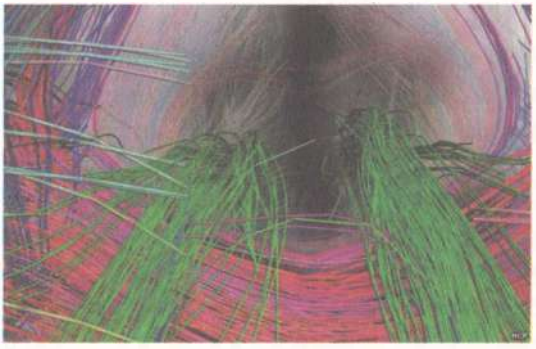
Nöroplastisite ile öğrendiğimiz, bu bağlantısallığın anlık olarak (mesela tam şu an, siz bu makaleyi okurken) değişim gösteriyor olması, İnsan Konnektom Projesi'nin aşması gereken en önemli engellerden biridir. Ancak bu projeyle elde edilecek bilgiler, insan beyninin yapısı, sağlıklı ve sağlıksız durumlardaki çalışma şekli ve sağlığı ile ilgili bildiklerimizi değiştirecek ve elbette geliştirecektir. Yine bu proje ile insan beyninin bağlantısallığı, bu bağlantısallığın insanın davranışlarına olan etkisi gibi insan beyninin doğasına yönelik bilgiler sağlamakla birlikte, genetik ve çevresel faktörlerin bu bağlantısallığa etkisini de anlamamızı sağlayacaktır. Bu bilgi, tahmin edebileceğiniz üzere nörolojik pek çok hastalığın tedavisi hatta önlenmesi noktasında büyük potansiyel taşımaktadır ancak tedavi konusuna yazımızın ilerleyen bölümlerinde ayrıca değineceğiz.

İnsan Konnektom Projesi Nedir?

İnsan konnektom projesinin ana amacı, sağlıklı insan beyninin anatomik ve fonksiyonel bağlantısallığına ilişkin bir harita oluşturmaktır. Proje kapsamında oluşturulan verinin, disleksi,

otizm, Alzheimer ve şizofreni başta olmak üzere pek çok hastalığın tedavisine katkı sağlayacağı düşünülüyor.

Bağlantısallık kavramını iki alt başlık halinde ele alıyoruz. Bunlardan ilki, beynin çeşitli bölgeleri arasındaki fiziksel bağlantısallığı tanımlamakta kullandığımız yapısal bağlantısallık, diğeri ise bir fonksiyonun ortaya çıkmasından sorumlu bölgeler arasındaki bağlantısallığı tanımlamakta kullandığımız, fonksiyonel bağlantısallıktır. İnsan beyninin bir fonksiyon oluşturması için bu fonksiyonda rol oynayan anatomik yapıların yapısal bağlantısallık ile bağlı olmasına gerek yoktur. Buradan hareketle, yapısal bağlantısallığın, her zaman bir fonksiyonal bağlantısallığı temsil etmediğini söyleyebiliriz. İnsan Konnektom Projesi, insan beynine ait yapısal bağlantısallıkla birlikte fonksiyonel bağlantısallığın da haritalandırılması projesidir.

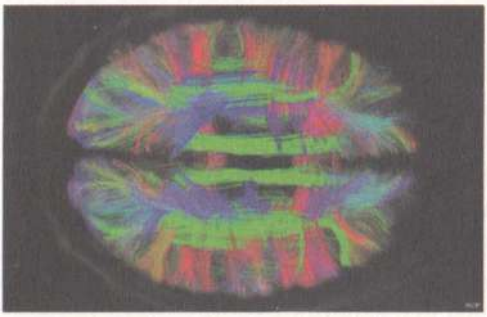


Altta yer alan kırmızı demet, sağ ve sol hemisferleri birbirine bağlayan *corpus callosum*'un bir kısmı. Kaynak: HCP.

İnsan Konnektom Projesi Neden Önemli?

Nöral veri beynin bölgeleri arasında beyaz madde üzerinden transfer edilir. Beyaz madde yollarında ortaya çıkan herhangi bir kesinti veya anomali çeşitli hastalık veya nörolojik semptomlara neden olabilir. Sağlıklı vakalarla yapılan çalışmalar sayesinde HCP araştırmacıları sağlıklı beyin bağlantılarının nasıl görünmesi gerektiğini anlamış, bu sayede nörolojik rahatsızlığı olan vakaların taramalarını sağlıklı vakalarınkiyle kıyaslayabilmişlerdir ve yapılan çalışmalarda, ciddi nörolojik vakalarda, beynin bağlantı kanallarında çeşitli anomaliler tespit edilmiştir. Elimizdeki veri-

ler doğrultusunda günümüzde nörolojik hastalıkların, nöronal bağlantıları nasıl etkilediğini anlayabiliyoruz.



Sağ ve sol hemisferlerdeki bağlantı kanalları. Kaynak: HCP.

HCP araştırmacıları, beyin bağlantısallığı ile insan davranışı arasındaki ilişkiyi anlamak için ilgili bir dizi temel işlevi tanımlayan motor, duyusal, bilişsel ve duygusal süreçlerin davranışsal ölçütlerini topluyor. Ek olarak, HCP araştırmacıları, zihinsel işlemin nörobiyolojik substratlarındaki bireysel farklılıklar ile hem fonksiyonel hem de yapısal bağlantı arasındaki ilişkileri tanımlamak için task-fMRI (tfMRI) adı verilen bir görüntüleme tekniğini kullanıyor.

İnsan Konnektom Projesi ile elde edilen bu veriler sayesinde beyindeki bağlantısallığın hafıza, kişisel kontrol ve karar verme gibi bilişsel işlevler arasındaki ilişkiyi anlamamızı sağlayacağını umuyoruz. Günümüzde benimsediğimiz hastalık yoktur, hasta vardır yaklaşımına paralel şekilde, bireysel bağlantı haritalamanın, pek çok nörolojik hastalığın tedavisinin yolunu açacağına inanıyoruz.

Proje sayesinde gelecekte otizm, disleksi, şizofreni ve benzeri rahatsızlıklarda nörologlar hastanın beyin bağlantılarını gözlemleyerek soruna neden olan noktaları tespit edebilecek ve kişiye özel terapi veya ilaç tedavisi planlayabilecekler.

Bugün bulunduğumuz nokta hedeflenene uzak olmakla birlikte, daha şimdiden pek çok hastalıkla beyin bağlantısallığı arasındaki artış, azalış ve kesintiler arasındaki ilişkiler tanımlanmaya başlamıştır. Örneğin Alzheimer vakalarında beyin bağlantısallığında

azalmaya eşlik eden hipokampüs değişimi tespit edilmiştir. Otizm vakalarında bağlantılarda önemli farklılaşmalara eşlik eden cerebellum ve thalamus değişimleri tespit edilmiştir. Bu hastalıklara ek olarak anksiyete, ADHD, depresyon, parkinson ve OCD hastalıklarında da bağlantısallıktaki değişim kalıpları belirlenmeye başlanmıştır.

Doğru Araçları mı Kullanıyoruz?

İnsan Konnektom Projesi'nin, medikal alanda çok önemli soruların cevaplanmasının anahtarı olduğuna inanmakla birlikte kendimize sorduğumuz ve tüm konnektom araştırmacılarının kendine sorması gerektiğini düşündüğümüz temel bir soru var: Elimizdeki araçlar, kullandığımız matematik, beynin son derece karmaşık bağlantısallığını tanımlamamız ve anlamamızı sağlamak için yeterli mi? Yoksa bu çok da bilgi sahibi olmadığımız evrende attığımız adımları daha verimli hale getirecek, yeni bir dile, yeni bir matematiğe mi ihtiyacımız var?

7. BEYİNDEKİ BAĞLANTISALLIKTAN, YAŞAMDAKİ BAĞLANTISALLIĞA; YENİ BİR BİLİM VE KÜLTÜR MANİFESTOSU: Corona Salgınından Ne Öğrendik[107]

İnsanlık aydınlanma ile birey oldu. Ulus-devlet ile yurttaş, sonra vergisini ödeyen vatandaş, neoliberal ekonomi ile global tüketici olmayı öğrendi.

Şimdi, bağlantısal bütünsellik bilimi ve ortaya çıkmakta olan kültürü ile de yaşamdaş olmayı öğrenecek.

Yaşamdaşlık, zihnin "yaprak" olmaktan çıkıp, "ormanın" bağlantısallığı içine yerleşmesi demek.

İnsanlık uzun süreden beri ilk kez hiç tanımadığı insanların enfekte olmaması için maske taktı. Enfekte olmamanın ilkeleri ile enfekte etmemenin ilkelerinin benzer olduğunu anladı. Bağlantısal bütünlük kültürünün ilk öğretisi "kendini geliştirmek istiyorsan işe yanındakini geliştirerek başla" ilkesidir. Virüs bize "kendin hastalanmak istemiyorsan önce yanındakini enfeksiyondan koru" pratiği ile bu ilkeyi öğretti.

---

107. Kılıç, T. (2020). Beyindeki bağlantısallıktan, yaşamdaki bağlantısallığa: Yeni bir bilim ve kültür manifestosu. *Herkese Bilim ve Teknoloji, 218*, 11-13.

BİR BEYİN-BİLİMCİ GÖZÜYLE KORONA MANİFESTOSU

"Sahip olmak" kültüründen "yaşamdaşlık" kültürüne dönüşümün kavşağı: Koronavirüs

Yaşam insanla yaşantı diliyle konuşur. Bilim bu dili anlar ve yaşantılardan eski doğruların üzerine eklemlenecek yeni "daha doğrular" keşfeder, felsefe de bu yaşantıları ve yeni "daha doğruları" anlamlandırır (Dinleri de olanı anlamlandırmaya çalışan felsefenin alanına yerleştiriyorum). Yaşamın enformasyondan oluşan bağlantısallık ağı insan zihninde felsefe ve bilimle modellenir ve varoluş ağının o alanı yine felsefe ve bilimle seçilen yaşantılar üzerinden "yaratılır".

Korona salgını sürecini bilimin yeni yöntemiyle, bağlantısal bütünsellikle anlayıp anlamlandırmaya çalışalım.

1. Yaşam, iç içe varolan bir enformasyon kodlamalarının bağlantısal bütünlüğüdür.

Covid-19 virüsü 30.000 çift nükleotidli küçük bir biyolojik enformasyon sistemidir. Tüm bilgi işleyen sistemler gibi kendini şekillendirir. Yaşam ağının bu küçücük parçası, sadece insan türünü hasta edecek bir yeni şekillenme göstererek, 30.000 çift nükleotidi ile kendisinin 100.000 katı büyüklüğündeki insan hücresi genomunu kendi varoluş ağı için kullanabilir hale geldi.

Virüsteki bu değişim, bir böceği öldüren ya da plastiği yok edebilen etki gösterseydi, belki hiç fark edilmeyecek ya da sevinçle karşılanacaktı. Ama bizim kendi türümüzü etkileyince lanetli bir pandemi halini aldı. Wuhan'daki kelebeğin kanat çırpışının New York'ta kasırga oluşturmasının meteorolojik şansından daha az olan bir gerçeklik ağı oluştu. Bugün itibariyle dünyada 4 milyon insanın enfeksiyonuna sebep olan virüsün toplam ağırlığı bir kelebeğin ağırlığı kadar bile değil. Enformasyonun kütlesi yoktur.

Yaşam ağı içinde ister virüs ister ekonomik kriz kodlarının yayılımı (2008 krizi), ister sosyal ağda bilginin yayılımı ya da hakikat sonrası dönemin algı oyunlarının dalgalanması ya da kanser hücresinin kanser dokusu haline gelirken damarlanma biçimi, merkezi otoritenin halkına maske ulaştırma ağı gibi etkileşim ve bilgi işleme gerektiren tüm "sistemler", nöronların bağlantısallığı

üzerinden düşünce ve zihin oluşturması matematiği ile modellenip anlaşılabilir.

2. Her bilgi işleyen sistem, zekâ (dönüşüm, yeniden oluşum, adaptasyon süreci) üretir.

Beyin dokusu, her an yeni bir bağlantısallık biçimi oluşturan, enformasyon işlemeye ve olası zihinsel modeller içinde birini seçerek onu varoluş ağına yeni bir yaşantı oluşturmaya yönelik olarak özelleşmiş bir organdır. Biz en etkin bilgi işleyen sistemin insan beyni olduğunu düşünüyorduk, oysa gördük ki en etkin bilgi işleyen sistem, yaşamın kendisi.

Covid-19 virüsünün kendisinin zaman içindeki biyolojik farklılaşması (mutasyonlar) ve bir kompleks sistem olarak salgının yayılımının, yaşam ağı içinde bu enformasyon ağlarının nasıl insan zihni ile öngörülmesi zor, hatta günümüz için imkansız olabileceğini yaşadık.

Her enformasyon işleyen sistemin er geç yeni bir farklılaşma göstereceğini 1972'den bu yana (Maturana ve Varela'dan beri) *autopoiesis* (özyaratım) adıyla biliyoruz.

Termodinamiğin ikinci yasasına aykırı olan bu durumun 1980'lerden beri (İlya Prigogine sonrası) biyolojik sistemler için geçerli olduğunu öğrenmiştik.

Beyin-bilim çalışmalarımızın ilk sonuçlardan biri, termodinamiğin ikinci yasasının, enformasyon işleyen sistemler için de geçerli olmadığı.

"Beyin nasıl düşünce üretiyor, zihin yaratıyor?" sorusunun yanıtı olabilecek modellemenin gerektirdiği yeni matematik, Descartes-Bacon-Newton biliminin yarattığı günümüz kültüründe "kaos" olarak tanımlanan karmaşıklığın ardındaki bağlantısallığı anlamamızı sağlamaya başladı. Artık yaşam ağının içinde olup biten her şey, Covid-19 salgını dahil, bağlantısal bütünsellik bilimsel yöntemi ile eskisinden daha yetkin biçimde yeni bir bakış açısıyla değerlendirilebilir.

3. Bilim, tümdengelim ve tümevarımdan sonra, "bağlantısal bütünsellik" yöntemiyle de gelişip dönüşme gerekliliğiyle tanıştı.

Bilimsel yöntem, belirsizlikle karşılaştığında, ki en büyük belirsizlik ölüm ve ölüm tehdidi dir, insan zihninin çare arayışının ilk çözüm sığınağıdır. Bu Covid-19 salgınında da böyle oldu. Ancak bu kez sorun, insanlık evinin içinde insanların bir paylaşamamazlık kavgası değildi (insanlık bu tür kendi-kendine karşı savaşlarda pek eğitimli ve mahirdir); bu kez insanlık ağının bağlantısallığı üzerinden ilerleyen, etkileme alanındaki bütünün tüm parçalarını eşit etkileyen (yanıtlar farklı olsa da) yeni bir yaşam kodlaması ile "mücadele" söz konusu oldu.

Bilim, insanlığın esas ait olduğu yerin, yaratmaya çalıştığı "insanlık evi" değil, yaşam ağı olduğunu fark etmekte. Anlaşılmakta ki "insanlık evi", insanı yaşamın merkezine koyan anlayış, işi zihin oluşturmak olan beyin dokusu içinde bir grup hücrenin (bu hiyerarşik olarak üstünlük atfettiğimiz nöronlar olabilir) yeni bir doku oluşturmasına benzer. Çoğunlukla bu dokuyu beynin biyolojik sistemi ortadan kaldırır, bu olamazsa bu kontrolsüz doku tümör adını alır ve içinde bulunduğu bütünlüğü sonlandırır.

Yani bilimin konusunun artık bütünün parçaları değil bütünü oluşturan parçaların önce birbirleriyle, daha önemlisi, bütünle etkileşim ağı olduğu anlaşıldı.

4. Her şey içinde bulunduğu ağ ile anlamlı.

İnsanlık uzun süreden beri ilk kez hiç tanımadığı insanların enfekte olmaması için maske taktı. Enfekte olmamanın ilkeleri ile enfekte etmemenin ilkelerinin benzer olduğunu anladı. Bağlantısal bütünlük kültürünün ilk öğretisi "kendini geliştirmek istiyorsan işe yanındakini geliştirerek başla" ilkesidir. Virüs bize "kendin hastalanmak istemiyorsan önce yanındakini enfeksiyondan koru" pratiği ile bu ilkeyi öğretti.

Yaşam-orman, insan-yaprak benzetme modeli üzerinden gidersek; kendisini yanındaki diğer "yapraktan" çok farklı, "ben" adını verdiği bir "varlık" olarak algılayan insanlık, yaşamın içindeki virüs denen enformasyonun "yapraklar" arasında ayrım yapmadığını ve kendi "iyiliğinin" yanındaki "yaprağın" iyiliğine "bağlı" olduğunu anladı.

Sonuçta salgın, dünyada bugün varolan tüm insanların kendi yaşam sürelerinde ilk kez karşılaşıp deneyimledikleri, yanındaki yaprağın ve topluca bulundukları ağacın "sorumluluğunu" üstlenip, (belki de farkında olmadan) yanındaki "yaprakların" iyiliğini isteyip, bunu için davranışlarda bulunmanın, gerekirse "fedakârlık" yapmanın öğrenildiği ilk kez evrensel anlamda deneyimlendiği bir "yaşam için iyilik ayini" yarattı.

5. Her şey içinde bulunduğu ağ ile anlamlı ve her etkileşim ağı da parçası olduğu bütünlük ile var

Son on yılda yoğunlaşan ve beyin-bilimin yeni bir döneme girip, bilimin belirsizlik denizindeki bu yıllardaki buzkıran gemilerinden olmasını sağlayan beyin araştırmalarının ilk dönemlerinde, en yetkin bilgi işleme sisteminin beyin dokusu ve "tabii ki" insan beyni olduğunu düşünüyorduk.

İlk öğrendiğimiz, zihnin "yaşam gerçekliğinin enformasyon modellemesinin" nöronların bağlantısallığının sonucu oluştuğu ve *connectome*=nörozihin adını verdiğimiz bu modellemenin bir matematiğinin keşfi idi. Sonraki aşamada enformasyonun ve bilginin işlenmesinin, (yapıtaşının atom olduğunu sandığımız) yaşamın varoluş esası olduğunu anlamaya başladık.

Artık biliyoruz ki en yetkin bilgi işleme sistemi beyin değil yaşamın kendisi.

Yaşam sonsuz sayı ve farklılıkta enformasyon kodlamalarının iç içe var olduğu, hep dönüşen bütününden oluşuyor. Farklı kodlama özelliklerine sahip paradigmaların bilgi işleme bağlantısallıkları, her enformasyon işleyen sistemin er geç zekâ üretmesi (*autopoiesis*=özyaratım) ilkesi gereği sürekli dönüşüm, değişim halindedir.

Yaşam bütünlüğü açısından, onu oluşturan bağlantısallıkların hiyerarşik ayrımı yoktur. Yaşam dediğimiz enformasyon ağlarının bütünlüğü açısından, onu oluşturan bilgi sistemlerinin örüntüleri arasında önem farkı bilginin doğası gereği yoktur. Yaşamın karşısında, balinayla selvi ağacının, insanla arıkuşunun, salyangozla kirpinin arasındaki fark önem farkı değil, bilgi sistemlerinin etkileşimde olduğu ağ içerisindeki bağlantısallık niteliği ve niceliğindedir.

Yaşamı temsil eden bir bahçeniz ve bir de tembel, elinden iş çıkmayan bir bahçıvanınız olduğunu düşünün. O bahçedeki kös-

tebek, o tembel bahçıvandan, o bahçedeki ekosistem için daha önemli olabilir.

6. Yaşamdaşlık

İnsanlık aydınlanma ile birey oldu. Ulus-devlet ile yurttaş, sonra vergisini ödeyen vatandaş, neoliberal ekonomi ile global tüketici olmayı öğrendi.

Şimdi, bağlantısal bütünsellik bilimi ve ortaya çıkmakta olan kültürü ile de yaşamdaş olmayı öğrenecek.

Yaşamdaşlık, zihnin "yaprak" olmaktan çıkıp, "ormanın" bağlantısallığı içine yerleşmesi demek.

Bu uygarlığımızın yetmezlik noktasının özetlendiği, "yaşam insan için var, yaşam benim için var" kendiliğinden kabullenişinin, "insan yaşamın bir parçası olarak ve onun için var, ben de bu yaşam ağı için varım" anlayışına geçişi demek. Orman-yaprak metaforu ile anlatırsak; "yaprağın", ormanın kendisi için var olduğu zannından kurtularak, kendisinin "orman" için olduğu gerçekliğini anlaması demek.

Covid-19 pandemisi insanlığın yaşamdaşlık antremanıydı. Bu egzersiz elbette son olmayacak, insan öğrenen bir canlıdır ama kolay öğrenen, hele alışkanlık dediğimiz bilgi akış kodlarını kolay değiştiren bir canlı değildir. Ancak yaşam da en sabırlı ve etkili öğretmendir, çünkü zaman insan için aktığından çok farklı biçimde akar yaşam için.

İnsan zihinleri için yıllara, bu zihinlerin hayat verdiği kurumlar, kültür ve devlet yapıları için on-yıllara yayılan bir değişim yaşanacak ve insanlık yaşam ağının parçası olduğunu, yaşamın merkezinde olmadığını önce anlayacak sonra bunu yaşamaya başlayacak ve ardından bu yeni kültürün kurumlarını oluşturacak.

* Aynen maskesini yanındakini hastalandırmamak için takmayı, (yüzyılların biriken kirinden arındıramadığı) ellerini, virüs sayesinde nasıl yıkamayı öğrendi ise;
* her akşam ölüm sayısını öğrenip TV kanallarında "boğazında tüp, yoğun bakım tavanına bakmak, evde yakınlarınla birlikte olup sıkılmaktan çok daha kötüdür" diyenleri dinledikçe,
* hep kutsadığı "özgür iradesinin" ancak yaşam ağında etkin olan o virüs denen küçücük bilgi ile sınırlanmasını kabullendi ise;

* nasıl bir haftada yıllardır yapılamayan uzaktan ve kişiselleştirilebilecek eğitim reformu gerçekleştiyse ve ekonomik piyasalar yeniden yapılandıysa;
* toplum içinde bilim insanları ve sağlıkçıların yeri nasıl birkaç günde yeniden konumlandı ise,
* ekonomik bağı sağlayan (eskiden görmediğimiz) kargo çalışanları ile, emeği ile üretime can verenlerin önemi anlaşıldı ise;
* Papa'nın St. Peter meydanındaki tarihteki ilk seyircisiz vaazını, tüm dini mabetlerin kapanmasını ortak akıl "yeni normal" olarak karşıladıysa,
* yaşamdaşlık dönüşümü de önce zihinleri, sonra bilimi ve kültürü, ardından ekonomiyi, hukuku, devlet anlayışını ve kurumlarını değiştirecek.

Yaşam, bu değişimi kolaylıkla yapabileceğini bu pandemi ile gösterdi.

Uygarlığımız da dönüşecek

Aydınlanma ile tümdengelim üzerine eklemlenen deneycilik, yani tümevarım ile bilimsel bir devrim oluşturup "kabullenişin ve sebep-sonuçsuz düşüncenin' yerine insanı ve aklını koydu ve bugünkü insanlığın yaratabildiği bu en üst düzey uygarlığımız ortaya çıktı.

Her uygarlık gibi içinde bulunduğumuz ve muhteşem zannettiğimiz uygarlığımızın da elbette bir dönüşüme ihtiyacı var. Nasıl tümdengelime, tümevarımın eklemlenmesiyle Rönesans ve Reform ortaya çıktı ise, varolan bilimsel yönteme bağlantısal bütünsellik bilimsel yönteminin eklenmesi, "deneycilikle aydınlanmış birey"den, yaşam ağı içinde varlık bulan "yaşamdaş"a dönüşümü sağlayacak.

Minnet, sevgi ve saygı duyduğum ancak dönüşüm zamanlarına denk geldiğimiz uygarlığımızın yarattığı hakim neoliberal düzenin tüketici vatandaşı, yaşamdaş haline geldikçe kutsadığı değerler olan "ben" için sahip olmak, çalışkan olmak ve zeki olmak özellikleri, "yaşam" için iyi olmak, meraklı olmak ve yaratıcı olmak ile özellikleri ile eklemlenecek.

Ben için sahip olmak, yaşam için iyi oldukça insanın yaşamı zenginleşecek. Teknolojik dönüşümü bir kenara koyun, esas içerikte eğitim değişecek.

Varolan üstün olma eğitimi, yerini iyilik eğitimine bırakacak.

İnsanın hakkını yaşama karşı koruyan hukuk sistemi, yaşamın hakkını insana karşı koruyacak.

Varolan, merkezi güce bağımlı ekonomik modeller yerini hiyerarşik yapının olmadığı kararın "enformasyon ağı" tarafından verildiği, bitcoin gibi ilkel işaretlerini gördüğümüz ağsal ekonomik yapılara bırakacak.

Ancak belki de en önemli değişim ölümün anlamlandırılmasında yaşanacak. Varolan uygarlığımızda, insanlığın zihin yeri olan "yaprağın" sararıp düşmesi o yaprağın sonu olarak olumsuzluk ile karşılanırken, yaşamdaşlık uygarlığında zihnin konumlanacağı "orman" açısından sonbaharda yaprağın sararıp düşmesi, varoluşun doğallığı içinde algılanacak. Çünkü artık biliyoruz ki binayı vareden, onu oluşturan tuğlalar değil, onları biraraya getiren bağlantısallıktır.

Yaşam dediğimiz bu eşsiz öğretmen için, dünyamız için, doğanın ekolojik devamlılığı için, insan türünün önemi arı türü kadar bile değil.

Corona salgınından öğrendiğimiz bir diğer sonuç da şu oldu: tabiat insansız çok mutlu. Yani insanlık, yaşamdaşlığı öğrenemez ise, yaşam denen öğretmenin yeni "egzersizleri" ile karşılaşacak; bunlar yine yaşam bağlantısallığı içinde, aynı matematik ile varlık bulacak yeni ekonomik krizler, ekolojik yıkımlar, iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkabilecek açlık, sadece arıları etkileyecek bir başka virüs "pandemisi" ile doğanın yaşanamayacak bir hale gelmesi, vb.

İnsanlık önümüzdeki on ya da yüzyıllarda kendini yok edip soyunu tüketmez ise, bizi 20 milyar galaksi (belki de daha fazla) ile paylaşacağımız şahane bir yaşam bekliyor.

Yani yaşamdaşlık er geç öğrenilecek.

Yaşamdaşlık Kültürünün Yaratılmasında Merakın, Bilimin ve Akademinin Yeri

Yaşamdaşlık kültürü, bağlantısal bütünsellik yöntemini bilen ve mesleğinde uygulayan bilim insanlarından çok, bu bilimsel

yöntemi yaşam üslubu olarak da içselleştirmiş; yaşamdaşlığı öncelikle kendisi yaşayan zihin önderleri ve bu düşünce önderlerinin kurumsallaştıracağı akademiler gerektirir.

Yaşamdaş bilim insanı ve akademisinin özellikleri şunlar olabilir:
a. *Dönüştürmek değil, dönüşmeyi göstermek.*
b. *Yaşam sevincinin, bilmek ve anlamaktan doğacağını bilmek ve yaşamak:*

Hakikat-sonrası denilen dönemin temel insan modelinde, içten içe varolan (yaşamın sonsuz çeşitliliği karşısındaki) yetmezlik duygusu ve kederi, hep bayır yukarı çıkıyormuş hissini, her zaman bir düşmana ya da kaybedene duyulan ihtiyacı, "doğru olarak sunulan şeylerin aslında gerçek olmaması" labirentini aşacak zihin durumunun, "bilmek ve anlamaktan doğan sevinci" yaşamayı öğrenmiş insan olacağını, bunun da yaşamdaşlık ile kültürleşeceğini düşünüyorum.

c. Bilimci değil, bilim-insanı olmak

"Bilimci" sözcüğünü, gerçekten bilimi bir yaşam üslubu olarak benimsemeden, toplumun ya da siyasetin bilime atfettiği olumlamalardan yararlanmak için bilim insanı olamadan, "-mış gibilikle" çevresindekileri sonra da kendisini yanıltan-aldatan kişilerden bahsediyorum. Bilim insanı "imiş" gibi davranıp yaşayan "bilimciler" bilimsel statü "pazarlar".

Bağlantısal bütünsellik bilimsel yöntemi baştan bu tür bir "bilimci ruhban sınıfı" reddeder. Yaşam için bilimin en önemli freni, "ben ya da (en fazla) biz için bilimcilik' ötesine geçemeyen bilimcilerdir. Yaşamdaşlık kültürünün bilim insanı ile bilimcinin en önemli farkı, bilimcinin "her olanı bir şeye göre" ötekileştirmesi, kendisini önkabul olarak iyiye koyarak, "iyiden önce kötüye" odaklanmasıdır; bağlantısal bütünselliğin bilim insanı için yaşam ağı içinde öteki yoktur, tek öteki bilinmeyendir ve zaten o da bilimin konusudur.

d. Mutlak doğrunun olmadığını bilerek, söylediklerimizin de daha doğrusunun bir gün söyleneceğini ve o günün de her gün olabileceğini anlamanın getirdiği alçakgönüllülükten ayrılmamak.
e. Merkeze "Ben'i" değil, "Biz'i" değil, hatta "insanlığı" da değil;

"yaşamı" koyan bir bilim, insan ve yaşam anlayışına sahip akademi yaratmak, böyle bir devlet modeli yaratmak kadar zor.

f. Merak, İyilik, Yaratıcılık.

Yaşamdaşlığın en önemli özelliğinin merak olduğunu düşünüyorum. Merak yaşamın gerçeklik ağının zihinde modellenmesi becerisi ve sürecidir. Yaşam, insanla yaşantılar aracılığı ile etkileşir. Merak etme arzusu yaşantılar üzerinden yaşamla sürekli bir etkileşim isteği, süreci, içerisinde olmaktır.

Merak, bilmek ve anlamaktan doğan yaşama sevincinin temel arzusudur ve yaşamdaş bilim insanının zihninin cansuyu meraktır.

* * *

Korona sonrası dönemde, insanlığın birkaç ay içinde, hele karşılaşacağı ekonomik sıkıntıların da etkisi ile yaşadıklarının anlamını ve alması gereken dersleri bu "beyin-bilimci gözüyle korona manifestosunda" yazdım.

Dilerim, Covid-19 salgını deneyimi, insanlığın artık kendisine ve yaşama karşı bir nitelik almaya başlayan günümüz "sahip olma uygarlığından", yaşamı merkeze koyan "yaşamdaşlık" bilim ve kültürüne doğru evrilmesini sağlayıcı küresel eğitim süreci olarak tarihteki yerini alır.

8. 40'LI YAŞLARDAN İTİBAREN ERKEĞİN BEYİN SAĞLIĞI[108]

40'lı Yaşlardan İtibaren Erkeğin Beyin Sağlığı konusunda düşünmeyi dört bölüme ayırdım:

1. Kırklı yaşlar
2. Beynin cinsiyeti
3. Beyin-bilim ve değişen "beyin" anlayışı
4. Kırklı yaşlarda beyin sağlığı

108. Prof. Kılıç'ın, Prof. Dr. Murat Binbay'ın "40+ Erkeği" adıyla 2020'de Yayınağacı tarafından yayımlanacak kitabı için yazdığı bölümden adapte edilmiştir. (y.h.n.)

1. Kırklı Yaşlar

Kırkların yaşamın en güzel yaşları olduğuna inananlardanım. Derler ki insan üç kez doğar; ilkinde annesinden, yirmilerinde seçimlerinden ve kırklarında hatalarından.

Elli yaşıma girdiğimde öğrencilerime "50 yılda hayattan ne öğrendim?" konuşması hazırlayıp sunduğumda fark ettim ki 70-80 yaşların konuşmaları çok var ama 50 yaş konuşması yok.[109] Belki 50 yaşındaki insanlar daha yaşayacaklarını kabul ediyor, gelecekte yaşanacak bu uzun yıllarla ilgili tahminlerde bulunmak istemiyorlar. Özellikle 40'lı yaşlarda gözler hep ufukta.

Cerrahlar için de kırklı yaşlar önemli bir dönemdir. Aykut Erbengi Hocam, "Cerrah ilk on yıl ameliyat yapmayı öğrenir, ikinci on yıl kimi ameliyat edeceğini öğrenir, üçüncü on yıl ise kimi ameliyat etmeyeceğini öğrenir" derdi. İşte bu üçüncü cerrahi on yıl 40'lı yaşlarla başlar.

2. Beynin Cinsiyeti

Kadın ve erkek beyinlerinin farklı olduklarına dair yaygın bir kabulleniş vardır. Bu kabulleniş doğrultusunda, yöntem olarak incelenen bütünü ("insan"ı) parçalara (cinsiyetlere) ayırıp parçaların farklılıkları üzerinden analiz yapan Bacon-Descartes-Newton bilimsel yöntemi, bütün-parça ilişkisini de göz ardı ederek, beynin cinsiyetinin olduğunu öne sürer ve "insan beynini", kadın beyni ve erkek beyni diye ikiye ayırır. *Hipotezi bu paradigmaya göre kurguladığınızda sonuçlarınız da bu hipotezi destekler nitelikte olur.* Ben de bu kültürün bir üyesi olarak bu kabullenişteydim, aşağıda değineceğim beyin-bilim gelişmelerini yaşayıncaya kadar.

Meslek yaşantısında yaklaşık 20 binden fazla beyni bizzat görmüş bir kişi olarak sadece beyinden o kişinin cinsiyetini anlayamam. Mikroskop altındaki beyin dokusunun da incelenmesi sonucunda da cinsiyet ayrımı yapılamaz. Genetik analiz X ve Y kromozomları tayiniyle ancak bunu yapar, ama bu sadece karaciğer, mide ya da dalağın erkekliği ya da kadınlığı kadar önemli bir cinsiyet tayinidir.

Beyin, yalın biyolojik organ olarak, muhtemelen kadın ya da erkek beyni diye farklılık göstermiyor. Beyni yarattığı zihin ile

109. BAU TIP. (2016, Ekim 9). 50 Yılda Yaşamdan Ne Öğrendim? Prof. Dr. Türker Kılıç [Video]. *YouTube*. https://www.youtube.com/watch?v=tbb6-K6BdTw.

karıştıran ya da ayıramayan bilimsel yöntem nedeniyle bu hatayı yapıyor olabiliriz.

Beynin yarattığı nörozihin (=*connectome*)[110] bağlantısallık yapısında bir cinsiyet farklılığı vardır ancak bu insan olmanın ortak bütünlüğünün içinde silikleşebilecek, kültürün önemsediği ve yüklediği kadar keskin bir farklılıktır.[111] Beynin bağlantısallık ağının kodladığı bir üst enformasyon paradigması olarak nörozihin (=*connectome*) esas olarak epigenetik yani kültürel faktörler ile belirlenir. Örneğin, öğretmenlik eğitimi almış bir erkeğin nörozihninin müzisyen bir erkek nörozihni ya da öğretmenlik eğitimi almış bir kadın meslektaşının nörozihni ile karşılaştırıldığında; hemcinsi olan müzisyenden daha çok benzer eğitimi aldığı kadın meslektaşının nörozihnine benzeyeceği bağlantısallık biliminin sonucudur.

3. Beyin-Bilim ve Değişen 'Beyin' Anlayışı

Beyni, bedenin fizyolojik dengesini sağlayan organ olarak tanımlayıp 'beyin nedir?' sorusuna biyolojik paradigma içinde yanıt aradığımızda biyolojik mekanizmalar üzerinden giden çok yanıt var. Bu genetik-biyolojik temelli bağlantısallık ağı, Bacon-Descartes-Newton kültürünün çocukları olan bizler için anlaşılması görece kolay olan, netlik hissi veren anlayış katmanı. Bu katmanda, "Beynin yaşlanmasını nasıl önleriz? Hipertansiyon beyin kanamasına yol açar mı? Kolesterol yüksekliği ileri yaşlarda zekâyı olumsuz etkiler mi? Beslenme yöntemlerinin hangisi beyni genç tutar?" gibi sorular ve yanıtları var. Bu alan fizyoloji, moleküler biyoloji ve genetiğin esas tutulduğu, sorulara verilen yanıtların deterministik ilkelere göre verildiği; tümdengelim ve tümevarım bilimsel yöntemlerinin esas alındığı kavramların çizdiği bir harita çiziyor.

Diğer yandan özellikle son 5 yılda beyin-bilim alanındaki gelişmeler beynin, bedenin homeostasis=fizyolojik denge halini sağlayan organ olmanın ötesinde zihin yaratan bir organ olduğu tanımını oluşturdu. Beynin enformasyon işleyen bağlantısallık yapısının ve özellikle bu ağsal yapının matematiği anlaşıldı.

110. Sporns. (2010), *a.g.e.*
111. Rippon, G. (2019) *The gendered brain: The new neuroscience that shatters the myth of the female brain.* The Bodley Head.

Beyin-bilimciler olarak 2010'lu yılların başlangıcında, 100 milyar nöron ve 100 trilyon bağlantısallık (sinaps) yapısı ile en etkin bilgi işleyen sistemin beyin olduğunu düşünüyorduk. Oysa bağlantısal bütünsellik adını verdiğimiz bilim yöntemi nörobilim alanının önderliğinde geliştikçe ve bu yöntem, yaşamın bağlantısal yapısına uygulanabilir hale gelip sonuçlar alındıkça en etkin bilgi işleme sisteminin insan beyni değil, yaşamın kendisi olduğunu anladık. Yani beyin, varlığın yaşam ağının bağlantısallığı içerisinde "varoluşunu" sağlayan zihni oluşturarak, yaşantı yaratma sürecinin, yaşamın bağlantısallığıyla entegrasyon sürecinin bilgi işleme organı olarak tanımlanır oldu.

Burada iki tür "beyin sağlığından" bahsetmek zorunluluğu doğuyor. Bacon-Descartes-Newton Biliminin oluşturduğu, günümüz dünya uygarlığını esasta yaratan kültürünün "biyolojik nitelikli beyin" sağlığı kavramı ile Bağlantısal Bütünsellik Biliminin (*Connectome*-Laniakea-Epigenetik) oluşturduğu ve yakın geleceğin olası kültür seçeneklerinden-değişimlerinden biri olacağı görülen "Yaşamdaşlık Kültürünün" "*bilgi işleyen ağsal yapılı bir sistem olarak beyin*" *sağlığı* farklı nitelikler taşıyor.

Varolan uygarlığımız insanlığın yaratabildiği en üst düzey nitelikleri taşır. Ben, insanın yaşam süresini neredeyse 30-40'lardan 80'li yaşlara ulaştıran, 7,5 milyar insanı dünyamız üzerinde besleyebilip yaşayabilmesini sağlayan "Bacon-Descartes-Newton" kültürünün sonucu olarak var olan günümüzün yorgun uygarlığına takdirle ve şükranla bakıyorum. Ancak "yaşamın insan için" olduğu kabullenişi üzerine inşa edilen, "birlikte var olmayı değil de sahip olmayı" hedefleyen uygarlığımızın, dönüşüme gerek duyduğunu, en sabırlı öğretmen olan "yaşam"ın yeni korona virüs salgını ile bize bunu anlatmaya çalıştığını düşünüyorum.[4]

"Sahip olmak" uygarlığının dönüşüm dönemiyle kesişen ömürlerimizde, 40'lı yaşlılar, gelecekte yaşayacağımız yaşam biçimleri konusunda seçimler yapacak. Bu seçeneklerden biri bağlantısal bütünsellik bilimsel yönteminin kültürel sonucu olabilecek, "yaşamdaşlık"tır.

Yaşamdaşlık anlayışında yaşam insan için değil, insan yaşam içindir ve yaşam hiyerarşik yapı içermeyen, iç içe var olan kodlama sistemlerinden oluşur. Yaşamın yapıtaşı atom değil enformasyondur ve yaşamın bütünlüğünü oluşturan enformasyon işleyen

sistemler hep yeni ağlar oluşturarak yeni bilgi örüntüleri yani 'zekâ' oluştururlar. Beyinde plastisite adını verdiğimiz bu yeni nörozihin ağları oluşumunun genetik düzeydeki adı mutasyon, genel anlamıyla enformatik terminolojide de *autopoiesis*'tir. *(özyaratım)*

4. Kırklı Yaşlarda Beyin ve Nörozihin (*Connectome*) Sağlığı

Kırklı yaşlarda beyin sağlığını bilimsel yöntemdeki değişiklikler doğrultusunda ana hatları ile iki kümeye ayıralım:

(a) Biyolojik organ olarak bedenin fizyolojik dengesini sağlayan bu organik yapının genetik, anatomik, fizyolojik, biyolojik hastalıkları,
(b) Beynin yaşantı üretebilme becerisindeki hastalıklar.

Aslında nörozihin, biyolojik anlamda beyni de kapsar. Hastalık tanımını da burada yeniden gözden geçirmek gerek. Bağlantısallık bilimine göre hastalık yaşantı üretememe ya da yaşamın akışına uyumlu yaşantı üretememe durumu olarak tarif edilmeli. Sözgelimi 2-3 yaşında, çevresiyle iletişimi sorunlu bir çocukta sorun biyolojik nitelikte, beynin işitme sinirindeki yapısal bir hastalık olabilir, işitmenin sinir yolları sağlam ama otizm gibi bir bağlantısallık hastalığı olabilir ya da ailedeki şiddetli sorunlara karşı çocuğun geliştirdiği bir savunma olabilir. Birinci ilk gruba, diğerleri ikinci gruba örnektir.

Yaşamın akışına uyumlu varoluşu üretememe, beynin yapısal bir sorununa bağlı olabilir. Örneğin bir anevrizma kanaması sonrasında gelişen beyin dokusu yıkımına bağlı konuşma yetisinin sözgelimi yaklaşık 100 kelimeye sınırlanması bozukluğu ve bunun sonucunda oluşan yaşantı oluşturma engeli daha kolay anlaşılır. Ama içinde bulunulan kültür ağında çoğu zaman kişinin ya da onun adına başkalarının yaptığı yanlış seçimlerin sonucunda sözcük dağarcığının 100 kelimeyle sınırlı kalması da nörozihnin bir bağlantısallık hastalığı olarak kabul edilmelidir. Sebepleri çok farklı da olsa konnektomun yapısal niteliği açısından benzer "enformasyon işleme hastalıkları" olarak düşünülebilirler.

İşte daha çok yaşam dediğimiz enformasyon ağı içindeki varoluş seçimlerine bağlı "nörozihin=*connectome* sağlığı" 40 yaşın, belki de, yaşam kalitesini belirleyen en önemli sağlık alanıdır. Ne

demiştik "insan üç kez doğar: İlkinde annesinden, yirmilerinde seçimlerinden ve kırklarında hatalarından". Bunu düzeltelim, çünkü kırklı yaşlarda çağdaş insan artık daha çok kendi seçimlerini yapabilir hale gelmiştir: "İnsan üç kez doğar: İlkinde annesinden (genetik), yirmilerinde kültürün kendisi için yaptığı seçimlerden (epigenetik) ve kırklarında kendisinin yaptığı seçimlerden (bağlantısal bütünsellik içinde varoluş)".

Bacon-Descartes-Newton kültürünün kırk yaş insanı çoğu zaman yaşam kalitesini artıracak yöntemleri, daha bilinir olarak gözüken biyolojik anlamdaki beyin dokusu sağlığında arar. Oysa yanıt beyin dokusu sağlığından ziyade, enformasyon işleyen bir sistem olarak yaşam ağının içinde var olup yaşantı üreten zihin bağlantısallığında olabilir. Beyin sağlığı için, beynin erken yaşlanmasını önlemek için öneri isteyenler mesela, "Covid-19'a karşı kelle-paça" ya da "zeki kalmak istiyorsanız omega-3" tarzında hazır reçete arayışında olabilirler, çünkü neo-liberal kapitalist ekonominin global tüketicileri olarak "sahip olma" isteğimizi körükleyenlerin "aydınlattığı" yerde arayıştayız. (Bağlantısal bütünsellik bilimsel yöntemi ve onun geliştirmekte olduğu yaşamdaşlık kültürü belki bize yanıtları nerede arayacağımızı gösterebilir.)

(...)

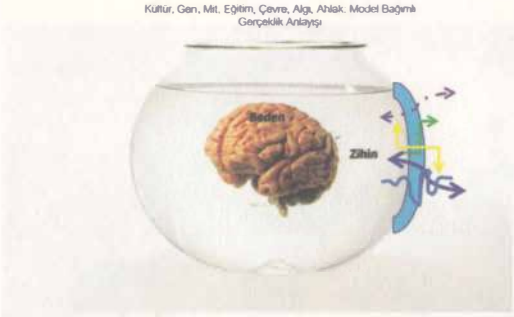
Kırklı yaşlar ve sonrasının tatminkar geçebilmesinin nasıl mümkün olabileceğini bir nörobilimci gözüyle sunmaya ve sizleri bağlantısal bütünsellik bilimini ve yaşamdaşlık kültürünü seçmeniz için beyin ve nörozihin sağlığı üzerinden ikna etmeye çalıştım.

İnsanlık aydınlanma ile "birey" olmayı, ulus devlet ile "yurttaş" olmayı, sonra vergi ödeyen "vatandaş" olmayı, neoliberal kapitalizm ile "global tüketici" olmayı öğrendi. Uygarlığımızın geldiği kavşak döneminde de seçeneklerden biri "yaşamdaş" olmayı öğrenmesi.

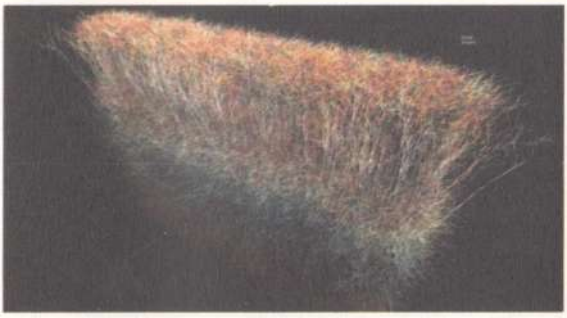
Yaşamdaşlığın; merak, iyilik ve yaratıcılık üçlüsü üzerinden Spinoza'nın anlamak ve bilmek sevincine uzanan akıcılığının; dönüşmek zorunda olan uygarlığımızın, sahip olmak için çok çalışkan ve çok zeki olmak düsturunun üzerine eklemlenmesini dilerim.

Şekiller*

Şekil 1. Dış dünya gerçekliğinin bir enformasyon ve ilişkiler ağı şeklinde, zihin dediğimiz enformasyon modellemesi ile oluşturduğu bütünlük.

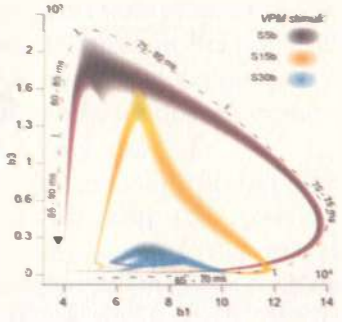


Şekil 2. Markram'ın ilk kez canlı bir hayvanda (fare) ve sadece 31.000 nöronda, düşüncenin-karar verme modellemesinin videosundan bir görüntü.

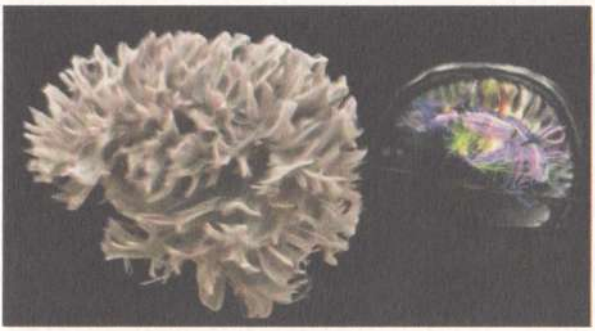


* Şekillere, videolara ve daha fazlasına www.baglantisallikveyasamdaslik.com adresinden, YouTube'daki konferans sunumlarından ulaşabilirsiniz.

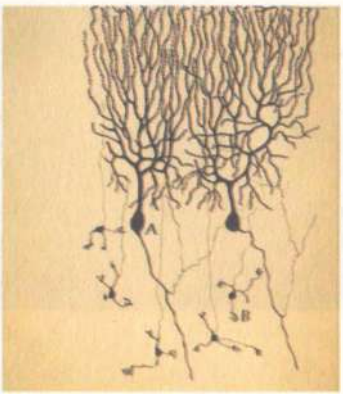
Şekil 3. Farede 31.000 nöronda düşüncenin-karar verme modellemesinin matematik modellemesi.



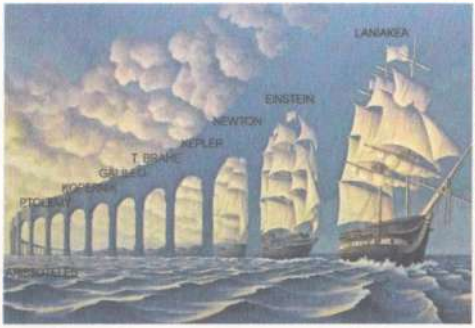
Şekil 4. Connectome/nörozihin.



Şekil 5. Beyindeki sinirler - Yapay sinir ağları.



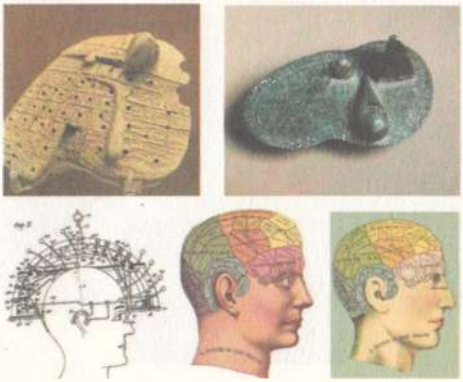
Şekil 6. Bilimde paradigmaların değiştiği bazı önemli aşamalar.



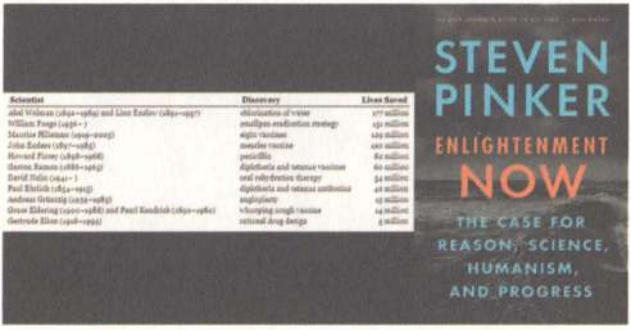
Şekil 7. Doğanın belirsizliğinin dogmalarla açıklanması – Karaciğer "okuma".



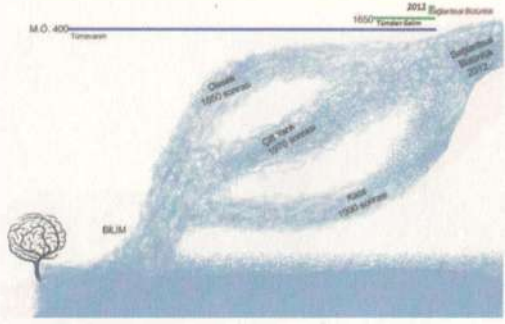
Şekil 8. Doğanın belirsizliğinin dogmalarla açıklanması – Karaciğer "okuma", Frenoloji.



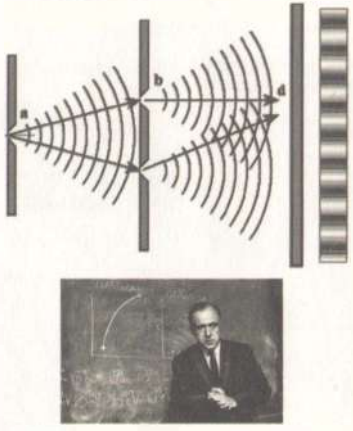
Şekil 9. *Enlightenment Now*, Steven Pinker.



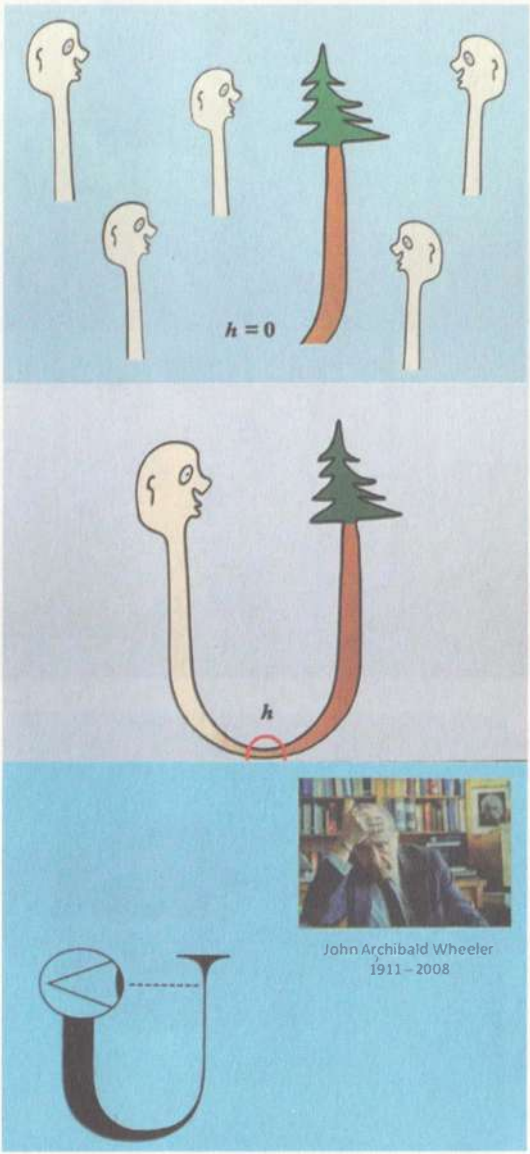
Şekil 10. Tümevarım-Tümdengelim-Bağlantısal Bütünlük.



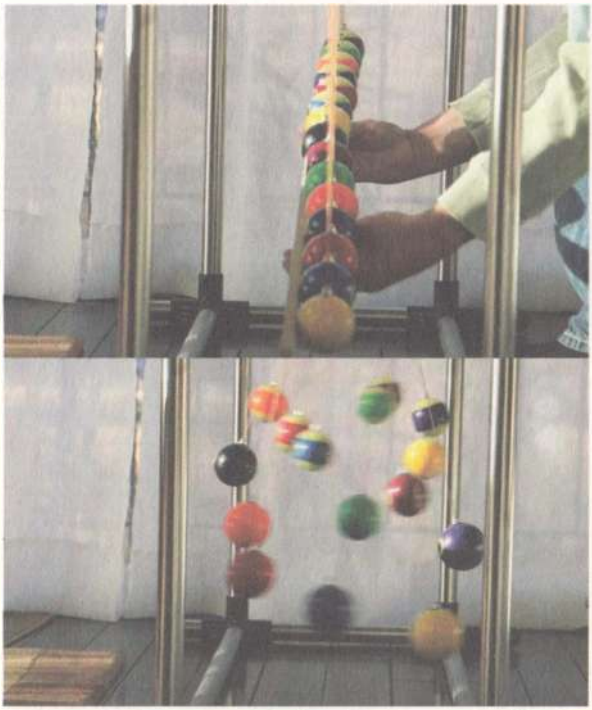
Şekil 11. Çift-yarık deneyi.



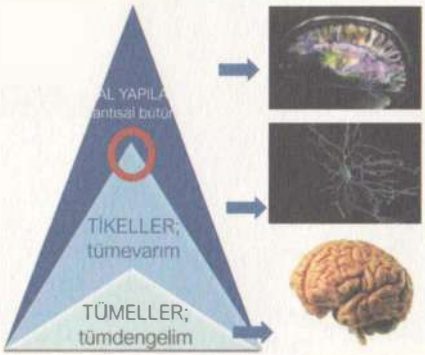
Şekil 12-14. Wheeler'ın kendi çizimleri: gözlemlenen-gözlemleyen arasındaki bağlantı.



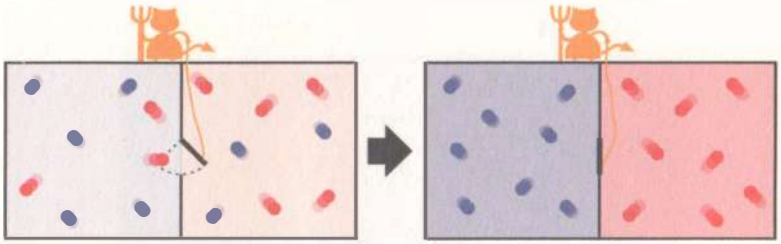
Şekil 15-16. 15 ayrı renkteki sarkacın aynı anda salınımı.



Şekil 17. Tümdengelim'in üzerine tümevarım, bunların da üzerine eklemlenen bağlantısal bütünsellik bilimsel yöntemi



Şekil 18. Bilgi–enerji dönüşümü.



Maxwell bu yasayı sınamak için, aralarındaki kapı hariç birbirlerinden tamamen yalıtılmış olan A ve B odaları kurgular. Bu odaların ikisi de aynı çeşit gazla doldurulmuştur ve gazın sıcaklığı her iki odada da aynıdır. Termodinamiğin ikinci yasasına göre, aradaki kapıyı istediğimiz kadar açıp kapayalım, eşit sıcaklıktaki odalar arasında bir ısı akışı olmayacaktır.
Maxwell, kapının başında duran akıllı bir "şeytan" hayal eder. Bu şeytan, her iki taraftaki gaz moleküllerini de gözlemleyebilmektedir. A odasından kapıya doğru ortalamadan yüksek bir hızla gelen bir molekül gördüğünde, kapıyı açarak onun B odasına geçmesini sağlar. Benzer şekilde, B odasında ortalamadan düşük hızla hareket eden moleküllerin de tek tek A odasına geçmesini sağlar. Böylece, zaman içinde B odasının içindeki moleküllerin ortalama hızı artarken, A odasındakilerin ortalama hızı azalmaktadır. Ortalama hız da sıcaklık demek olduğundan, B odasının sıcaklığı artmakta, A odasının sıcaklığı düşmektedir ve bu da ikinci termodinamik yasasının açık bir ihlalidir. (Vikipedi)

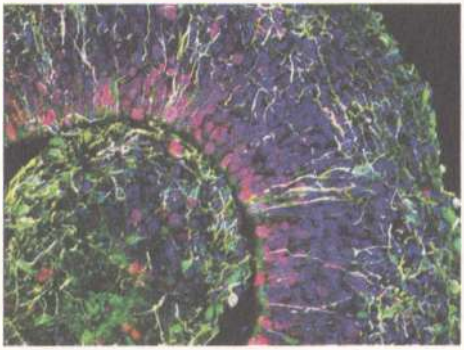
Şekil 19. Sadece 300 nöronun anlık oluşturduğu örüntüler.



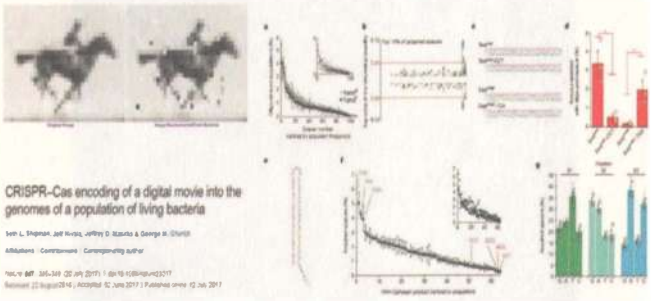
Şekil 20. Alice ve Bob.



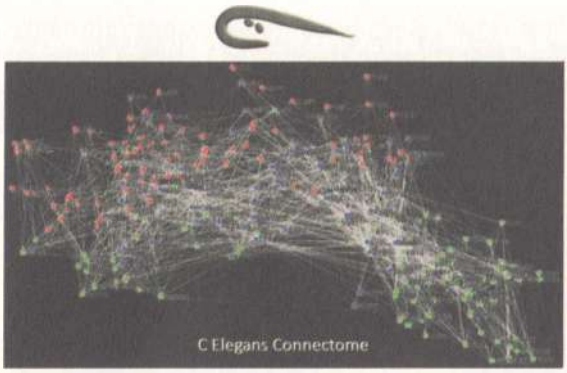
Şekil 21. "Mini beyin"lerden gelen EEG sinyali.



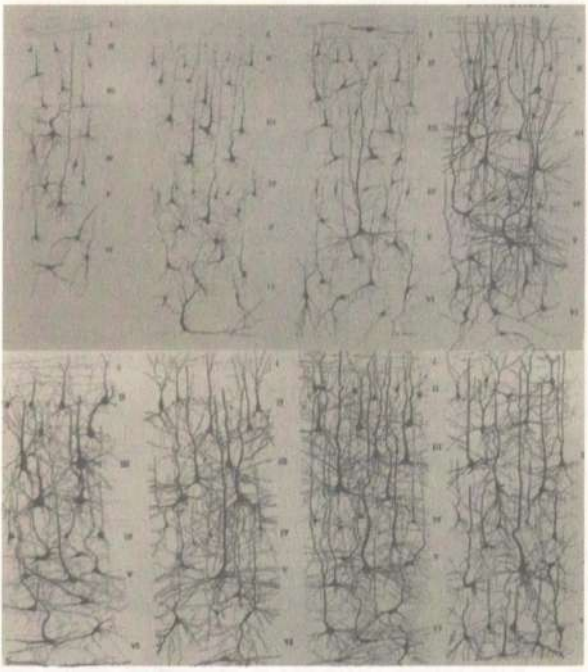
Şekil 22. Koşan at GIF'i.



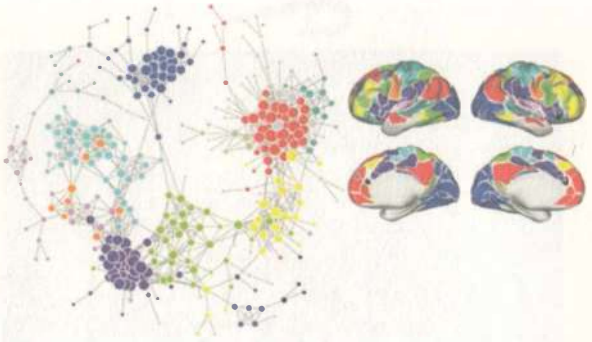
Şekil 23. C. Elegans deney solucanı 302 nörona sahiptir.



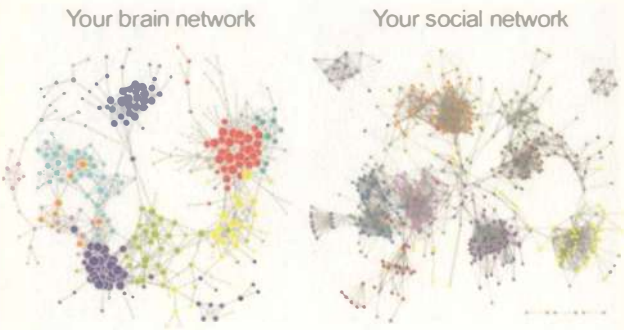
Şekil 24-25. Merak ettikçe oluşan ağlar.



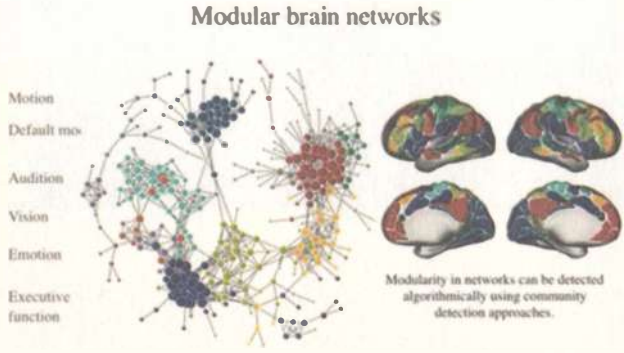
Şekil 26. Beynin ağsal yapısı.



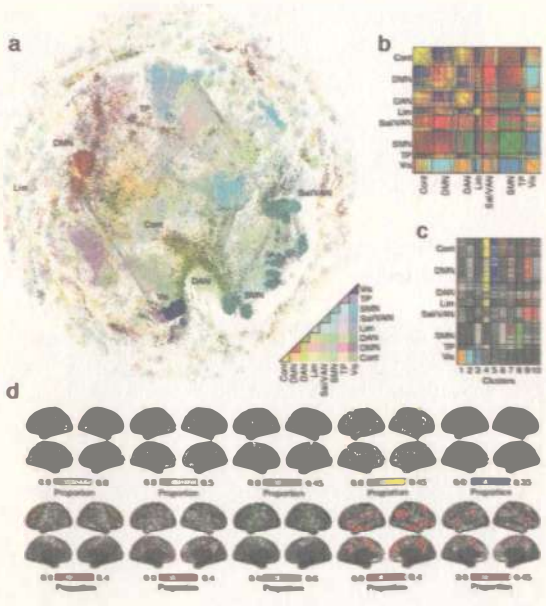
Şekil 27. Beynin ağsal yapısı.



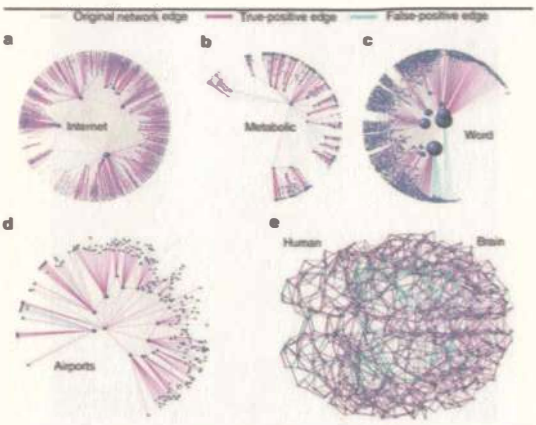
Şekil 28. Beyin ağlarının modüler özelliği topluluk arama yaklaşımları ile algoritmik olarak bulunabilmektedir.



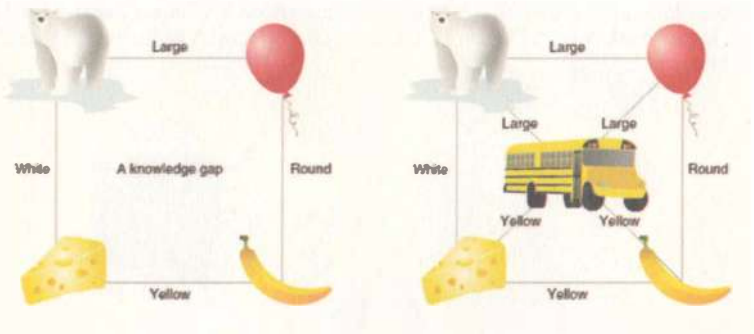
Şekil 29. Beyin sistemleri içindeki ve arasındaki edge gruplarının çeşitliliği ve farklılığı.
https://doi.org/10.1101/2020.05.05.067777. Youngheun Jo[1], Farnaz Zamani Esfahlani[1], Joshua Faskowitz[1,2], Evgeny J. Chumin[1,3], Olaf Sporns[1–4], ve Richard F. Betzel[1–4], (5 Mayıs 2020).



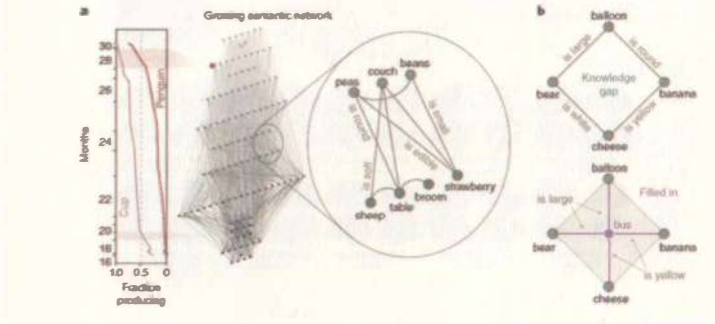
Şekil 30. Farklı ağ yapıları, *node* ve *edge*'ler:
(a-İnternet, b-Metabolizma, c-Kelime bilgisi, d-Havalimanları, e-İnsan beyni).



Şekil 31. Çocuklarda sözcük öğrenme süreci.



Şekil 32. Nisan 2016 tarihli *Nature* yazısı: "Natural speech reveals the semantic maps that tile human cortex".



Şekil 33. Michelangelo'nun Davud'u ve Bernini'nin Davud'u.



Şekil 34. 1640'larda Amsterdam.



Şekil 35. Davud ve Kral Saul tablosu.



Şekil 36. British Museum'daki Rembrandt'ın Rumi tablosu.



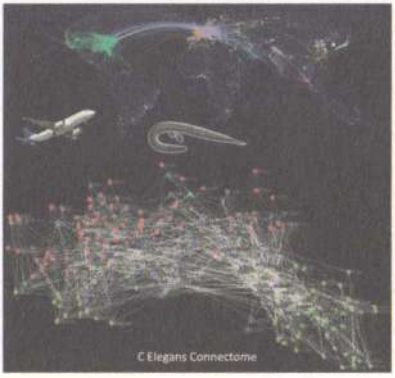
Şekil 37. 1670'ler.



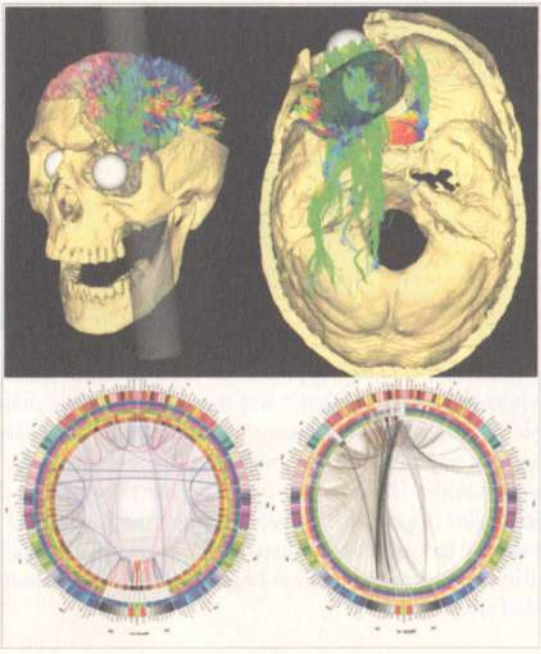
Şekil 38. Spinoza'nın mezar taşı.



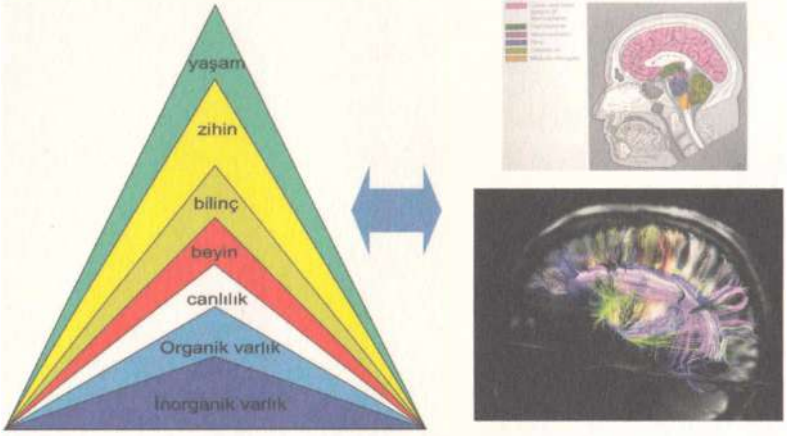
Şekil 39. Nöron ile zihin arasındaki ilişkiyi -tek bir nöronu tek bir uçağa benzetirsek- uçak ile havayolu şirketi arasındaki ilişkiye benzetebiliriz.



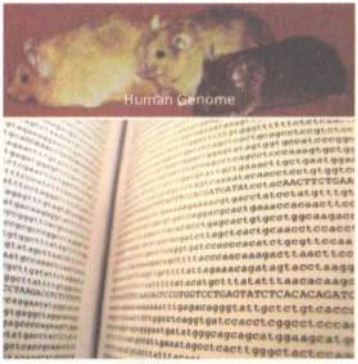
Şekil 40. Görme açısından negatiflik, müzik alanındaki beceri için pozitif hale dönüşebilir.

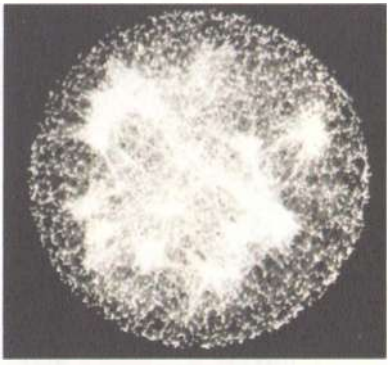


Şekil 41. Yaşam dediğimiz enformasyon iç içe var olan enformasyon katmanlarının en altında inorganik evren var.



Şekil 42. Epigenetik.





Sol üst köşede gösterilen 3 kobay, aynı genom yapısına sahip ancak epigenetik etkiler nedeniyle farklılaşmış canlılardır. Sağ üst şekilde ise bira mayasının genlerinin birbiriyle kurduğu bağlantısallık ağı görünmektedir. Yani aslında canlıyı farklılaştıran genetik yapının (sol alt) kodlanma diziliminden çok, birbirleriyle yaptıkları bağlantılardır. Genlerin her birini beynin nöronları ya da havayolu şirketinin uçakları gibi düşünürsek epigenetik (=gen bağlantısallık) haritası ile, beyin 'connectome' ve havayolunun ise uçuş hatlarını gösteren haritaları arasında benzeşim kurulabilir. Epigenetik, genlerin bağlantısallıklarını anlamaya çalışan ve hızla gelişen bilim alanıdır.

Referanslar*

* Dipnotlarda bulunan referansların tam listesi ve çok daha fazlası için bkz.: www.baglantisallikveyasamdaslik.com

Dizin

A
ağ 19, 20, 44, 56, 71, 72, 74, 76, 81, 82, 83, 96, 98, 104, 106, 109, 110, 111, 112, 118, 124, 155, 156
Anatomi 72
Aristo 34, 42, 60
Autopoiesis 37

B
Bağlantısal Bütünsellik 15, 17, 19, 30, 37, 127, 128, 164
bağlantısallık 25, 29, 30, 37, 41, 43, 47, 48, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 91, 92, 93, 96, 98, 99, 102, 111, 112, 114, 118, 119, 127, 128, 139, 140, 141, 145, 147, 148, 150, 153, 154, 156, 163, 164, 165
Bayesian 22, 26, 27, 31, 56, 75
Berraklaştırma 123
beyin-zihin arayüzü 19
Big Data 20, 25
bilimsel yöntem 18, 30, 35, 41, 46, 63, 66, 163
Bilimsel yöntem 63, 76, 81, 155
bilinç 18, 60, 92, 97, 98, 102, 103, 106, 111, 112, 118, 119, 127, 129, 148
Bilinç 97, 117, 118, 139

C
Cajal 31, 112
C. elegans 51, 118, 139
Conatus 78
connectome 18, 19, 21, 47, 55, 58, 66, 82, 91, 92, 93, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 114, 117, 118, 119, 120, 128, 129, 130, 134, 156, 163, 165
Csikszentmihalyi 42, 69

D
Damasio 71, 75
Descartes 25, 31, 35, 42, 49, 50, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 101, 102, 104, 126, 154, 162, 163, 164, 166
düşünce 17, 20, 27, 28, 32, 34, 37, 38, 40, 46, 47, 48, 53, 56, 60, 67, 71, 74, 75, 76, 77, 80, 85, 92, 112, 114, 129, 144, 154, 160

E
eğitim 27, 66, 70, 84, 87, 94, 96, 100, 120, 158, 159, 161
epigenetik 18, 29, 93, 141, 142, 147, 163, 166

G
genom 18, 28, 29, 94, 146
Gerçeklik Sonrası Dönem 104

H-İ
hezarfen 65, 66, 75
hezarfenlik 64, 65
Huygens 72, 73, 74, 75
İnsan Beyin Projesi 19, 112, 113
İnsan Konnektom Projesi 19, 24, 112, 148, 149, 150

K
konnektom 19, 21, 32, 55, 70, 71, 73, 74, 107, 138, 140, 147, 148, 149, 150, 151, 152
Koronavirüs 32, 81, 153
kültür 18, 28, 30, 32, 35, 47, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 70, 74, 76, 79, 83, 99, 103, 104, 112, 119, 141, 152, 157, 164, 165

L
Laniakea 18, 32, 91, 93, 94, 95, 102, 104, 127, 128, 130, 141, 164
Leeuwenhoek 73, 74
Leibniz 26, 74, 75, 77

M
merak 32, 39, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 76, 78, 86, 161, 166
Mevlana 42, 71, 72, 73, 74, 105
MRI 18, 20, 21, 24, 25, 26, 46, 109, 110, 112
N
network 19, 58, 106, 112, 114, 145, 147
Newton 25, 26, 31, 35, 39, 42, 49, 50, 74, 75, 76, 79, 80, 91, 93, 101, 102, 104, 126, 128, 130, 154, 162, 163, 164, 166
nörobilim 15, 17, 20, 46, 51, 76, 78, 113, 164
nöron 21, 31, 44, 51, 74, 92, 97, 98, 99, 112, 114, 118, 121, 129, 138, 164
nörozihin 21, 47, 55, 58, 66, 70, 71, 73, 82, 92, 93, 96, 97, 99, 100, 105, 114, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 129, 130, 138, 156, 163, 165, 166

O-Ö
Optogenetik 121, 122
özyaratım 27, 38, 43, 44, 46, 47, 49, 51, 52, 60, 67, 69, 80, 82, 101, 144, 154, 156

P
Phi 102, 127
plastisite 60, 119, 165
Prigogine 49, 80, 101, 126, 144, 154
S
Schrödinger 28, 38, 48, 54, 143
sinaps 164
Spinoza 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 105, 166

T-U
Tononi 65, 102, 127, 134
uygarlık 35, 41, 74, 76, 79, 84, 158

Y
yapay zeka 15, 18, 25, 44, 50, 51, 52, 53, 77, 102, 127, 140, 144, 147
Yaratıcılık 42, 86, 99, 118, 119, 161

yaşam 16, 17, 20, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 45, 48, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 90, 93, 95, 97, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 112, 117, 118, 119, 120, 125, 126, 127, 130, 141, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166
yaşamdaş 61, 83, 84, 87, 152, 157, 158, 161
Yaşamdaşlık 79

Z

zeka 25, 27, 38, 44, 45, 52, 80, 82, 98, 99, 102, 105, 118, 126, 127, 138, 144, 147, 154, 156, 165
zihin 17, 18, 19, 20, 25, 27, 28, 29, 31, 36, 41, 42, 46, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 75, 76, 77, 80, 81, 85, 86, 90, 91, 92, 93, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 111, 112, 113, 114, 117, 118, 119, 120, 126, 128, 129, 154, 155, 159, 160, 162, 163, 166, 180

Türker Kılıç, bana göre bir "kozmos cerrahı" ve bu ifade herhangi bir anlamda metafor içermiyor! "Beyin" [mucizevi ama asla mucize değil!] bu dünyanın özel bir eseri ve onu üreten gerçekliğin bütün izlerini kendinde saklıyor ve sürekli yeniliyor. Yazar -bizim beyin dediğimiz- bu eserle öylesine hemhâl olmuş ki izleri titizce sürüyor ve karşımıza çıkan eşsiz tablonun bize nasıl bir yaşam tarzı fısıldadığını anlatıyor. Bilgi, beceri, sezgi ve bilgelik elbirliği yapmış! Sahiden önemli bir kitap

Prof. Dr. Çetin Balanuye (Ekim 2020)

Beyni düşünmek ve yazmak, beyin cerrahisi kadar zordur; o inanılmazlık, içinde kaybolma, düşünceleri bilime bağlayamama riskini taşır. Türker'in bunu yapabilme ihtimali var, başından beri beyin bilimi, beyin cerrahisi ile birlikte başarıyla yürüttü.

Prof. Dr. Yücel Kanpolat (Aralık 2014)

Türker'i öğrenciliğinden beri tanırım. Çok iyi bir öğrenciydi, çok iyi bir cerrah oldu, çok iyi bir bilim insanı oldu, çok iyi bir eğitimci oldu. Bugün öğrendiklerimden anlıyorum ki iyi bir bilim anlatıcısı da olacak. Düşünceme göre bir bilim insanı için, en önemli H-indeks'i öğrencisinin yaptıkları; Türker'in yaptıklarında benim de payım var ve bununla övünüyorum.

Prof. Dr. Tunçalp Özgen (Şubat 2019)

Bilim "bağlantısallık" kavramıyla, evrene ve doğaya ve insana yeni bir bakışla yaklaşıyor, kendi başına bir dünya olduğunu sanan insanlığın önüne de "yaşamdaşlık" kültürünü koyuyor. Yeni bilime göre, en yetkin bilgi işleme sistemi insan beyni değil yaşamın kendisi; biyolojik ve fiziksel her varlık muazzam bir bağlantısallık içinde var. Kâinatın bir parçasıyız, bir ağacın ve yaprağın. Tüm toplumu ve dünyayı esir alan 5 mikron ölçeğinde bir virüs bile, insanın nereye ait olduğunu, insan – virüs arasındaki ilişkiyi bilince çıkartıyor. Her gün elinde tuttuğu, iyileştirmeye ve anlamaya çalıştığı insan beyni, Prof. Dr. Türker Kılıç'ı, yeni bilimin Konnektom ve Yaşamdaşlık kavramının okyanusuna attı. Kılıç, uluslararası ve ulusal konferansları ve yazılarıyla, konunun evrensel ve önde gelen uzmanlarından oldu. Ve başta gençler olmak üzere hepimiz için Yaşamdaşlık'ı popüler bilim kitabına dönüştürmesi dileklerimizi sonunda gerçekleştirdi. Çok özgün bir ilk kitapla karşı karşıyayız. Bu sihirli kavramın, her şeyini yeniden tartıştığımız küresel düzenin insani, ekonomik ve toplumsal olarak nasıl yeniden yapılanması gerektiği üzerine tartışmalara da ışık tutması dileğimizle...

Orhan Bursalı (Kasım 2020)



AYRINTI • BİLİM
ISBN: 978-605-314-504-2
9 786053 145042

KDV'den muaftır. 32 ₺