

SARKAC.ORG YAZILARINDAN BİR SEÇKİ
(Mart 2017-Ekim2018)

Bilim Akademisi Yayınları
Sertifika No: 43898

Editör: Defne Üçer Şaylan
Son okuma: Cumhur Öztürk
Kapak Tasarımı: Kadir Erten
Uygulama: Erkan Armutçu

Mayıs 2019

ISBN: 978-605-69401-1-8

Sarkac.org’da yayınlanan yazılar aksi belirtilmediği sürece Creative Commons Alıntı-GayriTicari-Türetilemez 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



Berdan Matbaası - Sadık Daşdöğen
Davutpaşa Cad. Güven İş Merkezi
C. Blok No: 215/216 Topkapı/İst
Cep: 0532 3770301

Bilim Akademisi Yayınları
Hasfırın cad. Sinan Paşa İş Merkezi, Kat 4.
Tel: (0212) 227 07 99
www.bilimakademisi.org

İÇİNDEKİLER

Önsöz	9
GİRİŞ: Popüler Bilim Neden Önemli? Osman Bahadır	11
Bilim Felsefesi Ve Tarihi	13
Bilim Nedir? Ali Alpar	13
Teori Nedir? Ali Alpar	13
Bilim Din ile Çelişir mi? Ali Alpar	15
Bilim Tarihi Nedir? Neden Önemlidir? Osman Bahadır	17
Copernicus'un Zenginliği Osman Bahadır	18
İnsan Anatomisinin Kâşifi: Vesalius Osman Bahadır	20
Mikro Dünyaya Açılan Pencere: Micrographia Osman Bahadır	22
Harvey ve Kan Dolaşımının Keşfi Osman Bahadır	24
Jüpiter'in Uyduları Dünyayı Nasıl Değiştirdi? Osman Bahadır	26
Çığır Açan Kitap: Kimyanın Temelleri Osman Bahadır	28
Neptün'ün Matematikle Keşfi Osman Bahadır	31
Evrin Kuramında Esin Kaynağı İki Kitap Osman Bahadır	32
Bilimsel Keşifler ve Rastlantı Osman Bahadır	34
Ahengin Büyük Hanımı Emmy Noether Ali Alpar	36
Kadın Özgürlüğü ve Bilim Osman Bahadır	37
Kuantum Kuramı Üzerine Türkçe İlk Kitap Osman Bahadır	40
İki Albert'in "Michelson ve Einstein" Çifte "Karşılaşmaları" Ömür Akyüz	42
"Hezarfen/Polymath" Nedir? Son Hezarfen Kimdir? Ersin Yurtsever	44
Matematik	47
Gerçeğe Dönüşen Rüya: Matematik Köyü Ayhan Dil	47
Erdős Sayısı Nedir? Ersin Yurtsever	50
Doğum Günü Problemi Ersin Yurtsever	51
Milli Piyango Yılbaşı Çekilişi Kazanma Olasılıkları Defne Üçer Şaylan	53
Matematiğin En Şık Denklemi! Ersin Yurtsever	56
Dünya'nın Çevresine Bir İp Saralım Ersin Yurtsever	55
Oyun Teorisi ve Thaler'in Tahmin Oyunu Ersin Yurtsever	56
Karşınızda Pi = 3,1415926535... Ayhan Dil	58
Beyin/Psikoloji	65
Thatcher İlüzyonu: Mars Yüzeyinde Gerçekten İnsan Yüzü Var mı? Albert Ali Salah	65
Analitik Düşüncenin Sosyopolitik Görüşlerle İlişkisi Adil Sarıbay	66
Toplumsal olayları ne derece hatırlıyoruz? Sezin Öner, Sami Gülgöz	68
Fizik-Kimya-Astronomi	71
Yıldız Nedir? Ali Alpar	71
Gezegen Nedir? Yıldız Olamayanlara Ne Olur? Ali Alpar	71
Yıldız Evrimi Nedir? Eski Yıldızlara Ne Olur? Ali Alpar	73
Beyaz Cüce Nedir? Ali Alpar	74
Nötron Yıldızı Nedir? Ali Alpar	77
Su Nedir? Yaşam İçin Neden Önemlidir? Canan Atılğan	79
Mars'taki Suyun Keşfi Sinan Özeren	81
Bir Yıldız Kaydı: Stephen W. Hawking Rahmi Güven	82
Schrödinger'in Kedisi Zafer Gedik	85

Polimer Nedir? Canan Atılğan.....	86
Slime Nedir? Canan Atılğan.....	87
Bungee Kordonu Nedir? Canan Atılğan.....	88
Adrenalin Nedir? Canan Atılğan.....	89
Grafen Nedir? Canan Atılğan.....	90
Yapay Organ Yapımındaki Gelişmeler: Yarı Canlı-Yapay Zekâ Mümkün mü? Nesrin Hasırcı.....	91

Yaşam Bilimleri-Sağlık 94

Homeopati Ürünleri İlaç mıdır? Kemal Türker.....	94
Cep Telefonları Kansere Neden Oluyor mu? Şevket Ruacan.....	96
Evrin Üzerine Ali Alpar.....	99
Zeytinyağı Neden Sağlıklı? Zeynep Delen Nircan.....	104
Zeytinyağında Boynuz Kulağı Geçiyor Zeynep Delen Nircan.....	106
Zeytinyağının Tadını Almak Zeynep Delen Nircan.....	107
Kan Grubu Nedir? Canan Atılğan.....	110
Katarakt Nedir? Canan Atılğan.....	111
Sivilce Nedir? Canan Atılğan.....	112
İnsan Embriyolarında CRISPR ile Gen Mutasyonlarının Düzeltilmesi Tamer Önder.....	113

Yer Bilimleri 115

Anadolu'da Neden Sık Sık Deprem Oluyor? Deprem Türkiye'nin Kaderi mi? Yücel Yılmaz.....	115
Bir Kent Depreme Nasıl Hazırlanır? Naci Görür.....	116
Türkiye'nin Doğal Hazinesi: Bor Cahit Helvacı.....	117

Sosyal Bilimler 121

Türkiye Nüfusunun 2000 Yıllık Kısa Tarihi Şevket Pamuk.....	121
Anayasalar Hakkında Bir Not Ersin Kalaycıoğlu.....	124
Özgürlük ve Anomie (Kuralsızlık) Üzerine Ersin Kalaycıoğlu.....	134
Karşılaştırmalı Verilerle Türkiye'de Kadın-Erkek Eşitsizliği Ayşe Buğra.....	138
Halep İstanbul Hattı: Göçmenler, Mülteciler ve Sosyokültürel Ağlar Ayhan Kaya.....	140
Türkiye Göçmen Olarak Kimi Tercih Ediyor? Ali Berker.....	145
Avrupa Birliği'nde Merkeze Yaklaşan Sağ Popülizm Ayhan Kaya.....	151

Teknoloji - Bilişim 157

Nanoteknoloji Nedir? Canan Atılğan.....	157
Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Üzerine Hakan Ürey, Kaan Akşit.....	157
Yapay Zekâ ve Hukuk Cem Say.....	162
Mahremiyet, Sosyal Medya, Demokrasi ve Cambridge Analytica Erkan Savaş.....	166
Açık Susam Açıl, Wikipedia Ethem Alpaydın.....	168

Ekonomi 170

Faiz Nedir? Kamil Yılmaz.....	170
Bilişim Devrimi Işığında Kripto Para Mehmet İnhan.....	172
Bitcoin ve Diğer Kripto Paraların Geleceği Var mı? Şevket Pamuk.....	190
Türkiye'de Enflasyon Üzerine Kamil Yılmaz.....	191

Nobel Ödülleri 200

2017 Nobel Tıp Ödülü: İlimizdeki Biyolojik Saatin İşleyişi Halil Kavaklı.....	200
2017 Nobel Fizik Ödülü: Kütleçekimi Dalgaları Ali Alpar.....	202

2017 Nobel Kimya Ödülü: Hayatın Resmini Dondurmak (cryo-mikroskopi) Mehmet Ali Gülgün	204
2017 Nobel Ekonomi Ödülü: Richard Thaler ve Davranışsal İktisada Katkıları Refet Gürkaynak	206
2018 Nobel Tıp Ödülü: Kanser Tedavisinde Bağışıklık Sistemi Tolga Sütü, Dicle Güç	209
2018 Nobel Fizik Ödülü: Lazer Fiziğinde Devrimsel İki Buluş Alphan Sennaroğlu	212
2018 Nobel Kimya Ödülü: Laboratuvarında Moleküler Evrim Urartu Şeker	214
2018 Nobel Ekonomi Ödülü: Geniş Perspektifli İktisat Modelleri Erinc Yeldan	216
Robert P. Langlands ve Matematiğin Büyük Birleşik Teorisi K. İlhan İkedâ	220

Araştırma-Üniversite **222**

Türkiye'nin Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikası İ. Semih Akçomak	222
Bilim Akademileri Üzerine Şevket Pamuk	225
Goodhart Yasası ve Akademideki Ölçütlerin Ölçebilirliği Üzerine Ersin Yurtsever	227
Üniversite / Lise Giriş Sınavları ve Campbell Yasası Ersin Yurtsever	228
Bilimsel Yayınlar Nasıl Değerlendirilmeli?-San Francisco Bildirisi Ersin Yurtsever	230
Akademik Yayınlardaki Sinsi Yozlaşma Defne Üçer Şaylan	231
Ülkemize En Uygun Doçentlik Sistemi (var mı?) Ersin Yurtsever	234

Mizah: Montaj Portreler **236**

Darwin Portresinin Kökeni Tayfun Akgül	236
Göreceli Portreler: Albert Einstein Tayfun Akgül	238
Dünyaya Gelişinin 200. Yılında Karl Heinrich Marx Portresi Tayfun Akgül	240
Bir Koltukta Çok Karpuz Taşıyan Adam: Ali Nesin Tayfun Akgül	242
Cahit Arf Tayfun Akgül	244

GİRİŞ: Popüler Bilim Neden Önemli?

Osman Bahadır¹

Günümüzün iletişim araçları, bir yandan bilginin ve bilimsel düşüncenin geniş kitlelere daha kolay ve çabuk ulaşmasını sağlarken, bir yandan da etkili bir yanıltmanın aracı olabiliyor. Böyle bir ortamda bütün halkın doğru bilgilere ulaşabilmesi nasıl mümkün olabilir?

Doğa ve toplum hakkındaki bilgilerimizin çok arttığı ve derinleştiği günümüzde, uzmanlık eğitimi almamış insanlar bu bilgilerle ve bilimsel düşünme formasyonuyla nasıl tanışabilecek ve donatılabilecek?

Gerçekten bugünkü insanların bilgi edinme imkânlarıyla, bilgi dallarındaki uzmanlaşmanın çeşitlenmesi ve derinleşmesi olgusu arasında büyük bir açıklık oluştu ve bu açıklığın giderilmesi, günümüzün en önemli sosyal problemlerinden birisi.

Aristoteles (MÖ 384-322), deyim yerindeyse, bütün bilim dallarının uzmanıydı. Çünkü o dönemdeki birikmiş bilimsel bilgi ve deneyim miktarı, bir kişinin yaşam süresi içerisinde edinebileceği bir düzeydeydi. 18. yüzyılda bile bu durum hâlâ çok fazla değişmiş değildi. Örneğin Fransız bilim insanı Buffon (1707-1788), çok iyi derecede zoolog, botanikçi, jeolog, paleontolog ve matematikçiydi. Elektrodinamiğin kurucusu Fransız bilimci Ampère (1775-1836), 19. yüzyılın başlarında hem matematikte hem kimyada hem de fizikte çok iyi bir uzmandı. Günümüzde bu durum artık imkânsız. Örneğin bugün fizikte yeni bilgiler üretebilmek için fiziğin belli kollarında uzmanlaşmak gerekiyor. Yeni bilgi bugün çok derinlerde.

Böyle bir ortamda halk, doğru kararlar verebilmek ve yanılgılardan kaçınmak için gerekli olan bilgilere ve bilince nasıl ulaşacak?

Bunun sadece iki yolu var:

- Birincisi; uzman bilim insanlarının, çalışmalarının sonuçlarını halkın anlayabileceği bir biçimde ve dilde açıklayabilecek ve yayınlayabilecek bir beceri kazanmaları.

Bütün zamanların en büyük bilim insanlarından Kepler (1571-1630), büyük bilimsel keşiflerinin ardından ortaya çıkardığı olguları bilim kurgu türünden bir kitapta popüler bir dille anlatmış, fakat bu kitap ancak onun ölümünden sonra 1634'te oğlu tarafından yayınlanabilmişti. Kepler'in bu eseri (Somnium-Düş), bir Ay'a seyahat öyküsü üzerine temelleniyor ve Copernicus sistemini anlatıyordu. Bir bilim insanının popüler yayın yapmasının ilk örneklerinden biri olan bu eser, Ay ve Güneş üzerindeki kutsallık halesinin kırılmasında ve bu gök cisimleriyle ilgili imgelerin değişmesinde önemli bir rol oynamıştı. Galileo Galilei'nin 1632 yılında İtalyanca olarak yayınlanan İki Dünya Sistemi Üzerine Diyaloglar adlı eseri de Avrupa'da bilimsel düşüncenin gelişmesinde büyük bir ilgi ve etki yaratmıştı.

Bilim insanlarının elbette basit ve kolay anlaşılır anlatım becerisine sahip olmalarının yanı sıra halkı aydınlatma görevlerinin de bulunduğunu kabul etmeleri gerekir.

- İkincisi; bilim gazetecileri, bilim muhabirleri veya bilim redaktörleri olarak adlandırabileceğimiz insanların, bilimsel konuları akademik çerçeveden popüler çerçeveye doğru olarak dönüştürmeye yetecek ölçüde bir bilimsel formasyon edinmeleri.

Avrupa'nın hem bilimde hem de demokrasideki ilerlemesinin, son 300 yılda yaptığı milyonlarca sayıdaki popüler bilim yayınına büyük bir borcu olduğunu söyleyebiliriz. Bugün Avrupa'da bilimin ve bilim topluluklarının varlıklarının korunmasının ve gelişmesinin teminatı, Avrupa uluslarının bilimsel düşünebilme yeteneğinde ulaştıkları düzey ve bilimsel bilgilere ulaşabilmelerindeki kolaylıktır. Bunun en önemli kaynağı da üretilen her bilimsel bilginin, çok çeşitli yollardan çocuklar da dahil olmak üzere bütün halka ulaştırılmış olmasıdır.

Öte yandan bilimin popülerleştirilmesi, sadece halkın bilimsel bilgi ve düşüncesinin yükselmesine yol açmakla kalmıyor, aynı zamanda bilim yapmak isteyen gençleri uyararak, yönlendirerek ve bilinçlendirerek, geleceğin akademik bilim dünyasının yeni kaynaklarını da yaratıyor.

Bilimin ve bilimsel düşünüş tarzının toplumsallaşması, ancak bu tür popüler bilimsel faaliyetlerin çok yaygın bir biçimde yapılmasıyla sağlanabilir.

¹Bilim tarihi yazarı

²Ali Alpar, (Nisan 2017) "İki Dünya Sistemi Üzerine Diyaloglar Üzerine", <https://sarkac.org/2017/04/iki-dunya-sistemi-hakkinda-diyaloglar-galileo-galilei/>, (Erişim tarihi: 10 Aralık 2018).

BİLİM FELSEFESİ VE TARİHİ

Bilim Nedir?

Ali Alpar¹

Bilim; gözleyebildiğimiz, içinde yaşadığımız bu “dünya” üzerine sadece gözleme, deneylere ve mantığa dayanarak bilgi edinmektir. “Dünya” ile bütün evreni, yer-yüzünü, canlı ve cansız varlıkları, insanı ve toplumu kastediyoruz. Bilim yoluyla bütün insanlık için ortak bilgi edinebiliriz çünkü aynı şartlar altında aynı gözlemlerden herkes tarafından hep aynı bilgiler elde edilir.

Bilimde tahminler her zaman yanlışlanmaya açıktır. Şimdiye kadar hep “doğru” çıkan bilgi yeni bir alanda da geçerli midir diye sorduğumuzda bunun cevabını ancak deney veya gözlemle elde edebiliriz. Tahminimiz yanlış da çıkabilir. O zaman önceki tecrübelerimiz bu yeni alanda geçerli değilmiş, bunu öğreniriz. Tahminimiz doğru çıkarsa bu önermenin geçerlilik alanı daha da genişlemiş olur. Bilimde gözlenebilecek konularda gözlem yapmadan bilgi sahibi olamayacağımızı kabul ederiz. Bakmadan bilmek yoktur.

Bilim aslında bilgimizi kendi tecrübemize ve başkalarının tecrübesine dayandıran sağduyuyla örtüşür. Bilimin günlük hayattaki sağduyudan farkı, teleskopla, mikroskopla, parçacık hızlandırıcılarıyla vs. birçok deney ve gözlem aracıyla günlük gözlemlerimizin çok ötesinde de bilgi edinebilmesidir. Bilimin sağduyudan farkı aynı zamanda bilgiyi edinirken nesnel bir bakış açısının korunmasını sağlayan bilimsel yöntemi kullanmasıdır.

Böylece bilim geliştikçe evrenin günlük hayatın ufkuyla sınırlı, sezgilere aykırı özelliklerini öğreniriz. Bilimin getirdiği yeni gözlem ve tecrübelerle mesela Dünya’nın düz olduğu gibi bazı eski inançlardan vazgeçeriz.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Teori Nedir?

Ali Alpar¹

Günlük dilde teori sözü hayal ürünü, afaki, dayanaksız fikir yürütme gibi çağrışımlar taşır.

Oysa bilimde teorinin bambaşka bir anlamı var.

“Teori geniş kapsamlı bir alanda, birbirinden farklı birçok gözlem ve deneyi açıklayabilen, henüz yapılmamış gözlem ve deneyler için öngörüler veren, birbirine bağlı önermeler sistemi demek.”

Teori bir tahminler ve hipotezler grubundan farklı, çünkü şimdiye kadar birbirinden bağımsız çok sayıda deney ve gözlemlerle sınanmış ve yanlışlanmamış. Teorinin, başka deney ve gözlemlerle de doğrulanmaya devam edeceğini bekleriz.

Mesela klasik mekanik Newton'un üç temel hareket yasasına dayanan çok geniş bir teori. Newton'un üç yasasının her biri defalarca sınanmış ve yanlışlanmamış. Bu temel yasalar da Galileo'dan başlayarak bilimsel yöntemle yapılan hareketle ilgili deney ve gözlemlerden kaynaklanıyor. Fizik biliminin ve teknolojinin büyük bir kısmı Newton mekaniğine dayanıyor.

Newton'un diğer büyük katkısı evrensel kütleçekimi yasası. Buna göre herhangi iki cisim birbirlerini her ikisinin kütlelerine orantılı ve aralarındaki mesafenin karesine ters orantılı bir kuvvetle çekerler. Newton bu yasayı Kepler'in gezegenlerin hareketiyle ilgili üç yasasından türetti. Kepler'in yasaları o devrin en ince gözlemlerine dayanarak elde edilmişti. Evrensel kütleçekimi kuvveti altında cisimlerin hareketi Newton'un hareket yasalarıyla ele alındığında Kepler'in gözlediği gezegen yörüngeleri elde ediliyor. Ayrıca ileriye dönük çok hassas hesaplarla yıldızların, gezegenlerin, galaksilerin ilerde nerede, hangi hızla hareket edecekleri de hesaplanıyor. Bu hesaplar hep doğru çıkıyor.

İşte bilimde teori, böyle genel ve güçlü bir düşünme, hesaplama ve öngörü çerçevesidir.

Bilimsel bir teori nasıl aşılr?

Bilimsel bir teori genelleştirilebilir ve aşılabilir.

19. yüzyılda Maxwell teorisiyle elektrik, mıknatıslık ve ışık ile ilgili tüm deney ve gözlemler anlaşılmış ve ışıktan başka (radyo dalgaları gibi) elektromanyetik dalgalar bulunacağı da öngörülmüştü. Radyo dalgaları, kızılötesi, morötesi, X ve gama ışınları gibi diğer elektromanyetik dalgaların keşfiyle Maxwell teorisi de bilimin temel teorileri arasında yerini aldı.

Maxwell denklemlerine göre ışık hızı birbirine göre hareket halinde de olsalar tüm gözlemciler için aynı. Bu da deneylerle doğrulandı. Oysa Galileo ve Newton'a göre iki gözlemci birbirlerine göre u hızıyla hareket ediyorlarsa ve ölçecekleri ışık hızı birine göre c ise, ışık hızının diğerine göre $c' = c + u$ olması gerekiyordu.

Newton ve Maxwell teorileri arasındaki bu tutarsızlığı Einstein Özel Görelilik Teorisi ile çözdü. Einstein'ın radikal açıklaması ışık hızının tüm gözlemcilere göre $c' = c$ olması için mesafe ve zaman ölçümlerinin gözlemcinin hızına bağlı olduğunu gösteriyor.

Peki, Newton'un hareket yasaları yanlış mı? Hayır, sadece ışık hızına yakın hızlarda

geçerli değiller. Onun için de ışık hızı anlaşılana kadar bilim insanları bu eksikliğin farkında değillerdi. Newton'un Hareket Yasaları, günlük hayatta ve teknolojinin birçok alanında hâlâ da çok iyi bir yaklaşımla geçerli.

1916'da Einstein, kendi Özel Görelilik Teorisi'ni de bu kez kütle çekimini de kapsayacak biçimde Genel Görelilik Teorisi ile genelleştirdi. Newton mekaniğini yüksek hızlarda ve kütle çekimini de tutarlı biçimde hesaba katarak tamamlayan daha kapsamlı olan Özel ve Genel Görelilik Teorileri günlük algımızın dışındaki yüksek hızlarda sevgilerimize çok ters birçok öngöründe bulunuyor. Zaman yavaşlaması, mesafe kısalması, yörünge sapmaları, karadelikler ve kütleçekimi dalgaları gibi akıllara durgunluk veren bu öngörüler de birer birer deney ve gözlemlerle doğrulanıyor, yeni buluşlara ve yeni teknolojilere yol açıyor. Örneğin, cep telefonlarımızla konum bulma seçeneği Özel ve Genel Görelilik Teorileri sayesinde geliştirilen teknolojilerden biri.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Bilim Din ile Çelişir mi?

Ali Alpar¹

Bilim ile dinin çelişmesi gerekmez. Soruyu “Nasıl bir din anlayışı bilimle bağdaşabilir?” şeklinde soralım.

Bilim, dünyayla ilgili bilgiyi deney ve gözlemlerden edinmektir.

Dünya bilgisinin dünyayı gözleyerek edinileceğini kabul eden bir din anlayışı elbette bilimle çelişmez. Böyle bir anlayışa sahip birçok dindar bilim insanı vardır. Mesleği bilim olmayan insanlar da sağduyuyla, dünya işlerinde bilim yöntemiyle yani dünyaya bakarak, akıl yoluyla bilgi edinileceğini kabul ettikleri ölçüde bilimin bakış açısını ve sonuçlarını kendi inançlarıyla bağdaştırabilirler.

İman, kanıt gerektirmez ve deneye tabi değildir. Bilim ise Tanrı'nın varlığını veya yokluğunu, herhangi bir dinin inançlarını elbette deney ve gözlemlerle sınamaz. İman konuları bilimin konusu değildir, çünkü deney ve gözlem konusu değildir. Bilim, dünyada gözlem ve deneye tabi olmayan iman konularında hiçbir şey söylemez.

Deneye ve gözleme açık olan konularda inanç temelinde, deney yapılmadan kesin bilgi iddia edilirse, deney sonucu o iddiayı yanlış çıkarabilir. Dünyanın düz olduğu ya da evrenin merkezi olduğu gibi iddialar dine dayanarak savunulmuştur. Bunların gözlemlerle çürütülmesi o yorumları yapanların yanlış olduklarını gösterir. Deney ve gözlemlerle edinilecek bilgilerin iman konusu olmadığını kabul eden akılcı bir din anlayışı eski zamanlardan beri bütün dinler içinde vardı. Bilimin gelişmesiyle bu akılcı din anlayışı da yaygınlaştı.

Dini veya ideolojik yorum ve önyargılarla, bilimin bulgularına ters düşen iddialar insanların günlük sezgi ve tecrübesinden uzak alanlarda ortaya çıkar. Dünyanın aslında yuvarlak olduğu, evrenin merkezinde olmadığı, kuvvetin hızı değil ivmeyi belirlediği gibi bilgiler günlük algının ötesinde oldukları için uzun zaman bu konularda farklı inançlar geçerli olmuş ama modern bilimin gelişmesiyle anlaşılan doğa yasaları, sağduyu sahibi insanlar ve toplumlarda kabul görmüştür.

İnsanlar günlük algılarına ters sonuçları, hele insanın fiziksel evrende ve canlılar arasındaki konumuyla ilgili sonuçları kabul etmekte çok zorlanırlar. Bilim, mikroskop ve teleskoptan başlayarak gitgide günlük algımızdan uzak cephelerde yeni sonuçlar elde ettikçe sonuçları yavaş yavaş kabul görür. Gerçek dünyanın aynı şartlarda farklı gözlemcilere aynı bilgileri vermesi ve bu bilgilerin kullanılabilmesi bilimin yaygınlaşmasının temelini oluşturur. Dünyanın nasıl işlediğini belirleyen doğa yasaları her yerde her zaman aynıdır. Bunu da gözlem ve deneylerle biliyoruz. İman edenler bu dünya işleriyle ilgili doğa yasalarını gözlediklerinde, Tanrı'nın doğa yasalarını bir kez koyduktan sonra işleyişine karışmıyor olduğu ayrımını yapmak durumunda kalırlar. Sağduyu ve bilim ile dinin çelişmemesi için bu ayırım da önemlidir. Bu ayırım insanın dünya üzerinde bilgi edinmesine ve iradesine yer bırakır.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Bilim Tarihi Nedir? Neden Önemlidir?

Osman Bahadır¹

Bilimler arası bir disiplin olan bilim tarihi, her şeyden önce bir düşünce tarihidir. Çünkü bilim, Antik Yunan'da ve diğer devirlerde olduğu gibi günümüzde de dogmaya ilişkin gerçekleri arama çabasıdır. Bu nedenle de bilim tarihi, bilimsel teorilerin, bilimsel düşüncelerin (birbirlerinden etkilenecek) gelişmesinin tarihidir. Ünlü bilim tarihçisi Alexandre Koyré (1892-1964), “Gerçek bilim tarihi, aklın gerçeğe ulaşması sürecidir” derken bilim tarihinin bu temel özelliğine dikkat çekiyordu.

Fakat bilim tarihi aynı zamanda kurumsal ve toplumsal bir tarihtir. Çünkü bilim gerçekte sosyal bir faaliyetir ve bilim insanları çalışmaları sırasında mevcut sosyal koşullardan çeşitli düzeylerde etkilenirler. Bu yüzden bilim, ekonomik, siyasal, kültürel vb. koşulların niteliğine bağlı olarak ilerler, duraklar veya geriler. İşte bu yüzden bilimin dorukta olduğu koşullarla, gerilediği koşulları analiz ederek bilimin gelişiminin temel dinamikleriyle ilgili bazı gerçeklere ulaşmak, bilim tarihinin başlıca çalışma alanını oluşturur.

Diğer yandan bilim tarihi, bilim insanlarının kişisel yaşamlarının tarihidir. Bir insanı bilimle ilgilenmeye yöneltten ve bu alanda başarılar kazanmasına yol açan etkenler nelerdir? Bu soruya bilim insanlarının kişisel yaşam serüvenlerinde farklı cevaplar bulmak mümkündür. Örneğin 2015 yılı Nobel Kimya Ödülü'nü kazanan Prof. Dr. Aziz Sancar'ın yaşam öyküsü bize ülkemizdeki ve dünyadaki bilimin gelişimiyle ilgili neleri düşündürüyor?

Bilim tarihi, gerçekte bu üç bileşenin her zaman iç içe geçmiş etkileşimiyle oluşan yapının analizi ve sentezi ile uğraşır. Bu nedenle de kapsamı çok zengin ve karmaşık. Bu çalışmaların başarı kazanmasında, bilim tarihçilerinin çeşitli bilim dallarına özgü uzmanlık bilgilerini belirli düzeylerde edinmelerinin de önemli bir gerekliliği ve rolü var.

Bilim tarihi çalışmaları, öncelikle bilim tarihçileri ve felsefecileri topluluğunun ilgi alanına giriyor. Fakat asıl ulaşılması gereken kitle, bilimi seven, bilimsel çalışmalara ilgi duyan lise ve üniversite öğrencileri ile mesleklerine yeni adım atmış genç bilim insanları. Çünkü bilimsel teorilerin başlıca gelişme koşullarını ve mekanizmalarını saptamaya çalışan bilim tarihi disiplini, elbette bu konuda her zaman için hazır ve kesin reçeteler ortaya koymaz ama bilimsel teorilerin oluşum tarihinden verdiği çarpıcı örneklerle, genç insanların çok yönlü düşünebilen bir kimlik kazanmalarına, kavrayış ufuklarının genişlemesine yardımcı olur. Büyük tarihçi Leopold Von Ranke (1795-1886), “Geçmişi değerlendirerek geleceğin yararına bugünü eğitmek yetkisi tarihe verilmiştir” derken bir yanı sıra da bu gerçeğe işaret ediyordu.

Bugün ülkemizdeki öğretim kurumlarında bilimsel bilgiler ve teoriler, birçok ülkedekinden farklı olarak, öğrencilere tarihsel gelişimleri içinde değil, fakat ulaşılmış en son düzeylerinde veriliyor. Böyle bir eğitim yöntemi, dar açılı ve tembelleştiri-

cidir. Oysa tarihsel süreçteki gelişimiyle birlikte verilmiş yeni bilgi, düşündürücü, ufuk açıcı, cesaretlendirici ve canlandırıcıdır. Genç bilimciye, bilim tarihinde alabileceği özgün rolü hissedebilmesi imkânını sağlar ve onu çalışmalarında şevlendirir.

Bilimin en büyük toplumsal dönüştürücü olduğu düşüncesi, ancak 20. yüzyılın başlarında önem kazandı (Bu yüzden bilim tarihi, sadece bilimsel gelişmenin kurallarını anlamak bakımından değil, aynı zamanda toplumsal dönüşümleri açıklamak bakımından da önemli bir anahtar durumuna geldi). Bu gecikmenin temelinde, bilimin devasa bir düzeye ancak 19. yüzyılda ulaşmış olması yatıyor. Bilim tarihinin henüz genç bir disiplin olması da bilimin bu geç yükselişiyle ve toplumsal dönüşümdeki büyük rolünün nispeten yeni fark edilmesiyle ilgili.

Bu nedenle bilim tarihi çalışmalarına önem vermek, aynı zamanda güncel bilimsel çalışmaların büyük öneminin bilincinde olmak anlamına da geliyor.

¹ Bilim tarihi yazarı

Copernicus'un Zenginliği

Osman Bahadır¹

Kepler (1571-1630), kendisinden yaklaşık bir asır önce doğmuş olan Copernicus (1473-1543) için “Copernicus ne kadar zengin olduğunun farkında değildi” demişti.

Kepler bu sözleriyle Copernicus'un sadece yaşamındaki başarılarına değil, yarattığı sistemin kendisinden sonraki kuşaklara sağladığı keşif potansiyeline de işaret ediyordu.

Gerçekten de Copernicus'un tezleri ve keşifleri, sisteminin gerçek potansiyelinin sadece bir bölümünü temsil ediyordu. Copernicus'un sistemini benimsemese, Kepler eliptik gezegen yörüngelerini keşfedebilecek miydi? Copernicus sistemini temel almasa, Newton evrensel çekim yasasını ortaya koyabilir miydi? Galilei bile serbest düşme yasasına ulaşırken büyük olasılıkla Copernicus'un dairesel hareket analizinden etkilenmişti.

Copernicus, hareketsiz Dünya'nın merkezde olduğu kapalı ve sınırlı bir evren anlayışından, Dünya'nın kendisi ve Güneş etrafında döndüğü açık ve sınırsız bir evren anlayışına geçiş düşüncesini başlattı. Daha önce Aristarkhos Dünya'nın Güneş etrafında döndüğünü söylemişti. Fakat o bu düşüncesini geliştiremedi.

Aristoteles (MÖ 384-322) ve Ptolemaios (Batlamyus) (100-170) destekçileri, Dünya'nın evrenin merkezinde hareketsiz durduğu konusunda birleşiyorlardı. Ptolemaios, Aristoteles'in ortak dünya merkezli küreler sisteminin yüzyıllar içinde yapılan gözlemlerle çelişen yönlerini açıklayabilmek için, geometrik ve kinematik bir

sistem geliştirmişti. Bu sisteme göre, gökcisimleri Dünya’nın etrafında varsayım-
sal merkezlere ve yörüngelere bağlı olarak hareket ediyorlardı. Ptolemaios sistemi,
Özellikle gezegenlerin yerlerini belirlemede Aristoteles’in sisteminden çok daha ba-
şarılıydı, gezegenlerin gözlenen hareketlerinde ortaya çıkan düzensizlikleri, geriye
dönüş hareketlerini açıklayabiliyor ve böylece Aristoteles’in ortak dnyamerkezli
küreler sistemini sürdürülebilir kılmaya çalışıyordu. Fakat Dünya merkeziyle a-
kışmayan varsayımsal yörünge merkezi düşüncesiyle, gerçekte Aristoteles’in ortak
dünya merkezli küresel evren sisteminden sapmış da oluyordu. Sadece geometrik
ve kinematik bir sistem olan Ptolemaios sisteminin fiziksel bir karşılığı ve temeli
bulunmuyordu.

Copernicus, asıl hareket eden cismin hareketsiz görünen Dünya, duran cismin ise
hareket ettiği gözlenen Güneş olduğunu ileri sürdü. Böylece sistemini fiziksel bir
temele oturtmuş olduğu için Ptolemaios’un ek hipotezlerine duyulan ihtiyaç da
büyük ölçüde ortadan kalkmış oluyordu. Ancak yine de her sorun çözümlenme-
mişti. Çünkü Copernicus da Aristoteles ve Ptolemaios gibi gezegenlerin sabit bir
hızda ve düzgün dairesel biçimde hareket ettiklerini düşünüyordu. Bu yüzden göz-
lem sonuçlarını sistemine uydurabilmek için Copernicus, Güneş’in yörüngelerin
tam merkezinde yer almadığını kabul etmek zorunda kaldı ve Ptolemaios’un ki-
ne benzer araçları kendi sistemi için uyguladı. Bu nedenle Copernicus’un kendi
sistemine göre elde ettiği sonuçlar, Ptolemaios’un kilerden biraz daha iyi olmanın
tesine geçemedi.

Copernicus’un dairesel hareket düşüncesinden sıyrılammış olmasının temel ne-
deninin, kendisinin Ptolemaios’un kilerden daha hassas ve zengin gözlem verileri-
ne dayanmamış olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Nitekim Kepler, Tycho
Brahe (1546-1601)’nin daha hassas, sürekli ve yeni gözlem verilerine Coperni-
cus’un bakışını uygulayınca, gezegenlerin güneş etrafında elips biçimindeki yrn-
gelerde dolandığı sonucuna ulaşmıştı.

Copernicus, Güneş merkezli sistemiyle  büyük güce karşı çıkmış oluyordu. Hâlâ
varlıklarını sürdüren Aristoteles, Ptolemaios desteklerine ve kilise otoritesine.
Copernicus’un karşı koymada en fazla zorlandığı g belki de ncsyd. Daha
dev eseri *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Göksel Cisimlerin Hareketi zerine,
1543) yayınlanmadan önce Martin Luther, Kutsal Josue’nin Güneş’e “dur” emrini
verdiğini, oysa durmakta olan bir şeye “dur” denemeyeceğini söyleyerek Coperni-
cus’un duran güneş fikrini şiddetle eleştirmişti.

Copernicus, Güneş’i “durdurdu”. Böylece sadece Aristoteles’in ve Ptolemaios’un
dogmalarını kırarak büyük bilim devrimini başlatmakla kalmadı, kilisenin ve kutsal
söylemlerin otoritelerini sarsarak büyük seküler çağın kapılarını da açtı.

Kepler, Copernicus için “ne kadar zengin olduğunun farkında değildi” derken
şüphesiz gerçeğin önemli bir yanını dile getiriyordu. Ama şunu da eklemeliyiz ki,

kuşaklar boyunca geliştirilen bir faaliyet olan bilimin büyük öncüleri, zaten zenginliklerinin sınırlarının farkında olabilirler mi?

¹ Bilim tarihi yazarı

İnsan Anatomisinin Kâşifi: Vesalius

Osman Bahadır¹

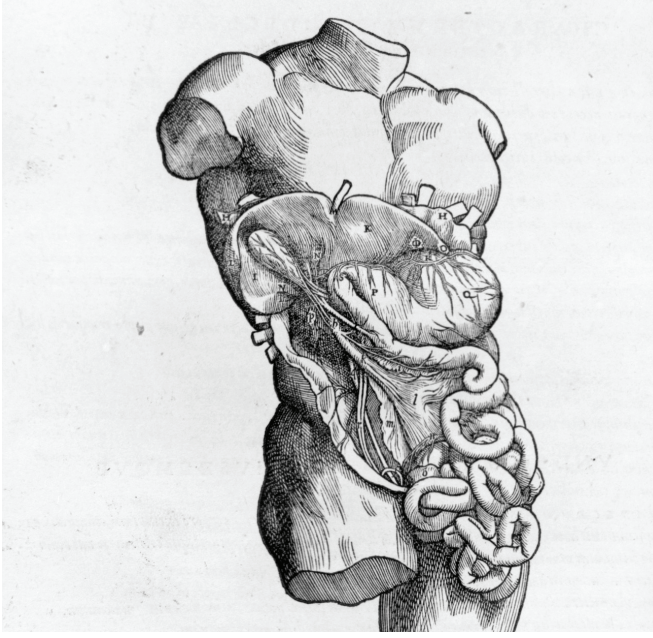
Flaman cerrah-anatomist Andreas Vesalius (1514-1564), büyük bilimsel devrimin öncülerindendir.

Paris'te ve Montpellier'de tıp okullarında öğrenim gören Vesalius, yaptığı diseksiyonlarla (vücudu açarak inceleme, eski deyimle teşrih) daha gençlik yıllarındayken, insan vücudu hakkındaki doğrudan gözlemlere dayanan bilgileriyle ün kazanmıştı. Daha sonra İtalya'da Padua Tıp Fakültesi'nde göreve başlayan Vesalius, nispeten hoşgörülü bir çalışma ortamı bulduğu buradaki beş yıllık çalışma süresi içinde, hem insan vücudunun kas, kemik, damar vb. gibi bölümlerinin yapısını anatomi masası başında öğrencilerine öğretti hem de bulgularını ve deneysel gözlemlerini kapsayan bir kitap hazırladı.

Vesalius'un *De Humani Corporis Fabrica (İnsan Vücudunun Yapısı Üzerine)* adlı bu kitabı 1543 yılında Latince olarak yayınlandı. Ressam John Calcar (1499-1546)'ın ayrıntılı ve özenle çizilmiş diseksiyon resimleri eşliğinde yayınlanan *Fabrica*, sadece bilimsel devrimin öncü eserlerinden biri olarak değil, aynı zamanda resim sanatının başyapıtlarından biri olarak da kabul edilmektedir.

Bu kitap, o zamana kadar insan anatomisi üzerine yazılmış en etkili kitaptı. Vesalius, kitabında insan kadavrası üzerinde diseksiyon yapmadığı için hatalı bilgiler veren Galenos (129-200)'i eleştiriyor ve insan vücudu hakkında yeni bilgiler veriyordu. Örneğin Galenos'un kanın kalpte sağ karıncıktan sol karıncığa, bunları ayıran duvarın gözeneklerinden geçtiği düşüncesine, bu duvarın geçirgen olmadığını söyleyerek karşı çıkıyordu. Vesalius bu eleştirisine karşın bu geçişle ilgili alternatif nitelikte bir görüş ileri sürmedi. Kanın bu geçişinin akciğerler aracılığıyla gerçekleştiğini ilk kez ileri süren, İspanyol hekim ve teolog Michael Servetus (1511-1553) oldu. *Servetus, Christianismi restitution* (Hristiyanlığın Restorasyonu; 1553) adlı kitabının dini öğretiye aykırı bulunması yüzünden yakılarak öldürüldü.

İnsan vücudunun içyapısının keşfedilmesi de Dünya'nın evrendeki yerinin keşfedilmesi kadar uzun sürmüştür. Eski dünyanın en büyük hekimi Galenos'tu. Galenos, nasıl çalıştıklarını görmek için hayvanların vücutlarını keserek inceliyordu. İskeleti, kasları ve sinirleri betimleyerek, bulgularını birçok kitapta toplamıştı. Galenos'a saygı o kadar büyüktü ki, ölümünden bin yıl sonra bile doktorlar bir kadavrayı açıp bakmak yerine Galenos'un kitaplarına bakıyorlardı. Hristiyan kilisesi de Galenos'un öğretilerine bağlıydı.



**Görsel 1: De Humani
Corporis Fabrica (İnsan
Vücudunun Yapısı Üzerine)
kitabından, Met Museum,
Jan van Calcar, Gift of Dr.
Alfred E. Cohn, in honor of
William M. Ivins Jr., 1953.**

Kutsal dünyanın kutsal mahlûku olan insanın vücudunun kesilip açılması, kilise tarafından dini öğretilerden sapma olarak görülüyordu.

Vesilius'un hem çalışmalarından hem de kitabından etkilenen ve esinlenen birçok doktor da kendi diseksiyonlarını yapmaya başlamışlardı. Vesalius'un kitabı ve çalışmaları, sağladığı yararlarla insan vücudunun dokunulmazlığı düşüncesini zayıflatarak vücut üzerinde bilimsel araştırma yapma cesaretini arttırmış ve böylece kendisinden sonra gelenlere de önemli bir araştırma alanını açmıştı. Vesalius, diseksiyon yaptığı gerekçesiyle 1561'de engizisyon tarafından idama mahkûm edildi. Fakat bu cezası daha sonra kaldırıldı.

Copernicus (1473-1543), Dünya'yı evrendeki sıradan bir gezegen konumuna indirerek onun kutsallığına gölge düşürmüştü. Vesalius ise en kutsal mahlûk sayılan insanın vücudunu açma cesaretini göstererek insanı sıradanlaştırmış oldu.

Copernicus'un dünyanın evrendeki yerini keşfeden kitabı ile Vesalius'un insan vücudunun iç yapısını keşfeden kitabının aynı yılda, 1543'te yayımlanmış olması sadece bir tesadüf olabilir mi?

¹ Bilim tarihi yazarı

Mikro Dünyaya Açılan Pencere: *Micrographia*

Osman Bahadır¹

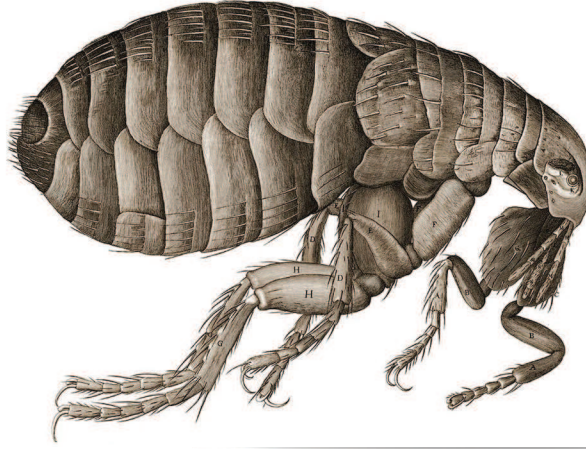
Canlı bir organizmanın hücrelerini ilk kez gören ve ona hücre adını veren, Robert Hooke (1635-1703) oldu. Hooke'un hücre üzerine düşüncelerini ve çizimlerini içeren ünlü kitabı *Micrographia*'nın (1665) yayınlanmasının üzerinden 353 yıl geçti.

Mikroskop olmasaydı, hücre hakkında hiçbir bilgi edinemeyecektik. 16. yüzyılın sonunda Hollandalı iki gözlük yapımcısının mikroskobu icat etmeleriyle, diğer birçok şeyin yanı sıra özellikle de küçük canlı organizmaların görülebilmesi imkânı doğdu. Hücreyi mikroskopla ilk gözleyen Robert Hooke olmuştur. Oxford'daki Christ Kilisesi'nde iken astronomi, biyoloji ve fizik alanlarında başarılı çalışmalar yapan Robert Hooke, 1663'te Londra Kraliyet Akademisi (Bilimler Akademisi) üyesi oldu ve daha sonraki yıllarda da bu kurumun başkanlığını yaptı.

Londra Kraliyet Derneği'nde Hooke ile Newton (1642-1727) arasında hem renk analizi hem de kütleçekimi yasası konusunda anlaşmazlıklar ve keşif önceliği tartışmaları olmuştu. Newton "ben daha ileriye görüyorsam bu, devlerin omuzlarından baktığım içindir" demişti. Newton bu ünlü sözünü işte bu tartışmalar sırasında, kısa boylu olan Hooke'a karşı, alay ederek onu küçük düşürmek için söylemişti. Hooke, Newton'un saf ve değişmez olanın beyaz ışık değil renkli ışık olduğu tezini kabul etmemiş ve gök cisimleri arasındaki kütleçekim kuvvetinin bu gök cisimleri arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğu tezini de ilk olarak kendisinin bulduğunu ileri sürmüştü. Hooke kendi renk teorisini *Micrographia*'da da savunmuştu ve Newton'un tezinin *Micrographia*'nın başarısına gölge düşürmesini istemiyordu.

Yüksek öğrenme hızı olan ve etkileyici mekanik aygıtlar yapma yeteneğine sahip Hooke, kendi mikroskopunu geliştirmişti. Bu mikroskopuyla, bir mantardan keskin bir bıçakla ince kesitler alarak incelemeye çalışmıştı. Bu kesitlerde, hücre duvarını ve içindeki boş alanları gözlemledi. Bal peteğini andıran bu "hücre"ler, kendisine manastırdaki rahiplerin odalarını hatırlattığı için, Latince küçük oda anlamına gelen "cella" kelimesinden hareket ederek onlara hücre adını verdi. Ancak Hooke'un gördüklerinin ne olduğu hakkında gerçeğe yakın bir fikri yoktu. Bitkilerdeki bu hücrelerin, tıpkı hayvan vücutlarındaki kanı ileten damarlar gibi, bitkilerdeki materyalleri taşıyan kanallar olduğunu düşünmüştü.

Robert Hooke, mikroskopuyla yaptığı hücre gözlemlerinin sonuçlarını kapsayan kitabı *Micrographia*'yı 1665 yılı Ocak ayında yayınladı. Bu kitap hücre hakkında bilgi içeren ilk kitaptır. Hooke kitabında ilk hücre çizimlerinin yanı sıra çok küçük hayvanların taslaklarını da çizmişti. Hooke bitki fosilleri üzerinde de mikroskopuyla gözlemler yaptı ve bu gözlemlerine dayanarak ileri sürdüğü görüşlerle, biyolojik gelişim ve evrim fikrinin ilk savunucularından biri oldu.



Görsel 2: Robert Hooke'un *Micrographia* kitabından pire görüntüsü (Wikimedia).

Micrographia'da onun fosiller hakkındaki çalışmalarıyla ilgili bilgiler ve çizimler de bulunuyor. Hooke'un fosillerle ilgili yaptığı gözlemler ve çalışmalar, evrim fikrinin gelişmesine de katkıda bulundu.

Öte yandan Hooke'un Latince yerine akıcı bir İngilizceyle yazıldığı için çok okuyucu bulmuş bu kitabı sadece yeni bilgiler sunmakla kalmamış, aynı zamanda başka alanlardaki bilimsel araştırmalarda mikroskop kullanılmasını da teşvik eden ve canlandıran bir etken olmuştu. Böylece 17. ve 18. yüzyıllarda mikroskopa olan ilginin artması, sadece organik maddelerin değil, inorganik maddelerin yapısının da gözlenerek betimlenmesi konusunda güçlü bir istek yaratmıştı.

Micrographia, hücre konusunda çok açık bir kavrayış getirememekle birlikte, hücre olgusunu ortaya çıkartması ve geleceğin çok önemli bir araştırma alanını açması bakımından tarihsel bir değer taşıyor.

Micrographia, 353 yıldan beri üzerinde konuştuğumuz bu büyük tarihsel araştırma konusunun parlak başlangıç noktasıdır. Bugün hücre teorisi ve bu teoriye bağlı uygulamaların ulaştığı noktada, DNA transferi yoluyla klonlanmış canlılar türetebiliyoruz.

Micrographia'nın, modern biyolojinin ve modern bilimsel düşüncenin gelişme yönünün belirlenmesine ve biçimlenmesine en çok etkide bulunan erken dönem kitaplarından biri olduğu kabul edilir. Ünlü İngiliz cerrah ve tıp tarihçisi Geoffrey Keynes (1887-1982), *Micrographia*'yı, bilim tarihinde basılmış en önemli kitaplar arasında sayıyor.

Galileo Galilei, *Yıldızların Habercisi* (1610) kitabıyla, insanlığın ufkunu büyük ev-

rene yöneltmişti. Hooke'un *Micrographia*'sı ise insanların gözlerinin küçük ölçekli dünyaya açılmasında benzer önemde bir rol oynadı.

¹ Bilim tarihi yazarı

Harvey ve Kan Dolaşımının Keşfi

Osman Bahadır¹

William Harvey'in (1578-1657) kan dolaşımını açıkladığı *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis* (Canlılarda kalbin ve kanın hareketleri üzerine anatomik bir inceleme) adlı 1628 yılında yayımlanan 72 sayfalık kitabı, büyük bilimsel devrim döneminin (1543-1687) temel kitaplarından biridir.

Harvey'in bu kitabının yayımlanması, bilim tarihçileri tarafından modern anlamda tıp biliminin gerçek başlangıcı olarak kabul edilir. Vesalius (1514-1564) insan anatomisinin esaslarını 1543 yılında yayınladığı kitabında ilk defa kapsamlı bir biçimde açıklamıştı. Fakat Vesalius kitabında kalbin çalışması ve kan dolaşımı hakkında açıklama getirmemişti. Vesalius, Galenos'un öne sürdüğü kanın kalpte sağ karıncıktan sol karıncığa, bunları ayıran duvarın gözeneklerinden geçtiği düşüncesine de bu duvarın geçirgen olmadığını söyleyerek karşı çıkmıştı. Ama kendisi açıklayıcı başka bir öneride bulunmamıştı. Bu nedenle Harvey'in kan dolaşımını açıklayan eserinin yayımlanmasıyla, Vesalius'la başlayan insan anatomisinin esaslarının ortaya konulmasının genel hatlarıyla tamamlanmış olduğunu söyleyebiliriz. Harvey'in kitabı bu bakımdan büyük bir tarihsel bir değere sahiptir.

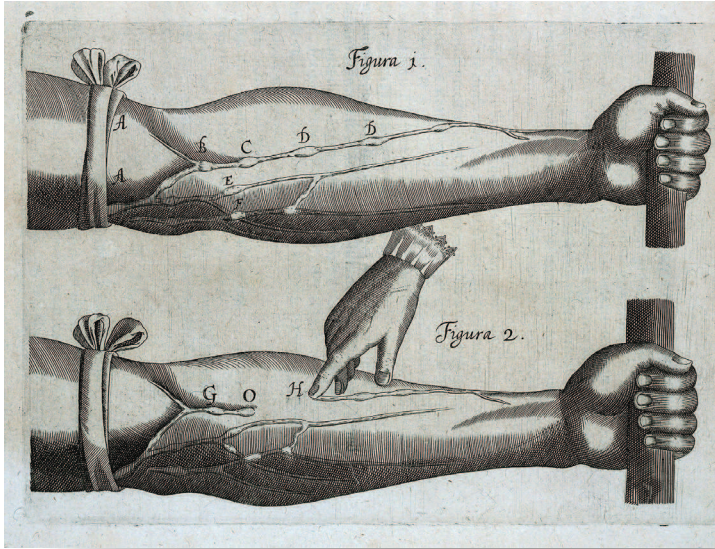
Harvey'in çalışmalarının ve eserinin bir başka özelliği de doğaya ilişkin bilgilerin ancak gözlem ve deneylerle geliştirilebileceği düşüncesini güçlendirmesi ve yayması olmuştur. "Doğayı kitaplardan değil, diseksiyon (vücudu açarak inceleme, eski deyimle teşrih) masasında öğrenebiliriz" sözleri, onun kitabının önsözündeki cümlelerden biridir. Harvey 80'den fazla farklı türde hayvan üzerinde yaptığı diseksiyon çalışmalarıyla kan dolaşımının esaslarını saptamayı başardı.

Harvey, Cambridge'teki Caius Kolej'i'nde eğitim gördükten sonra 1597'de tıp eğitimi görmek üzere o dönemin en iyi üniversitesi olarak ünlenmiş olan İtalya'daki Padua Üniversitesi'ne geldi. (16. yüzyılın sonunda bile bilim yapmak isteyen insanların en iyi üniversitelerde eğitim görmek için yabancı ülkelere yöneldiğini görüyoruz). Burada ünlü İtalyan anatomisti Fabricius'un (1533-1619) öğrencisi oldu. Eğitimini burada tamamladıktan sonra 1602'de İngiltere'ye döndü. En önemli bilimsel araştırmalarını, 1609 yılında hekim olarak atandığı Londra'daki St. Bartholomew's Hastanesi'nde çalışırken yaptı.

Harvey, kısa söyleyişle *De Motu Cordis* adlı kitabında, öncelikle kalbin kanı atardamarlara pompalamasıyla ilgilendi. Kalpteki ve büyük toplardamarlardaki kapak-

çıkların kanın yalnız bir yönde akmasını sağladığını ve karıncıkları birbirinden ayıran bölmede Galenos'un ileri sürdüğü gibi küçük deliklerin bulunmadığını gösterdi. Ayrıca kanın, karıncıkların kasılmasıyla (sistol) kalpten dışarı atıldığını, gevşemesiyle (diyastol) kalbe dolduğunu, vücut yüzeyine yakın atardamarlardan parmaklarla duyulan nabzın, atardamarların kasılmasıyla değil, kanın damar çeperine baskısıyla oluştuğunu ortaya koydu. Ayrıca kirli kanın akciğerler aracılığıyla temizlenmesini sağlayan küçük dolaşım sistemini açıkladı. (Böylece atardamarlar ile toplardamarlardaki kanın rengindeki farklılığın “temizlik” ve “kirlilikten” kaynaklandığını göstermiş oldu. Galenos vücutta iki çeşit kan olduğunu düşünüyordu.)

Harvey'e göre toplardamarlardaki kapakçıkların işlevi, kalpten gelen kanın akışını önlemektir. Kalp kapakçıkları ise kanın sadece tek yönde akmasını sağlıyordu. Harvey, kanın atardamarların görünebilen en ince dallarından, toplardamarların görünebilen en ince dallarına geçtiğini ve kalbe yeniden döndüğünü kabul ediyordu. Ancak bunun nasıl olduğunu çıplak gözle belirlemek imkânsızdı. Mikroskopu henüz kullanmadığı için dokulardaki atardamarlar ile toplardamarlar arasındaki bağlantıyı sağlayan kılcal damarların kan dolaşımındaki işlevini gösteremedi. (Dokuları, damarları ve kılcal damarları mikroskopla inceleyerek bu konuda yeni bilgiler üreten [1661] ilk bilim insanı İtalyan fizyolog Marcello Malpighi [1628-1694] oldu).



Görsel 3: De Motu Cordis'ten bir görsel (Wikimedia)

William Harvey, kılcal damarların dolaşımdaki işlevini deneysel olarak gösterememiş olmakla birlikte hipotez olarak ortaya koymuştu. Kalbin birim zamanda pompaladığı kan miktarını da niceliksel olarak analiz etti ve kalbin bir saatte pompaladığı kanın ve vücudun tümündeki kanın miktarını hesaplayan ilk bilim insanı oldu. Bu özelliği nedeniyle de Harvey, bir biyolojik problemin çözümünde matematiği kullanmanın öncüsü olarak da kabul edilmektedir.

Harvey'in kan dolaşımıyla ilgili bu keşifleri sırasında, oksijenin solunumdaki ve kanın temizlenmesindeki rolü henüz bilinmiyordu. Bunun için daha bir buçuk asır kadar zamanın geçmesi gerekecekti.

¹ Bilim tarihi yazarı

Jüpiter'in Uyduları Dünyayı Nasıl Değiştirdi?

Osman Bahadır¹

Galileo Galilei (1564-1642), teleskobuyla Jüpiter'in uydularından dördünü keşfettiğinde dünyamızın kutsallığı fikrini sarsıntıya uğratmıştı. Çünkü o zamana kadar dünyanın evrenin merkezi olduğu ve diğer tüm gök cisimlerinin onun etrafında döndüğü kabul ediliyordu. Bu kabul, dünyamıza biriciklik, yücelik ve kutsallık gibi özellikler atfedilmesinin temelini oluştuyordu.

Galilei'nin yeni icat edilmiş olan teleskobu güçlendirerek 1609 yılında gökyüzüne çevirmesiyle, astronomide yeni ve büyük bir tarihsel çağ başladı. Galilei ilk olarak Kasım 1609'da Ay'ı gözledi ve Ay yüzeyinde dünyadaki dağları ve vadileri andıran pürüzleri saptadı. Ay yüzeyi, Aristoteles'in ileri sürdüğü gibi pürüzsüz ve mükemmel değildi.

Observationes Jovianae
2. 11. 1610

2. 11. 1610	0 * *
30. Mart	* * 0 *
2. Apr.	0 * * *
3. Mart	0 * *
3. Haz.	* 0 *
4. Mart	* 0 * *
6. Mart	* * 0 *
8. Mart H. 13.	* * * 0
10. Mart	* * * 0 *
11.	* * 0 *
12. H. 4. uyd.	* 0 *
13. Mart	* * 0 *
14. Mart	* * * 0 *

Görsel 4: Galileo Galilei'nin 1610'un Ocak ayında aldığı gözlem notları. Jüpiter'in çevresinde yıldız gibi çizilmiş cisimlerin zamanla konum değiştiğini gözleyen Galilei, bu değişimi takip ederek Jüpiter'in çevresinde döndüklerini keşfetti.

Galilei, Ocak 1610'da Jüpiter'in ona en yakın ve en büyük dört uydusunun varlığını keşfederek çok büyük bir bilimsel devrimi daha gerçekleştirmiş oldu.

Jüpiter'in uydularının varlığının gösterilmesi, Avrupa'da gerçekten büyük bir düşünsel sarsıntı yarattı. Çünkü bu keşif, Dünya'nın evren içindeki o güne kadar geçerli olan pozisyonuyla ilgili büyük otoritesini sarsıyordu. Yüzlerce yıl boyunca evrendeki tüm gök cisimlerinin Dünya'nın etrafında döndüğüne inanan insanların, Jüpiter'in etrafında da dönen gök cisimlerinin varlığına inanmaları kolay bir şey değildi. Galilei'nin teleskobunun merceklelerinin hileli olduğunu düşünenler bile vardı. Galilei bu tür kuşkuyla gidermek için onlara teleskobuyla önce iyi bildikleri başka bir şeyi gösteriyor, daha sonra teleskobunu Jüpiter'e çeviriyordu.

Galilei'nin Jüpiter'in uydularını keşfetmesinin, düşünce ve bilim tarihinde büyük etkileri oldu.

Öncelikle, yüzlerce yıllık önyargıları kırarak Dünya'nın, evrende benzerleri de bulunan ve gerçekte sıradan bir gökismi olduğu düşüncesini doğurdu. Bu zihniyet değişikliği, büyük düşünsel dönüşümlere yol açtı ve insanlık tarihindeki entelektüel gelişim sürecinin en önemli dönüm noktalarından birini oluşturdu.

İkincisi, bu keşif, teknolojiyle bilim yapmanın büyük çağının başlamasında bir etken oldu. Teleskobun icadından sadece birkaç yıl sonra mikroskop icat edildi. Bu durum bir tesadüften ibaret değildir. Teleskobun sarsıcı etkisinin sonucudur. İcat icadı ve keşif keşfi doğurur. Ayrıca icat keşfi, keşif de icadı doğurur. Galilei'nin Jüpiter'in uydularını keşfetmesi sırasında ve sonrasında bu gerçeklerin hepsini birden görüyoruz.

Üçüncüsü, Galilei'nin Jüpiter'in uydularıyla ilgili keşfinden 66 yıl sonra Danimarkalı astronom Ole Roemer (1644-1710), Jüpiter-Dünya-Güneş doğrultusu ile Jüpiter-Güneş-Dünya doğrultusunda Jüpiter uydularının dünyadan saptanan tutulma anlarından ve dünyamızın Güneş'e olan uzaklığının biliniyor olmasından yararlanarak ışığın her iki durumda dünyaya ulaşma süresinin arasındaki farkı hesaplayarak ışık hızının değerini yaklaşık olarak hesapladı. Bu değer, bugünkü bildiğimiz değerin yaklaşık dörtte üçü nispetindeydi. Roemer'in bulduğu değerde hata payı çok büyük olmakla birlikte, bu keşif, ışığın hızının sınırlı olduğunu göstermesinden, düzeyi hakkında yeterli bilgiyi vermesinden ve daha hassas ölçme deneylerine yöneltmesinden dolayı tarihsel bir öneme ve değere sahiptir.

Roemer'in keşfi aynı zamanda ışığın doğasına ilişkin çalışmaların niteliğini de değiştirdi. Aristoteles, Kepler ve Descartes ışık hızının sonsuz olduğunu düşünüyorlardı. Galilei ışık hızının sonlu bir değeri olduğuna inanıyordu, bu nedenle ışık hızını ölçmeye de çalıştı ama herhangi bir değere ulaşmanın yolunu bulamadı. Işık hızının sınırlı olduğunun anlaşılmasıyla, ışığın doğasını anlama deneyleri önem kazandı, yoğunlaştı ve ışığın doğasının keşfinde yeni sonuçlara ulaşıldı.

Günümüzde Jüpiter'in Galilei'nin keşfettiği uydularından biri olan Europa'da yaşam olasılığı araştırılıyor. Bir gün Europa'da yaşamın kanıtları ortaya çıkartılırsa, Jüpiter'in bir uydusu, yaşamın ortaya çıkış koşulları konusunda yeni bir ufuk açılımını sağlayarak belki de dördüncü büyük tarihsel rolünü oynayacak.

Jüpiter'in uydularının bilimsel gelişmeye hizmetleri bitecek gibi görünmüyor.

¹ Bilim tarihi yazarı

Çığır Açan Kitap: Kimyanın Temelleri

Osman Bahadır¹

Fransız kimyacı Antoine Lavoisier'nin (1743-1794) 1789 yılında yayınladığı *Traité Élémentaire de Chimie* (Kimyanın Temelleri) adlı kitap kimyada devrim yaptı ve modern kimya çağını başlattı.

18. yüzyıl ortalarında, ilk kez Empedokles'in (492-432) geliştirdiği ve Aristoteles'in (384-322) bazı değişiklikler yaparak savunduğu, maddenin toprak, su, hava ve ateşten oluştuğunu ileri süren görüş hâlâ geçerliliğini sürdürüyordu. Bu görüşe göre, bu dört “element”in maddeler içindeki oranlarının farklılığına bağlı olarak da maddeler kuru, ıslak, sıcak ve soğuk oluyordu. Madde içindeki bu dört “element”in oranlarının farklılığı düşüncesi ayrıca bir maddenin başka bir maddeye dönüşebileceği düşüncesinin de temelini oluşturmuyordu. Bu düşünce yüzyıllar boyunca değersiz madenlerden altın elde etmeye çalışan simyacıların temel ilkesi oldu.

Öte yandan 1669 yılında da Alman kimyacı Johann Joachim Becher (1635-1682), yanma olayını açıklamak için flogiston “teorisi”ni ileri sürdü. Bu teoriye göre flogiston, yanma sırasında yanan maddeden kaçıp giden bir nesneydi. Becher'in öğrencisi olan Georg Ernst Stahl (1660-1734) flogiston kavramını daha da geliştirdi ve yanıcı cisimlerin, yanıcı olmayan kısım ile flogistondan oluştuğunu ve metallerin yanmasının flogiston kaybetmesi anlamına geldiğini ileri sürdü.

Lavoisier çalışmalarına başladığında, kimya düşüncesine bu iki teori egemen durumdaydı.

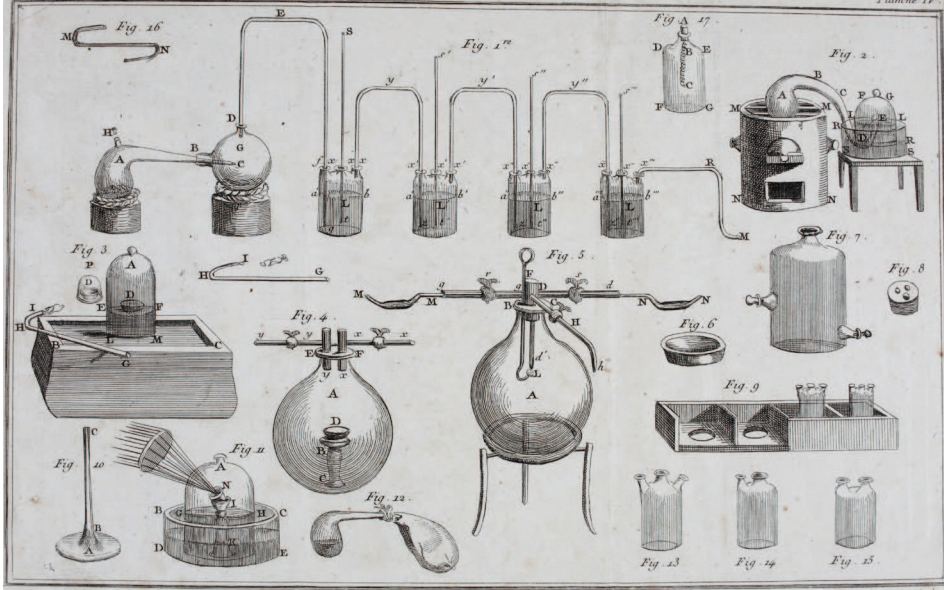
En genel biçimde söyleyecek olursak, Lavoisier, *Kimyanın Temelleri* kitabında, işte bu iki teoriyi yıktı ve böylece modern kimyanın temellerini attı.

Lavoisier'nin eseri, 1790'da Robert Kerr (1755-1813) tarafından yapılan İngilizce çeviri baskısında (*Elements of Chemistry*)² 511 sayfadan oluşuyor. Lavoisier, eserinde 25 sayfalık bir önsözden sonra ilk iki bölümde çeşitli maddelerle yaptığı analiz ve sentez deneylerinin ayrıntılarını ve sonuçlarını anlatıyor. Üçüncü bölümde ise kimyasal deneyleri ve bu deneyler sırasında kullandığı aygıtları, malzemeleri tanıtıyor.

Lavoisier kullandığı aletlerin birçoğunu kendisi geliştirmişti. Hassas terazi, areometre, gazometre, kalorimetre gibi hassas aygıtlar bunlar arasındadır. Kitabın sonunda 29 sayfada bu aygıtların ve malzemelerin resimlerini veriyor (kitaptaki çizimlerin bazılarını karısı Anne Pierette Paulze hazırlamıştı).

Lavoisier, eserinde kavramlara ve terimlere büyük bir önem veriyor. Önsözde kimyasal dilin oluşturulmasına büyük önem verdiğini belirtirken şunları söylüyor: “Bir

bilimin nomenclature'ü (kavramlar ve terimler dizini) bilimin kendisinden ayırlamaz. Fiziksel bilimlerin her dalı, üç şeyden oluşmalıdır; bilimin nesneleri olan olgular serisi, bu olguları temsil eden fikirler ve bu fikirleri açıklayan sözcükler.”³



Görsel 5: Lavoisier'in *Kimyanın Temelleri* kitabından alıntı (Wikimedia Commons)

Lavoisier, hiçbir yeni element keşfetmedi. Fakat eserinde meslektaşlarının çalışmalarından ve keşiflerinden de yararlanarak, keşfedilen olguların ve elementlerin neler olduğunu açık bir biçimde tanımlayarak ortaya koydu. Örneğin İngiliz kimyacı Joseph Priestley (1733-1804) 1774'te, havadan ayırt etmeyi başardığı bir gazı, “flojistona çok düşkün gördüğü için” flojiston yutan hava olarak nitelendirmişti. Gerçekte ise bu gaz, oksijendi. 1775'te Priestley'in bu keşfini öğrenen Lavoisier kendi deneylerini yaptıktan sonra oksijenin keşfini Fransız Bilimler Akademisi'ne sundu.

Lavoisier'nin *Kimyanın Temelleri* kitabının çığır açıcı üç temeli bulunuyordu:

Birincisi, havanın, suyun ve başka birçok maddenin element değil, farklı elementlerden oluşan bileşikler olduklarını hem analiz hem de sentez yoluyla birçok deneyde gösterdi. Böylece ilkçağlardan beri süregelen, hava, su, toprak ve ateşin elementler olduğunu ileri süren dört element teorisini kesin olarak ortadan kaldırıyordu. Aynı zamanda kalsinasyon olgusunun metalin flojiston çıkarması değil fakat oksijenle birleşmesi olduğunu deneylerle göstererek flojiston teorisinin de sonunu getirdi.

İkincisi, Lavoisier eserinde, kimya kavramları ve terimleri sözlüğü oluşturarak modern kimya dilinin temellerini attı. Oksijen, hidrojen, azot gibi isimleri bu eserinde

ilk kez önerdi. Kitabında yeni kimyanın temel taşları olarak gördüğü maddelerin listesini verdi. “Basit maddelerin tablosu” başlığı altında, 33 basit maddenin eski isimlerinin karşısında kendi önerdiği yeni isimlerini de veriyordu.⁴

Üçüncüsü, Lavoisier deney sonuçlarının titiz gözlemlerine dayanarak kimyasal tepkimelerde kütle korunumu yasasını ileri sürdü (adı geçen çeviri, s. 129-130). Lavoisier böylece kimyayı hem fiziksel hem de matematiksel bir bilim haline getirmiş oluyordu. Önerdiği bu yasa kimyanın gelişiminin büyük bir ivme kazanmasına yol açtı. Ayrıca bu yasa 1842’de James Prescott Joule’ün (1818-1889) formüle ettiği enerjinin korunumu yasasına giden yolların taşlarını da döşemiştir.

Lavoisier’nin *Traité Élémentaire de Chimie* (Kimyanın Temelleri) adlı eserinin etkisi, birçok kez Newton’un *Principia*’sının etkisiyle karşılaştırılmıştır. Gerçekten de Lavoisier’nin eseri tıpkı *Principia*’nın yaptığı gibi birçok yaratıcı gelişimin kaynağını oluşturmuştur. *Traité Élémentaire de Chimie*’nin, ilk baskısından sonraki 17 yıl içinde, Fransa’da, İngiltere’de, Almanya’da, İtalya’da, Hollanda’da, ABD’de ve İspanya’da 23 baskısı yapıldı.⁵

Lavoisier, bilimsel çalışmalarını sürdürürken 1768’de mültezim⁶ ve 1775’te de güherçile (potasyum nitrat) ve barut tekeli komiseri oldu.⁷ Cumhuriyete karşı komplo kurduğu gerekçesiyle Devrim Konvansiyonu tarafından meslektaşlarıyla birlikte 24 Kasım 1793’te tutuklandı. Lavoisier, 8 Mayıs 1794’te idama mahkûm edildi ve aynı gün 27 meslektaşıyla birlikte giyotinde idam edildi. Bu korkunç haberi öğrenen çağdaşı ünlü matematikçi Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) tepkisini şu sözlerle göstermişti; “Bu başı düşürmek için sadece bir saniye yeterlidir, fakat onun bir benzerinin görülebilmesi için belki bir asır bile yetmeyecektir.”

¹ Bilim tarihi yazarı

² Antoine Lavoisier, *Elements of Chemistry*, translated by Robert Kerr, with a new introduction by Douglas Mckie, Dover Publications, INC, New York 1965.

³ Adı geçen çeviri, s. xiv.

⁴ Adı geçen çeviri, s. 175-176.

⁵ Adı geçen çeviri, s. xxvi-xxvii.

⁶ Bir bölgeden vergi ve kira gelirlerini toplama yetkisini devletten peşin parayla almış kişi.

⁷ *Dictionnaire d’histoire et philosophie des sciences*, Sous la direction de Dominique Lecourt, PUF, Paris 1999, s. 566.

Neptün'ün Matematikle Keşfi

Osman Bahadır¹

Alman astronomu Galle, 23 Eylül 1846 gecesi teleskopla Neptün'ü ilk kez gözlemişti. Fakat Neptün'ün varlığını, Fransız matematikçi Le Verrier daha önceden matematiksel hesaplarla haber vermişti.^{2,3}

Neptün gezegeninin varlığının ve yerinin önce matematiksel olarak, sonra da gözlemle keşfedilmesi, matematik ve astronomi tarihinin ve genel olarak da bilim tarihinin en önemli olaylarından biridir. Çünkü matematiğin ve astronomik gözlemin bu çakışması, bilimsel çıkarımlar ile gözlenebilir gerçeklik arasındaki uyumun mükemmel bir örneğini oluşturur.

Einstein, “evrenin en anlaşılmaz yanı, anlaşılabilir olmasıdır” demişti. Evrenin anlaşılabilir olması onun matematiksel olduğu anlamına geliyor. Matematiğin doğuşu, doğa bilimlerinin doğuşu kadar eskidir. Fakat doğanın dilinin matematik olduğu düşüncesinin egemen hale gelmesi, ancak Kepler, Galilei, Descartes, Huygens, Newton, Laplace gibi bilim insanlarının çalışmalarıyla oldu.

17. yüzyılın başında teleskobun icadı ve aynı yüzyılda Newton ve Leibniz tarafından diferansiyel ve integral hesabın geliştirilmesi, astronominin de büyük bir yükselişe geçmesini sağladı. Newton evrensel kütleçekim yasasını formüle etti. Laplace matematiksel analiz metotlarından yararlanarak gök mekaniğinde gelişmeler sağladı ve Lagrange'ın matematik çalışmaları da bu alana önemli katkılarda bulundu. Pertürbasyon teorisi, Güneş'in gravitasyonel (kütleçekim) alanında bulunan bir gezegenin hareketi üzerindeki diğer gezegenlerin çekim kuvveti etkisinin hesaplanmasına imkân veriyordu.

Uranus gezegeni 1781'de keşfedildi. Fakat keşfini izleyen yıllarda Uranus'un hareketinin tam bir hassasiyetle hesaplanamaması, bilinmeyen bir gezegenin onun üzerinde etkisi olabileceği konusunda bir şüphe uyandırmaya başlamıştı. Cambridge Üniversitesi'nden genç İngiliz matematikçi John Couch Adams (1819-1892) ve Fransız matematikçi ve astronom Urbain Le Verrier (1811-1877) bu konuyu araştırmaya başladılar. Le Verrier'den daha önce harekete geçen Adams, 1845'te varsayımsal gezegenin konumunu tam olarak hesaplamayı başardı. Gezegenin gözlenmesi için Greenwich Gözlemevi'nde astronom olan James Challis'e başvuran Adams ondan olumlu bir cevap alamayınca bu kez gözlemevinin direktörü olan George Airy'ye talebini iletti. Fakat o da Adams'ın önerisini dikkate almadı.

Le Verrier ise Adams'dan iki ay kadar sonra oluşturduğu tezini sürekli geliştirdi ve 31 Ağustos 1846'da yeni gezegenin yörüngesini, kütlesini ve aktüel pozisyonunu öngören nihai hesaplarıyla gezegenin öngörülen yerde gözlemle saptanması için Paris Gözlemevi'ne başvurdu. Fakat gözlemevinin kuşkucu ve kararsız astronomları Le Verrier'nin önerisine önem vermediler. Le Verrier çabalarının sonuçsuz

kalması üzerine, iyi gökyüzü haritaları düzenlediklerini bildiği Berlin Gözlemevi'ne başvurdu. 18 Eylül 1846'da da Berlin Gözlemevi astronomu Johann Galle (1812-1910)'ye varsayımsal gezegeni gözlemesi için istek mektubu yazdı. Mektup 23 Eylül 1846'da yerine ulaştı ve aynı akşam Galle, asistanı Henri ile birlikte, Le Verrier'nin gösterdiği bölgede yeni gezegenin varlığını saptadılar. Varsayımsal gezegenin varlığını ve yerini Le Verrier'den önce saptayan Adams, Le Verrier kadar şanslı çıkmamıştı. Bugün, Adams'ın Le Verrier'den birkaç ay önce benzer hesapları yapmış olduğunu fakat Greenwich Gözlemevi'nin, Neptün'ü ilk kez gözleme fırsatını kullanmadığını biliyoruz.

Neptün'ün önce matematik yoluyla yörüngesinin belirlenmesi, sonra da teleskopla gözlenerek önceden belirlenen yerinde keşfedilmesi, gerçekten de modern bilimin en yüksek hedeflerinden biri olan, doğa olaylarının ve hatta tüm evrenin matematikle tasvir edilebileceği düşüncesinin bir kere daha ve bilime daha büyük bir güvenlik derecesi verecek biçimde gerçekleşmiş olması anlamına geliyordu.

Neptün'ün keşfi, Güneş sisteminin keşfinin tamamlanması doğrultusunda önemli bir adımdır. Fakat bundan daha önemli olan şey, teori ve matematik ile gözlem verileri arasındaki uyumun ve bağın ne kadar güçlü olduğunun bu keşifle çarpıcı bir biçimde ispatlanmış olması ve bunun bilimsel düşüncenin toplumsal güvenilirlik düzeyinin de artmasına olan katkısıdır. Bu nedenle Neptün'ün keşfinin, bilim ve düşünce tarihinde çok özel bir yeri vardır.

¹ Bilim tarihi yazarı

² Jean-Pierre Verdet, Une histoire de l'astronomie, Editions du Seuil, Paris 1990, s. 231-243.

³ Louis de Broglie, Savants et Decouvertes, Editions Albin Michel, Paris 1956, s. 31-41.

Evrin Kuramında Esin Kaynağı İki Kitap

Osman Bahadır¹

Darwin ile Wallace'ın Linnean Derneği'nde okunan ortak bildirileri (1858) ve Watson ile Crick'in *Nature* dergisindeki ünlü makaleleri (1953), türlerin evrimi kuramının iki büyük aşamasının ilk temel metinleridir. Bu önemli metinlere giden keşif yollarının açılmasına iki ilginç kitap esin kaynağı oldu.

Charles Darwin, türlerin evriminin ana mekanizması olarak gördüğü doğal seçim mekanizmasını, bir rastlantı eseri olarak okuduğu Thomas Malthus (1766-1834)'un bir kitabından esinlenerek oluşturduğunu söylemişti. Politik ekonomist ve nüfus bilimci Thomas Malthus'un bu eseri (*An Essay on the Principle of Population*-Nüfus İlkesi üzerine bir deneme, Birinci Baskı 1798), esas olarak insan nüfusunun geometrik biçimde artarken onların beslenme kaynaklarının aritmetik biçimde arttığını ve dolayısıyla nüfusu giderek artan insanlar arasında yetersiz hale gelmiş beslenme kaynakları için ölümcül bir rekabetin ortaya çıktığını ve çıkacağını ileri sürüyordu. Bu kavgada ortama en uyumlu olanlar ayakta kalıyordu.

Darwin, Malthus'un bu fikrinden esinlendi ve onu tüm canlılar dünyasına uygulayarak doğal seçim düşüncesine ulaştı.² Darwin'le eşzamanlı değil ama ondan bağımsız olarak doğal seçim kuramına ulaşmış olan Alfred Russel Wallace da Malthus'un söz konusu eserini okuduğunu ve doğal seçim kuramını oluştururken kendisinin de bu eserdeki fikrinden esinlendiğini söylemişti.

Evrim kuramının çok önemli bir başka aşamasını oluşturan ve modern genetiğin kurulmasını sağlayan ikili sarmalın keşfi, 1953'te James Watson ve Francis Crick tarafından gerçekleştirildi. Watson ve Crick'in keşiflerinin temel metni olan "Nükleik Asitlerin Moleküler Yapısı: Dezoksiriboz Nükleik Asit İçin Bir Yapı" başlıklı yazı, *Nature* dergisinin 25 Nisan 1953 tarihli 4356. sayısında (s. 737-738) yayınlandı. Bu keşifle genetik materyallerin yapısı ve işleyiş tarzları açıklığa kavuşturulmuş oluyordu. Böylece genetik değişimin ve özel olarak mutasyonun evrimdeki rolü, canlıların genel evrimi kuramı içindeki önemli konumunu elde etti ve evrim kuramı daha kapsamlı bir hale geldi.

Çok ilginçtir ki, Watson ve Crick de ikili sarmal keşfetmelerine giden yoldaki çalışmaları sırasında bir kitabın kendilerini çok etkilediğini ve yönlendirdiğini söylemişlerdi.³ Onları birbirlerinden bağımsız olarak etkileyen bu kitap da ünlü fizikçi, kuantum mekaniğinin kurucularından, Nobel Fizik Ödülü (1933) sahibi Erwin Schrödinger (1887-1961)'in 1944 yılında yayınlanmış olan *What is Life?* (Yaşam Nedir?) adlı kitabıydı.⁴ Schrödinger bu kitabında esas olarak, 20. yüzyılın ilk yarısında geliştirilmiş olan kuantum kuramı ile insan (ve diğer canlıların) biyolojisi arasındaki ilişki üzerinde duruyor ve organik dünya ile inorganik dünya arasındaki ilişkileri moleküler düzeyde inceliyordu.

Schrödinger kitabında gen konusunun biyoloji biliminin temel sorunu olduğunu, genlerin ne olduğunu ve nasıl işlediğini keşfetmek için elden gelen çabanın gösterilmesi gerektiğini söylüyordu. Watson, Schrödinger'in kitabını okuyunca çalışmalarlarıyla ilgili bakış açısının değiştiğini söylemişti. Düşündüğü çalışmayı yürütmek için de İngiltere Cambridge'deki Cavendish Laboratuvarı'nın en mükemmel yer olduğuna karar verdi. (Francis Crick'le de zaten bu laboratuvarda tanışmıştı.)

Crick de Watson'dan bağımsız olarak Schrödinger'in kitabını okumuş ve etkilenmişti. (Crick, 1947'de Cambridge Üniversitesi'ne geldiğinde *What is Life*'i okumuş bulunuyordu).

Crick daha sonraki yıllarda Schrödinger'in kitabıyla ilgili olarak şunları söylemişti: "Biyolojide moleküler açıklamaların son derece önemli olacağını, üstelik bunun gerçekleşmesinin de çok yakın olduğunu heyecan verici bir biçimde anlatıyordu. Bu daha önce de söylenmişti, ama Schrödinger'in kitabı tam zamanında yayınlanmıştı ve başka türlü biyolojiyle hiç ilgilenmeyecek insanları cezbetmişti."

Ne Malthus ne de Schrödinger biyologdu. Her ikisinin söz konusu kitaplarının evrim konusuyla doğrudan bir ilgisi de yoktu. Schrödinger'in kitabının biyolojiyle ilgisi

elbette vardı fakat yazar düşüncelerini bir fizikçi olarak ortaya koyuyordu. Elbette burada evrim kuramındaki gelişmelere esin kaynağı olmuş bu iki kitabın bilimsel düzeyleri de karşılaştırılmaz. Schrödinger'in kitabı, önemli bir bilim insanının fizik ile biyolojinin arakesitindeki bilimsel düşüncelerini ortaya koyması bakımından şüphesiz bilimsel değeri yüksek bir eserdir. Sonuç olarak bu kitap Crick ve Watson'ın çalışmalarını ve düşüncelerini yönlendirdi. Onların ikili sarmalı keşfetmeleri de hem yeni bilimsel sonuçlara yol açtı hem de evrim kuramının kapsamını genişletti.

Evrim kuramının gelişiminde çok büyük rolleri olan dört bilim insanının bilimsel çalışmalarında ve kuramlarında iki kitaptan esinlenmelerine dair bu öykü, bizi bilimsel keşiflerdeki rastlantıların rolü üzerinde de düşündürüyor.

Bu bilim insanlarının bu kitapları, gerçekleştirdikleri keşiflerinden önce okumuş olmalarında rastlantının belirli bir payının bulunduğunu inkâr edemeyiz. Örneğin Darwin, Malthus'un kitabını sıkıntılı bir anında tesadüfen okuduğunu söylemişti. Fakat burada rastlantı belirleyici değildir. Asıl belirleyici unsur, esin verenlerle esinlenenlerin ilişki kurabilmelerine imkân sağlayan bilimsel ve kültürel ortamın yeterli düzeyde oluşmuş olmasıdır.

¹ Bilim tarihi yazarı

² Charles Darwin, Türlerin Kökeni, Çeviren: Öner Ünalın, Onur Yayınları, Beşinci Baskı, Ankara 1996.

³ Edward Edelson, James Watson ve Francis Crick Hayatın Yapıtaşları, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara 2007.

⁴ Erwin Schrödinger, Yaşam Nedir?, Çeviren: Celal Kapkın, Evrim Yayınevi Bilim Dizisi: 13, İstanbul 1999.

Bilimsel Keşifler ve Rastlantı

Osman Bahadır¹

Bilimler tarihindeki keşiflerden birçoğunun şans veya rastlantı eseri olduğu ileri sürülür. Gerçekten keşiflerde rastlantının önemli bir rolü olduğundan söz edilebilir mi?

Bazı önemli bilimsel keşifler gerçekten de kâşiflerin, varlıklarına düşünsel olarak hiç hazır olmadıkları bir ortamda, beklenmedik bir olguya rastlamalarıyla başlamış ve gerçekleşmiştir.

Bu tür bir keşfe örnek olarak, Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted'in (1777-1851), bir telin içinden geçen elektrik akımının, telin çevresinde bir manyetik alan yarattığını fark etmesini gösterebiliriz. Oersted 1819 yılında, öğrencilerine elektrik akımından ısı elde edilmesini göstermek amacıyla volta piliyle deney yaparken, kullandığı elektrik devresinin açılma ve kapanma anlarında, yakındaki bir pusulanın ibresinde sapmalar olduğunu görmüştü. Bunu gören Oersted, elektrik akımı ile manyetik alan arasında ilişki olabileceğini düşündü. İlk kez onun fark ettiği bu olguya, elektromanyetizma teorisinin ve pratiğinin muazzam yolu açıldı.

Peki, rastlantı bu keşfin neresindeydi?

Elbette pusulanın o an için deney masasında bulunuyor olması, bir rastlantıydı. Belki Oersted'in deney sırasında pusulanın ibresindeki hareketliliği fark etmiş olmasında da bir rastlantının varlığından söz edebiliriz. Ama işte hepsi bu kadar. Diğer bütün koşullar keşif için hazırды. Bu deney öncesinde, söz konusu bilimsel keşif için gerekli maddi koşullar uygun (olgunlaşmış) durumdaydı. Pusula icat edilmişti, elektrik kaynağı pil şeklinde de olsa vardı ve bunlar bir laboratuvar ortamında doğal olarak bir araya getirilmişti, sadece Oersted'in o ana kadar elektrik ile manyetizma arasında ilişki olabileceğine dair bir düşüncesi bulunmuyordu. Şimdi sözünü edeceğimiz örnekte ise durum farklıdır.

19. yüzyılın sonlarında, ABD'li kimyacı William F. Hillebrand (1853-1925), o sıralarda yeni geliştirilmiş olan spektroskop aygıtından yararlanarak çeşitli gaz analizleri yapıyordu. Farklı maddelerin molekülleri, ısı, elektrik vb. uygulanarak titreştirildiğinde kendilerine özgü bir ışık spektrumu yayarlar. Spektroskopun çalışma prensibi bu özelliği kullanıyordu. Hillebrand, bu aygıtlı yaptığı çeşitli deneylerin sonucunda elde ettiği spektrumları inceleyerek uranyum zengini bir mineral olan uraninitten ayırttığı bir gazın azot (N) olduğunu ileri sürdü. Fakat ayırttığı gazın tayfı, farklı basınç altında değişkenlik gösteriyordu, azotun tayfindan farklı çizgiler de gözleniyordu. Hillebrand bunun üzerinde çok durmadı fakat bulgularını makalelerinde paylaştı.²

Bu sıralarda İngiliz fizikçi Lord Rayleigh (John William Strutt, 1842-1919), gazların yoğunluğunu ölçmek üzere yaptığı araştırmaları sırasında, havadan elde edilen “azot”un, başka kaynaklardan, örneğin amonyaktan (NH_3) elde edilen azottan daha yoğun olduğunu fark etti. Lord Rayleigh defalarca tekrarladığı deneylerle, deneysel hatadan kaynaklanmadığından emin olduğu oldukça küçük farkın peşini bırakmadı. (Burada bir rastlantıdan söz edilebilir mi?) Bu fark havadaki başka bir elementin varlığına işaret ediyordu. Meslektaş William Ramsay (1852-1916) ile birlikte 1895'te başka hiçbir elementle etkileşime girmeyen bu yeni elementin, yani argonun keşfini duyurdular. Lord Rayleigh hem gazların yoğunluğunu ölçmek için yaptığı çalışmalar için hem de argonun keşfi için 1904 Nobel Fizik Ödülü'nü aldı.

Argonun keşfinden sonra Ramsay, argonun öteki kaynaklarını araştırmaya yöneldi. Dikkatini Hillebrand'ın makalelerine (Onun 1890'dan sonra yayınlanan makalelerine, özellikle de 1894 tarihli makalesine ve uranitin başka bir çeşidi olan cleveite (kleyevit)'e çevirdi. Cleveite'ten elde ettiği gazın argon'un varlığını gösterip göstermediğini anlamak için yaptığı hassas deneyler ve ölçmeler sonucunda, ayırttığı gazda hidrojen ve argonun yanı sıra daha önce yalnızca Güneş tayfında izlenen helyumun da varlığını saptadı (1895). Hillebrand'ın fazla önemsemediği farklılıklar (çünkü o bilinmeyen bir gazın arayışı içinde değildi), helyumun dünyadaki varlığının anlaşılmasına yol açmıştı (argon ararken helyumu bulmasında da bir rastlantıdan söz edebiliriz). Ramsay 1904'te soy gazlarla ilgili keşifleri için Nobel Kimya Ödülü'nü aldı.

Hillebrand yaptığı deneylerde elde ettiği bazı bulguları göz ardı etmişti. Rayleigh ve Ramsay ise gördüklerinin nedenini tam olarak açıklayabilmek için önce deneylerini tekrarlamış, deneysel hatadan kaynaklanmadığını anladıklarında ise gözlemlerin gerçek anlamını çözene kadar sorunun peşini bırakmamışlardı. Kararlılıklarının nedeni, deneylerin onlara gösterdiklerinin o güne kadar bilinenler dışında bir bulguya işaret ettiğini hesaba katıyor olmalarıydı.

Bu örnek bize, aynı maddi koşullardaki bilim insanlarından bazılarının deney planlama kapasitelerinin yüksekliğinin, çok daha bilgili ve dikkatli olmalarının, bazı beklentiler içinde bulunmalarının ve sistematik deneyler yapmalarının, kendi keşif “şanslarını” arttırdığını gösteriyor.

Büyük Fransız mikrobiyologu Pasteur’ün (1822-1895), “Bilimsel keşif şansı, sadece zihinlerini ona hazırlamış olanlara güler” sözleri, yukarıda belirtmeye çalıştığımız gerçeği çok güzel özetliyor.

¹ Bilim tarihi yazarı

² W.F. Hillebrand, (1894). “A plea for greater completeness in chemical rock analysis”, J. Am. Chem. Soc., 16(2), ss. 90-93.

Ahengin Büyük Hanımı Emmy Noether

Ali Alpar¹

Tarihin en büyük matematikçilerinden Emmy Noether 23 Mart 1882-14 Nisan 1935 arasında yaşamış. Matematikçilerin çoğu gibi genç yaşlarından itibaren büyük eserler vermiş, 53 yıllık ömrüne engellere rağmen çok şey sığdırmış.

20. yüzyılın başında kadınların üniversiteye öğrenci veya öğretim üyesi olarak yeni yeni ve zorluklarla kabul edildikleri bir ortamda matematikçi olmuş. 1915’te büyük matematikçiler David Hilbert ve Felix Klein tarafından Göttingen Üniversitesi’ne davet edildiğinde birçok hoca Noether’in üniversiteye alınmasına kadın olduğu için karşı çıkmışlar. Hilbert’in “Adayın cinsiyetini, kabul edilmesine karşı bir engel olarak görmüyorum. Sonuç olarak burası bir üniversite, hamam değil” sözleri meşhurdur.

Emmy Noether kadın olduğu için zorlukla kabul edildiği öğretim üyeliğinden Yahudi olduğu için, Nazi rejimi tarafından, 1933 yılında (başka birçok değerli bilim insanıyla birlikte) atılmış. 1933 sonundan 1935’teki ölümüne kadar ABD’de Bryn Mawr Üniversitesi’nde ve Princeton’daki İleri Araştırmalar Enstitüsü’nde çalışmış (kendi deyişiyle o zamanlar “hiçbir dışının alınmadığı Princeton erkek üniversitesinde” değil).

Ahenk: Simetri ve korunum

Emmy Noether’in cebire yaptığı büyük katkıların yanı sıra fizik için çok önemli bir buluşu vardır. Noether Teoremine göre “doğada bir simetri varsa korunan özellikler de olmalıdır”.

Bu ne demek? Bir cisim üzerinde uygulanan hiçbir kuvvet yoksa o cisim düz bir çizgi üzerinde aynı süratle hareketini sürdürür – Newton’un 1. Yasası, hareket yani “momentum” aynen korunuyor. Kuvvet yok, yani o tarafı veya bu tarafı tercih eden bir itme-çekme yok. Uzaydaki tüm yerler eşdeğer: bu da bir simetri.

Bir diğer korunum yasası da enerjinin korunumu. Enerji kuvvetlerin zamana bağlı olmadığı sistemlerde korunuyor. Yine bir korunum yasası bir simetriyle eşdeğer.

Bir de “açısal momentumun korunumu” var. İki cisim arasındaki kuvvet iki cismi birbirine doğru çeker veya birbirinden uzağa iterse, yani iki cismi bağlayan çizgiden başka kuvvetin tercih ettiği yön yoksa o zaman bu iki cismin birbiri etrafında dönme hareketi korunur. Gezegenler ve Güneş’in yörüngeleri, Ay’ın ve Dünya’nın yörüngeleri, kendi etrafında dönen bir dansçının, patencinin hareketleri hep açısal momentum korunumunu yansıtır.

Doğada bunlardan başka da birçok simetri var. Simetrilerin mutlaka korunum yasalarının varlığını gerektirdiğini göstermek Noether gibi büyük bir matematikçinin marifeti.

Emmy Noether dans etmeyi severmiş. Ne kadar ahenkli bir dansçı idi bilmiyorum, ama matematikçi olarak doğa yasalarındaki ahengi, simetri ve korunum eşleşmesini kavramakla büyük bir güzelliği gözümüzün önüne alıp koymuş bir akıl.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Kadın Özgürlüğü ve Bilim

Osman Bahadır¹

Öncü kadınların bilimdeki büyük başarıları olmasaydı, kadın özgürlüğü ve eşitliği gerçekleşmezdi.

Avrupa’da 1623-1923 yılları arasında yaşamış ve eser vermiş az sayıdaki öncü bilim kadını, sadece bilime olan katkılarıyla öne çıkmadılar, fakat aynı zamanda kadın özgürlüğünün kazanılmasında da belirleyici bir rol oynadılar. Bu kadınlar, Avrupa’da hem astronomi, matematik, fizik devrimlerine hem de daha sonraki kimya, elektrik ve biyoloji devrimlerine katılmış öncü kadınlar. Newton’un *Principia*’sını Fransızcaya çeviren fizikçi Émilie du Châtelet (1706-1749), İtalyan matematikçi Maria Gaetana Agnesi (1718-1799), Alman astronom Caroline Herschel (1750-1848), İskoç matematikçi ve astronom Mary Somerville (1780-1872), ünlü İngiliz şairi Lord Byron’ın kızı, matematikçi, Charles Babbage’nin yardımcısı ve şimdi dünyanın ilk bilgisayar programı olarak kabul edilen tasarımın yaratıcısı Ada Lovelace (1815-1852), Darwin’in *Türlerin Kökeni*’ni Fransızcaya çeviren Fransız antropolog Clémence Royer (1830-

1902), Rus matematikçi Elizaveta Fedorovna Litvinova (1845-1919), bu büyük bilim kadınlarından bazıları.

300 yıllık bu dönemde başarılı çalışmalarıyla bilime katkılarda bulunan bu öncü bilim kadınları, büyük bilimci Marie Curie'nin (1867-1934) de yolunu açmış oldular.

Elbette Avrupa dışındaki kadınların bu dönemlerde bilime yaptıkları katkıları da unutamayız. Özellikle de ABD'de, keşfettiği kuyruklu yıldızla tanınan Maria Mitchell (1818-1889), Amerikan İç Savaşı'nda cerrah olarak görev yapan ilk kadın olan Mary Edwards Walker (1832-1919) ve “ekolojiyi kuran kadın” olarak tanınan Ellen Swallow Richards (1842-1911) bilime önemli katkılarda bulundular. Başka birçok kadın da daha aşağı düzeylerde olmak üzere bilimsel çalışmalara yardımcı oldular.

Ayrıca Avrupa'da isimleri ve bilime olan katkıları kocalarının gölgesinde kalmış başka bilim kadınlarının varlığını da biliyoruz. Örneğin büyük kimyacı Lavoisier'nin (1743-1794) karısı Maria Anne Pierette Paulze'un (1758-1836) bilime ve kocasının çalışmalarına olan katkısı ortaya koyuldu ve şimdi bu katkının hangi düzeyde olduğu araştırılıyor.

Bu öncü bilim kadınlarının yaşamları ve çalışmaları bize gösteriyor ki, bu kadınlar çok güçlü iradi davranış örnekleri göstermekle birlikte, yine de başarılarının büyük bölümünü babalarının, kocalarının, erkek kardeşlerinin veya oğullarının desteğine ve himayesine borçlu olmuşlardır. Bir kunduracının kızı olan Jeanne Villepreux-Power'ın (1794-1871) 18 yaşına bastığında geleceğini kendi elleriyle yaratmak için 400 kilometreden fazla yolu yürüyerek köyünden Paris'e gelmesi, herhalde kadın özgürlüğü ve eşitliği mücadelesinin çok çarpıcı bir simgesi olarak görülebilir. Fakat Jeanne Villepreux yine de deniz biyolojisi üzerine olan çalışmalarını Sicilyalı zengin kocasının desteğiyle yapabiliyordu. Matematikçi Elizaveta Fedorovna Litvinova (1845-1919)'nın, İsviçre'de eğitim görürken Çar II. Aleksandr'ın Rusya'ya dönmesi emrine karşı gelme ve eğitimi tamamlama cesaretini göstermesi de kadın özgürlüğü mücadelesi bakımından tarihsel bir değere sahip.

Bununla birlikte kadınların başarısındaki asıl büyük etken, onların bilim yapma konusundaki büyük tutkuları, kendilerine olan güvenleri ve yüksek düzeydeki kararlılıkları oldu. Sağladıkları başarının nedenleri bakımından erkek desteğinin rolü çok önemli ve hatta belirleyici bir düzeyde olsa bile, kazandıkları başarının sonuçları bakımından erkek desteğinin önemi olduğunu söyleyemeyiz.

1623-1923 yılları arasında kadınların bilimsel ve akademik yaşamda yer alamamalarının en önemli nedeni, kadınların “soyut düşünce kapasitelerinin” erkeklerinkinden düşük olduğu önyargısının tüm toplumlarda egemen olmasıydı. İşte öncü bilim kadınları bilimdeki başarılarıyla bu büyük önyargıyı yıkmış oldular. Akademik dünyanın kapılarının onlara açılmasının arkasındaki en büyük itici güç budur.

Kadınların özgürlük ve eşitlik mücadelesi çok büyük bir tarihsel mücadeledir ve henüz tamamlanmış da değil. Bu mücadelede başarı kazanılmasında kadınların siyasi mücadelelerinin elbette büyük bir rolü vardır. Fakat mücadelenin asıl dönüm noktası, kadın bilimcilerin kendi entelektüel kapasitelerinin erkeklerinkinden aşağı olmadığını göstermeleriyle sağlandı. Çünkü bu gerçeğin ispatı, sadece kadınların kendilerine olan güvenlerini perçinleyerek siyasi, toplumsal ve eğitim mücadelelerini güçlendirmekle kalmadı, kadınları ikinci derecede bir cins olarak gören kültürel bakışı da önemli ölçüde zayıflattı.

Aydınlanma düşünürü Voltaire bile sevgilisi Émilie du Châtelet için, “Kadın olmaktan başka kusuru olmayan büyük bir insan,” demişti. 19. yüzyılın sonlarında hâlâ çok önemli birçok erkek bilimci, kadınların düşünebilme kapasitelerini küçümsüyordu. Bu büyük önyargının kırılması, kadınların genel eşitlik davasına ve toplumların sekülerleşmesine sağlam bir temel yarattı.

Kadınların soyut düşünebilme kapasitelerini küçümseyen erkeklere bilim tarihinin verdiği cevap da çok ironik oldu:

Atom çağını iki kadın başlattı; Marie Curie ve Lise Meitner (1878-1968).

¹ Bilim tarihi yazarı

Kuantum Kuramı Üzerine Türkçe İlk Kitap

Osman Bahadır¹



Görsel 6: Mehmet Refik Fenmen (1909).

Ülkemizde kuantum kuramı üzerine ilk kapsamlı bilgileri, *Yeni Kuantum Fiziği ve Felsefi Ehemmiyeti* adlı kitabıyla 1940 yılında Mehmet Refik Fenmen vermişti.

Einstein'ın özel ve genel görelilik kuramları, ülkemize 1920'li yılların başlarında girdi. 1920'li yıllar boyunca Kerim Erim, Mehmed Refik, Hüsnü Hamid (Sayman), Salih Murad (Uzdi-
lek), Dr. Akil Muhtar, Reşid Süreyya beyler, bu kuramı gerek üniversitedeki derslerinde gerekse popüler yayınlarda anlatmaya çalıştılar.

Kuantum kuramı ise popüler yayınlarda görelilik kuramına göre daha geç görüldü. Ülkemizde kuantum kuramı

üzerine ilk popüler yayın, ünlü fizikçimiz Feza Gürsey'in babası Reşid Süreyya beyin 1927'de *Hayat* dergisinde yayımlanmış olan "Kuantum Nazariyesi" başlıklı yazısıdır.²

Bu kuramı bir kitap konusu olarak kapsamlı bir biçimde ilk kez ele alan ise, Mithat Paşa'nın torunu, Mühendis Mektebi'nin ilk sivil müdürü, Darülfünun fizik müderrisi (profesör), elektrik mühendisi Mehmet Refik Fenmen'dir (1882-1957).

Mehmet Refik Fenmen, 1939'da hazırladığı ve 1940'ta da yayımladığı kitabında "*İlk Söz*" başlığı altında şunları söylüyor (sadeleştirilmiş olarak):

Yirminci yüzyıl biliminde meydana gelen hayret verici gelişmeler, 19. yüzyıl bilim insanlarının inşa ettikleri klasik bilgileri temelinden sarsan ve büyük devrim yapan iki büyük esasa dayanır: Biri, Profesör Max Planck'ın kuantum kuramı, diğeri Profesör Albert Einstein'ın izafiyet (görelilik) kuramı. Bu iki teori yalnız fenni bilgilerimizde değil aynı zamanda felsefi düşüncelerimizde de esaslı değişimler meydana getirmiştir.

Düşünce âleminin bu kadar önem verdiği kuantum kuramını açık bir dille anlatmak üzere Max Planck, Louis ve Maurice de Broglie, Einstein, Reichenbach, Bohr, Heisenberg, Langevin, Eddington gibi Batı âlimlerinin eserlerini esas alarak şu kitabı yayınlıyorum. Bu vesileyle vatandaşlarıma, doğa âleminin bu yeni manzarasını göstermek büyük bir manevi zevktir. *Ankara, İlk Kuantum (Arahk) 1939.*

13 bölüm halinde düzenlenmiş 65 sayfalık kitabın diğer başlıkları şunlardır:

- Mütamadilik (süreklilik), gayri mütamadilik
- Madde ve elektrik kuantaları
- Işınım nedir?
- Kara cismin ışıması
- Kuanta kuramı nasıl doğdu?
- Işık kuantaları
- Kuanta kuramının diğer kuvvetlendirici kanıtları
- Atom modelinin kuantalaştırılması, Bohr modeli
- İltisak (correspondence/karşılıklık) prensibi
- Kuanta fiziğinin araştırma usulü
- Dalga mekaniği kuramı
- Heisenberg belirsizlik prensibi
- Determinizm meselesi

Mehmet Refik Fenmen, kitabını şu sözlerle bitiriyor:

Bütün bu yazılarımızdan çıkarılacak sonuç şudur ki, doğa hakkındaki bilgimizde büyük bir devrim meydana gelmiştir. Kâinatın küçük ve büyük ölçeklerdeki olayları, doğrudan doğruya hislerimize etki yapan orta büyüklükteki olaylardan bütünü başka niteliktedir. Büyük olaylarda izafiyet teorisi, kâinat mekânının öklitçi olmayan geometriye uygun olduğunu ve dünya üzerinde kullandığımız mekân ve zaman ölçülerinin, göğün sonsuz derinliklerine ait mekân-zaman ilişkilerine aykırı düştüğünü gösterir. Diğer taraftan, kuanta teorisi göstermiştir ki, büyük ölçekte görülen süreklilik ve determinizm, atoma ait pek küçük olaylarda hiç de geçerli değildir.

Buna karşı şöyle bir itiraz yapılabilir: “Eğer tabiatın küçük ve büyük ölçekteki olaylarının niteliği bu kadar farklı ise, bu olaylardaki belirliliği nasıl izah edebilirsiniz?”

L. De Broglie’nin şu cevabı düşünmeye değerdir:

“Büyük ölçekteki olaylarda da mevcut olan belirsizlik yeni teorilerle hesap edilecek olursa, bu belirsizliği ölçülerimizdeki belirsizlikten daima daha küçük buluruz. Demek ki araştırılan belirsizlik, tecrübe hataları ile tamamen örtülü kalıyor ve sanki mevcut değilmiş gibi bir zan uyandırıyor. Büyük ölçekteki olayların görünürdeki belirliliği yeni teorilerle asla zıtlık oluşturmaz. Halbuki atom ölçeğindeki olaylarda, belirsizlik o kadar önem kazanıyor ki, hareket hallerinin mekân ve zaman içinde açıklanması imkânsız oluyor.”

Yukarıda verilen açıklamanın, Einstein’ın izafiyet teorisi bakımından başka olaylarda da ortaya çıktığını görüyoruz. Hayatımızla ilgili küçük hızlarla, ışık hızı mertebesinde büyük hızlara ait tabiat kanununun bir olmadığı anlaşılmıştır. Bu iddia

türlü tecrübelerle de ispat edilmiş bulunuyor. Az süratli olaylarda, klasik bilgilere kıyasla izafiyet teorisinin gösterdiği fark o kadar küçük oluyor ki, bu farkı ölçü aletlerimizle takdir etmek mümkün olamıyor. Uygulamalı hayatımızda kullandığımız süratlerde bu sebeple klasik bilgilerimiz yeterli bir yaklaşıklık sağlıyor.

Yirminci yüzyılın doğurduğu kuantum ve izafiyet kuramları, bizi bu suretle düşünme alışkanlıklarımızdan vazgeçmeye mecbur etmiş olması sebebiyledir ki, tecrübenin gösterdiği hakikatlere rağmen determinizmin geçersizliğine inanmak istemeyenler bulunuyor.

Bu kimseler, öteden beri alışmış oldukları orta ölçekteki olaylarla, atom küçüklüğündeki olayları birbirinden ayırmaya kendilerini bir türlü alıştırmak istemedikleri içindir ki, belirsizliğin tabiat âlemine daha derin nüfuz etmemizin bir sonucu olduğunu anlamıyorlar.

Özetle, yeni bilim, fikrimizi eskimiş düşünme tarzının dar alışkanlıklarından bizi kurtardığı gibi, ona daha büyük bir kavrayış kabiliyeti vermiştir.³ Bu sayede, pek büyük ve pek küçük âlemlerin gizli kalmış olan girizgâhlarını açığa vurmak ve yabancı dünyaları incelemek üzere bizi gelişmiş silahlarla donatmıştır.

İşte yeni teorilerin fikirlerin oluşmasına ve öğretilmesine yaptığı güçlü etki budur.

¹ Bilim tarihi yazarı

² Reşid Süreyya, (1927). “Kuantum Nazariyesi”, Hayat, Sayı 51, 17 Teşrinisani (Kasım), Ankara, s. 493-494.

³ Bu cümledeki bozukluk yazarın kendi ifadesinden kaynaklanmaktadır.

İki Albert’in “Michelson ve Einstein” Çifte “Karşılaşmaları” Ömür Akyüz¹

Birinci karşılaşma: Işığın hızı mutlakdır

Prusya/Polonya doğumlu Albert Michelson iki yaşındayken ailesi ABD’ye göçerek California’ya yerleşti. Özel izinle Annapolis Deniz Kuvvetleri Akademisine girdi. İlk görev yıllarında optik seyr aygıtlarına olan ilgisi gelişerek onu fiziğe yaklaştırdı. İlerleyen yıllarda bu ilgi onu ışık hızını ölçmeye ve bunun için yeni düzenekler geliştirmeye götürecekti.

Bu çalışmaları sırasında bir uzunluk standardı elde etmek için bir girişim aygıtı (kendi adıyla anılan girişimölçer/interferometre, Michelson girişimölçeri) geliştirdi. Girişimölçeri ışığın, onu titreşimleriyle oluşturup taşıdığına inanılan antik çağların hayali “esir kavramıyla” ilişkisini saptamak için kullandı. Edward Morley ile birlikte 1887’de gerçekleştirdiği bu deneye “Michelson-Morley (M-M) deneyi” denir. James Clerk Maxwell 1865’te yayınlanan eserinde ışığın elektromanyetik alanın salınımları olduğunu gösteren matematiksel yapıyı ortaya koymuştu.

Maxwell de ışığın, esirin bir tür mekanik davranışı (titreşimi) olduğu kanısındaydı. Michelson, M-M deneyiyle esirin –varsa bile– ışığı taşımadığını ortaya koydu.

M-M deneyinin felsefesi aslında lise öğrencilerinin korkulu rüyası olan “nehir problemi”yle özdeş. Örneğin, otobüs giderken içinde yürüyen yolcunun, oturma göre yürüme hızı sokakta duran bir yayaya göre olan hızından farklıdır. Esiri otobüs gibi düşünün, ışığı da içinde yürüyen yolcu. Ama burada sanki yürüyen yolcunun ayakları otobüsün döşemesinde “kayıyor”, yani ışığın hızı “dışarıda” duran bir gözlemci tarafından da aynı ölçülüyor. Bu, ışık hızının mutlak oluşunu gösteriyor. Bir “esir rüzgârı” varsa bile, ışığı bunun dalgalanmaları olarak düşünmek doğru olmuyor, çünkü M-M deneyi esirin ışığı taşımadığını gösteriyor.

Albert Einstein 1905 yılında özel görelilik kuramını kurarken dayanağı, Maxwell’in ışık için ortaya koyduğu matematiksel yapıdaki ışık hızı değerinin, hiçbir maddesel özelliğe bağlı olmamasından dolayı gözlemcinin ve varsa taşıyıcı ortamın hareketinden bağımsız olması gerektiği düşüncesi idi.² Ancak bunu gösterdiği makalesinde M-M deneyine değinmemişti. Belki bundan gerçekten haberi yoktu, ama ne olursa olsun Görelilik Kuramının *ilk deneysel* kanıtı bu makaleden 18 yıl önce gerçekleşen M-M deneyidir.

İkinci karşılaşma: Yerçekimi dalgaları

Einstein’ın ününü fizikçiler çevresinin dışına çıkaran şey Isaac Newton’un devinim (hareket) ve çekim (yer çekimi/kütle çekimi) kuramlarında bulunan ve “apayrı” fiziksel anlamlar içeren iki “farklı” kütle kavramının aslında aynı şey olması gerektiğini ileri süren genel görelilik kuramıdır. Einstein’ın 1907’de geliştirmeye başladığı (1915’te tamamlanan) kuramı 16. yüzyıldan beri pek anlaşılmadan eşit işlemi gören eylemsizlik ve yerçekimi kavramlarının aslında eşdeğer/özdeş olduklarını söylüyor.

Einstein, bu kuramla ışığın düşen cisimler gibi yer/kütleçekiminden etkilenmesi gerektiğini ileri sürmüştü³ (1911) –bunun, 1919’daki güneş tutulması sırasında Arthur Eddington’ın önderliğinde gözlenmesi Einstein’ı kısa zamanda *dünya çapında ünlendirdi*– ve ayrıca astronomların yıllarca önce Merkür’ün yörüngesinde fark ettikleri çok küçük bir kaymayı açıklamıştı (1915).

Genel görelilik kuramı zaman içinde başka şeyler de söyledi; ancak birçoğunun gözlenmesi teknik ve fen bilimsel zorluklar yüzünden zaman aldı. Bunlardan birisi, evrenin yapısında çok önemli yeri olan yerçekimi/kütleçekimi olarak adlandırdığımız kuvvetin etki alanında dalgalanmalar olacağıdır (elektromanyetik alanlardaki dalgalanmalarla oluşan ışık gibi). Bunlar 20. Yüzyılın son çeyreğinde, çift yıldızların davranışlarında gözlemlendiler; ama buralarda oluşan kütleçekimi dalgalanmasının dünyamıza da eriştiklerinin gözlenebilmesi ancak 2016’da kesinlik kazandı.⁴ İşte Einstein’ın genel görelilik kuramının, kendisinden 129 yıl sonra gelen son kanıtını veren “LIGO” deneyinin temel bileşeni de M-M deneyinin, yani Michelson girişimölçerinin dev bir örneğidir.

İlginçtir, Albert Michelson optikteki başarımlarıyla 1907 yılında ABD’ye ilk Nobel Ödülü’nü getirirken; Albert Einstein, 1905-1915 yılları arasındaki en “çarpıcı” başarımları olan *Özel ve Genel Görelilik* kuramları için değil bunların dışındaki çok önemli diğer başarımı olan fotoelektrik olayı 1905’teki açıklamasıyla 1921’de Nobel Ödülü aldı. Oysa Michelson yaşasaydı belki de LIGO ile ikinci Nobel’ini alacaktı!

Ama eminim, “öbür dünya” varsa ve Einstein ile Michelson (üçüncü kez!) orada karşılaşılsa şimdi *çifte kutlama* yapıyorlardır.

¹ Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü emekli öğretim üyesi

² Yıllar sonra ifade ettiğine göre üniversiteye gitmeden önceki yıllarında Alp dağlarında yürüyüş yaparken buzullardan yansıyan ışıklara bakarak kendi kendisine “bir ışık ışını yakalarsam ne olur?” diye sormuş. Özel görelilik kuramını özünde içeren Maxwell kuramı “ışığın yok olacağını”, özel görelilik kuramı ise kütleli bir nesnenin ışık hızına erişmesi için “sonsuz enerji gerekeceğini” söylüyor.

³ 1911’de bulduğu sonucun (“On the Influence of Gravitation on the Propagation of Light”, *Annalen der Physik* [35], 1911) gözlenmesi için gerekli tam güneş tutulması için 1914’e kadar beklemek gerekmişti. 1914’te gözlem için Rusya’ya giden Alman astronomlar, I. Dünya Savaşı başlayınca tut-sak alındıklarından gözlem yapılamadı. Einstein bu arada yaptıklarında bir kusur görerek 1915’te, ilk bulduğundan tam iki kat büyük bir değer hesapladı! Eğer savaş çıkmayıp gözlem 1914’te başarıyla yapılabilseydi, Einstein’ın 1911 sonucu yanlışlanacak, 1915 sonucu ise bunun üzerine yapılmış bir “düzeltme” olmakla değer yitirecekti.

⁴ Reyhan Oksay, “Evren ilk kez bizimle konuştu, ne dediğini anladık”, *Herkese Bilim Teknoloji*, 16 Mart 2016, Sayı 1, s. 14.

“Hezarfen/Polymath” Nedir? Son Hezarfen Kimdir?

Ersin Yurtsever¹

Bilim dünyasında çok tekrarladığımız bir cümle vardır: “Kolay problemlerin hepsi çözülmüş ve geriye kalanlar da zor olanlar”. Hakikaten günümüzde yeni fikirler ve sonuçların ortaya çıkması genelde çok büyük ekipler ve maddi destekler gerektiriyor. Bazen tek bir olayı anlayabilmek için senelerini veren bilimciler var. Bunun nedeni ise zor problemleri çözmek için o kadar çok bilgiyi bir araya getirmek gerekiyor ki bu, bir bilimcinin aynı anda değişik sorunlara bakmasını neredeyse imkânsız kılıyor.

Çok eskiye gittiğimiz zaman, bilim dallarının şimdiki isimlerinin bile bilinmediği zamanlarda, her doğa olayını sorgulayan, anlamaya çalışan insanlar vardı ve filozof olarak bilinirlerdi. Modern bilim ortaya çıktıktan sonra özelleşme başladı, ama gene de ünlü bilimcilerin hayatlarına baktığımız zaman onların fizik, kimya ve matematikte ve hatta fizyolojide ciddi katkılarını görüyoruz.

Bu tip bilim insanlarına takılan bir isim ise “polymath”. Henüz Türkçemizde tam bir karşılığı yok gibi. On parmağında on marifet diyebilirsiniz ama bu ifade, yapılan katkıları biraz küçümser bir havada. Ekşi sözlük “birden fazla branşta ihtisas sahibi olan insan” olarak tanımlıyor. Vikipedi “hezarfen” ismini kullanıyor “çok bilen, elinden birçok iş gelen” diye tanımlıyor. Hezar Farsça bin anlamında. Ama bu

kelimeler de bilimin ilerlemesine yapılan önemli katkıları tam olarak vurgulamıyor. Tabii burada önemli katkılardan kast edilen iki ayrı fizik problemini çözmek değil, değişik alanlarda yapılan buluşlar, teoriler ve açıklamalar.

Günümüzde Polymath sıfatını gerçekten hak edenler var mıdır sorusuna daha sonra değineceğim ama yeni çıkan bir kitapta² son polymath olarak Hermann von Helmholtz anlatılıyor. Helmholtz ismi, Helmholtz serbest enerjisi tanımıyla bilhassa kimyacılar için çok yakındır.

Bilim hayatına doktor olarak başlayan Helmholtz aynı zamanda fizik ve matematik alanında da kendini yetiştirdi. İlk ününü 1847 de yazdığı “enerjinin korunumu üzerine” isimli makalede bu yasanın matematiksel temellerini belirleyerek aldı. Makale, sadece bugün fizikokimya kitaplarında bahsedilen gazların genleşmesi, moleküler çarpışmalar gibi olaylara değil, aynı zamanda elektrodinamik, elektros-tatik ve galvanik sorunlara da değiniyor ve hatta adalelerin kasılmasındaki etkisini de gösteriyordu.

1851 yılında Helmholtz ikinci büyük katkısını oftalmoskopu icat ederek yaptı. Bu aletle gözün içinin muayene edilmesi mümkün oldu. 1856’da fizyolojik optik el kitabını yayınladı ve hemen arkasından da sıvıların hareketini incelediği ve topolojik fikirleri içeren “vorteks hareketlerinin hidrodinamik denklemleri” makalesini yazdı.

Daha sonra matematiksel fiziğe yönelen Helmholtz, müzik teorisi, Fourier serilerinin kullanımı ve öklidyen olmayan uzayın özellikleri üzerine çalışmalar yaptı. Ölümünden sonra teorik fizik ders kitapları 6 cilt olarak yayınlandı.

Günümüz hezarfenlerinden

Tabii son “polymath”in kim olduğu, tanımınızı nasıl yaptığınıza bağlı olarak değişir. Helmholtz’un düzeyinde olmamakla beraber bu sınıfa katılabilecek bir isim Henri Eyring’dir (1901-1981). Meksikalı bir Mormon ailenin çocuğu olan Eyring, bilimsel hayatını Princeton ve Utah Üniversitelerinde geçirdi. Ününü kimyasal tepkimelerin hızlarını açıkladığı ve temelinde istatistiksel fiziği kullandığı “geçiş hali teorisi-TST” ile almışsa da kuantum mekaniğinin moleküllere uygulanması alanında da önemli katkıları oldu. Pek çok bilim insanı tarafından TST nedeniyle Nobel ödülünü alması gerektiği ifade edildi (TST baz alınarak yapılan başka çalışmalara Nobel ödülü verilmiştir). Lisans eğitimini metalürji mühendisliğinde yapan Eyring, bilhassa İkinci Dünya Savaşı sırasında tekstillerin mekanik özellikleri ve patlayıcıların patlama mekanizmaları üzerinde de önemli katkılarda bulundu.

İkinci bir örnek ise Avusturya kökenli Carl Djerassi’dır (1923-2015). Djerassi’nin büyük ünü ilk doğum kontrol hapını bulmasından geliyor. Bir organik kimyacı olan Djerassi, 1951 yılında Syntex şirketinde çalıştığı dönemde norethindrone sentezledi. Bu madde bilinen en kuvvetli doğum kontrol hapı olarak kullanılıyor. Bu şirketle ilişkisini sürdüren Djerassi aynı zamanda Wayne State ve Stanford Üni-

versiteleri'nde de akademisyen olarak görev yaptı. Doğal ürünler üzerine yaptığı çalışmaların arasında çok kullanılan antihistaminler ve topikal kortikosteroidler da bulunuyor. Diğer önemli katkısı ise malzemelerin optik özellikleri üzerineydi. Bir maddenin üzerine polarize edilmiş ışık yollandığı zaman, gelen ışık dalga boyuna göre değişik açılarda döner. Bu da o maddenin yapısının anlaşılması için önemli bilgiler verir. Djerassi, maddenin özelliklerini anlamaya yönelik tekniklerin geliştirilmesi ve yayılmasında önemli rol oynadı. "Optical rotatory dispersion-ORD", "manyetik dairesel dikroizm-MCD" ve kütle spektroskopisi kullanımını dünyaya tanı. *Optical Activity* (Optik Faaliyetler) adlı kitabı o kadar çok sattı ki, bahçesindeki yüzme havuzunun dibinde "Bu havuz *Optical Activity* ile yapılmıştır" yazıyor.

1986 yılından itibaren edebiyat alanına giren Djerassi, oyunlar, şiirler ve kısa hikâyeler yazdı. "Tiyatroda Bilim" ve "Hikâyede Bilim" olarak isimlendirdiği bu ekolde çok değişik dile çevrilen eserler üretti.

Günümüzde hezarfenlerin var olması zor ama bir o kadar da önemli, yeni buluşlar ancak interdisipliner çalışmalar yapan ve yaratıcı düşünebilen insanların fikirlerinden doğacak.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

² David Cahan, *The Last Polymath*, University Chicago Press, 2018.

MATEMATİK

Gerçeğe Dönüşen Rüya: Matematik Köyü

Ayhan Dil¹

Ali Nesin'i diğer pek çoklarından farklı kılan en önemli özelliklerinden birisi matematik camiasında, ülkesinde ve hatta dünyada büyük çaplı değişimler yapabileceğine dair inancı ve çabasıdır. Yetinmeyen, var olanın ötesine geçmeye çalışan kişiliğidir. Bir şeyi yapmayı kafasına koyduğunda sanki yarını yokmuşçasına bugün elinden geleni var gücüyle yapmaya çalışan birisi olmasıdır.

Türkiye'ye döndükten sonra bu değişim ve dönüşüm yapma inancı ve girişimi giderek büyüyen bir etki alanı oluşturdu. İstanbul Bilgi Üniversitesi'nin kendisine sağladığı imkânları zorlayarak matematik bölümünü Türkiye'nin ve dünyanın en iyi bölümlerinden birisi yapmak için varını yoğunu ortaya koydu. Bölümdeki derslerin içerikleri ve saatlerinden, ders anlatma biçimine ve sorduğu sorulara kadar hemen her şeyi alışılmışın dışında şeylerdi. Hafta içi dersler yetmedi hafta sonu öğrencilerini alıp Çatalca'da Nesin Vakfı'nda derslere devam etti. Tabii bu sıra dışı çalışma anlayışı hayranlık kadar eleştirileri de getirdi.

O sıralarda *Matematik Dünyası* dergisinin sorumluluğunu da aldı. Dergide Ali Nesin'in etkisi hemen fark edildi, çünkü o matematiği anlatırken mekanik bir dil-den ziyade daha derinlikli, edebi, esprili ve didik didik eden bir üslubu seviyordu. Onun bu tarzı kısa zamanda dikkat çekti. *Matematik Dünyası* dergisi artık lise öğrencilerinden başlayarak tüm matematik severlerin okuduğu bir yazın haline geldi. Daha genç bir kitleyi de hesaba katmanın değeri zaman içerisinde çok daha iyi anlaşıldı. Dergiye ve Ali Nesin'e ortaöğretim öğrencilerinden mektuplar, e-postalar yağmaya başlamıştı. Küçük yaşlarda matematikle tanıştırdığı, ilgilerini çekmeye başardığı kitle ilerleyen yıllarda meyvelerini verdi, bu gençlerin bazıları uluslararası çapta iyi matematik okullarına yerleşip eğitimlerini tamamladılar ve bilim insanı oldular. Ali Nesin'in yönettiği ve yazılarının önemli bir kısmını yazdığı *Matematik Dünyası* dergisi on binlerce sayılık bir tiraja ulaştı.

Bütün bu işleri yürüttüğü sırada, matematik bölümü öğrencileriyle çalışmak için güz ve bahar döneminin hafta içi ve hafta sonlarının da yetmediğini düşünüp yazları da derslere devam etmeye karar verdi. Ve kısa bir süre sonra kendisine has biçimde, bu yaz okullarının kapısını isteyen başka okulların öğrencilerine de açtı. Ülkenin bir köşesinde başka bir şeyler yapmak isteyen ama koşulları elvermeyen gençlere de elini uzatmıştı. Yaz okulları başlangıçta her yıl bir başka şehirde yapılıyordu. Bu yaz okullarında Ali Nesin'i yalnız bırakmayan birçok değerli akademisyeni de unutmamak lazım. Sonunda Ali Nesin ve Sevan Nişanyan kendi mekânlarını (köylerini) kurma hayalinin peşinden gitmeye karar verdiler.

İlk zamanlarda kaçak göçek bir yapı, derme çatma çadırlar, taş ocaklarda pişirilen

yemekler, sığağın alınındaki inşaat işleriyle başlayan bir serüven. İzmir'in Selçuk İlçesi'nin Şirince Köyü'nün birkaç kilometre yakınında bir arazide kendi çalışma alanlarını inşa etme çabasına girişen bir grup matematikçi ve gönüllünün emekleriyle bu hayal gerçekleşmeye başladı. İnşaat izninden eğitim iznine, su izninden elektrik iznine kadar her şeyin mücadelelerle, direnişle kazanıldığı bir yer. *Matematik Dünyası* dergisinin kısa zamanda ilgi görmesi gibi Ali Nesin'in Nesin Matematik Köyü (NMK) de büyük bir ilgi toplamaya başladı. İkinci yılında onlarca farklı üniversiteden akademisyenler ve gençler köye gelmeye başladı; güzel bir bilgi paylaşımı ortamı doğdu. Yaşayan en büyük matematikçilerden birisi olan Robert Langlands, öngörüsünün ne kadar güçlü olduğunu köye en başından yaptığı hem manevi hem de maddi destekle bir kez daha göstermiş oldu. Yaptığı bağışla köyün ilk kapalı dersliklerinden birisi olan Langlands dersliği inşa edildi.

Köyün birkaç yapısına sürekli yenileri eklenmeye devam etti. Kapalı ve açık derslikler, yemekhane, yatakhaneler... Hamam, çalışma terasları... Prefabrik evler, çamaşırhane... Giderek sayıları artan çadırlar. Yeni evler... Ama Sevan Nişanyan ve Ali Nesin köye daha ihtişamlı yapılar kazandırma hayallerinde hız kesmediler. Görenleri hayran bırakan Sevan Nişanyan Kütüphanesi. Bunlar da yetmedi, yeni açık hava Tosun Terzioğlu amfisi ve Cahit Arf dersliği. Artan ve çadır kente dönen çadırlar.

Bu arada NMK artık lise öğrencilerini de kabul ediyordu. İki haftalık programlara gelen yüzlerce liseli. Uzayan yemek kuyruklarını azaltmak için yapılan ikinci yemekhane. NMK kendi zeytinini, zeytinyağını, meyvelerini üretmeye, hatta bunlardan bir miktar gelir elde etmeye bile başladı. Köyün kendi ekmeğini üretmesi için bir de ekmek fırını yapıldı. Ama bunlar da yetmedi, köye bir kule dikildi, teorem kulesi. Uzaklardan bakanlara köyün yerini söyleyen, kenarda kuytuda çalışanlara, dinlenenlere akşamları yanan ışıklarıyla canlılık belirtisi sunan bir kule.

Ali Nesin ders sırasında öğrencilerle göz teması kuruyor, soyut kavramları dahi resimler çizerek olabildiğince anlaşılır hale getiriyor. Matematiği temellerinden inşa ederken öyle heyecanla anlatıyor ki bir süre sonra merak ve heyecan izleyiciye de bulaşıyor. Not yok, diploma yok, sertifika yok sadece öğrenme ve öğretme isteği gerekiyor köy programlarına katılabilmek için.

Ali Nesin tüm bunlara öncülük ederken, hayalleriyle sınırları zorlarken yalnız değil. Başta matematik, felsefe ve sanat camiası olmak üzere onun bu çabasının kıymetini bilen önemli bir kitle var. Her yıl köye yurt içinden ve yurt dışından yüzlerce akademisyen ders vermeye geliyor. Bunun yanı sıra kendisinin de her zaman ifade ettiği gibi varından değil yoğunundan veren insanlar... Köyün ve vakfın her çağrısına elinden geldiğince destek olan, yapılacak her şeye baştan açık çek veren halk. Bir çağrıyla birkaç haftada milyonlarca TL toplayıp sunan halk. Halkı için varını yoğunu ortaya koyan birileri ve onlar için varını yoğunu ortaya koyan bir halk. Ali Nesin'in görünür kıldığı en güzel şeylerden birisi de bu belki de.

Ve köyün çalışanları, çok çalışan, NMK'yi bir işyeri gibi değil kendi evi gibi görüp bu işin bir parçası olmayı benimseyen bir ekip. Bir de çalışanların yetişemediği işleri kotaran gönüllüler var. Sadece yurdun dört bir köşesinden değil İspanya'dan Kore'ye, Sırbistan'dan Fransa'ya kadar dünyanın dört bir yanından gelip NMK'de buluşık yıkayan, yemeğe, temizliğe, peyzaja yardımcı olan insanlar. Köy onların sayelerinde yemyeşil, tertemiz, her aksaklığın hemen giderildiği bir organizasyona sahip. Tabii insanlar deyince hayvanlara haksızlık etmemek lazım. Köyde huzur ve keyif içinde yaşayan, bazıları köyün varoluşundan beri her anına tanık olan, hatta zaman zaman derslere katılan kediler, köpekler başta olmak üzere kuşlar, böcekler vd.

NMK yaz okullarına en küçük 8. Sınıfı bitiren öğrenciler katılabiliyordu. Ama ilköğretimdeki çocuklarının da köyden faydalanmasını isteyenler çoğaldı. Sonunda hafta içlerine ve sonlarına birkaç günlük ilköğretim programları konulmaya başlandı. Okulları ve rehber öğretmenleri eşliğinde gelen öğrenciler “derin matematik” dersleri görüyor ve çevreyi geziyor. Bu derin matematik dersleri Ali Nesin'in en çok övündüğü işlerinden. Onlu yaşlarındaki çocuklara ciddi bir problemi açıklıyor ve sonra onların çözümü düşünmelerini istiyor. İlk bakışta neredeyse imkânsız bir beklenti.

Hele bu hız çağında, test soruları çağında, her soru için bir dakika verilen çağda. Bir süre soruya bakıp kalakalıyor çocuklar. Sonra elleri mahkûm düşünüyorlar, uzun uzun düşünüyorlar, deniyorlar. Uzun uzun düşünmenin ne kadar doğal, ne kadar keyifli olduğunu fark ediyorlar. Önce heyecanla birkaç yanlış girişim yapıyorlar, ama yanlış yapmanın bu işin doğasında olduğu, korkmamaları gerektiği anlatılıyor. Ve belki bir belki iki saat sonra doğru cevabı bulan birkaç öğrenci sınıfta büyük bir heyecan yaratıyor ve diğer öğrenciler de cesaretleniyor. Çözemeyenler de çözüme çok yaklaşıyor, dokunuyor adeta. Soru çözüldüğünde ah! diyorlar çok yaklaştım, hadi yine oynayalım, bu defa kesin çözeceğim! Kendilerine zaman tanınan, değer verilen çocukların içlerindeki cevherin ortaya çıkmasının hazzı. Ali Nesin bunları gördükçe köye bir Fen Lisesi açma hayalini daha da büyük bir tutkuya dönüştürüyor. Yıllardır aklında olan bu lise projesi için de şimdilik çok büyük engeller var.

Matematik Köyü elbette sadece Matematik Köyü olarak kalmadı, köy öyle güzel ki, farklı alanlardaki toplantılarını köyde düzenlemek isteyen gruplar yer ve zaman bulabildikçe köyde etkinlikler düzenleyebiliyor. Bir otelin bir salonu ve lobisine sıkışan toplantılara bir köy sunuluyor. NMK'nin neredeyse tüm yıl boyunca programı dolu.

Matematik Köyü'nün ve Ali Nesin'in tanımlayıcı özelliklerinden biri de özgürlük. Alabildiğine özgürlük. Köy kimseyi bir hayat biçimine zorlamıyor, insanlar kendilerini olabildiğince özgür hissediyor. Belki de yaz gelsin de bir an önce köye gideyim diyen insanların içinde bu özgürlüğün neşesi, yeni şeyler öğrenecek olmanın, değerli insanlarla tanışacak olmanın merakı var.



Bütün bunlar ve çok daha fazlası NMK'nin başarısını uluslararası boyutlara taşıdı. Dünyanın en prestijli dergi ve gazetelerinde² köyle ilgili yazılar yayımlandı. Ali Nesin ülkemizde ortaöğretim öğrencilerinden başlayarak her seviyeden binlerce kişinin ilgisini çekmeyi, birçoklarının hayatını değiştirmeyi başardı. Ve tam da bu doğrultuda matematiğin yaygınlaştırılması ve eğitiminde öne çıkan isimlere verilen dünyanın en prestijli Leelavati Ödülü'ne layık görüldü. Umuyoruz ki bu büyük ödül Ali Nesin'e hayali olan Fen Lisesi'ni açma yolunda bir kredi sağlar.

Nesin Matematik Köyü'nü bir nedenle ziyaret eden, derslere katılan, araştırma için gelen herkesin katılacağı üzere Ali Nesin bu ödülü sonuna kadar hak etti. Kendisini tebrik ediyoruz, bizlere umut verdiği, güç verdiği, örnek olduğu için. Yaşasın matematik köyüne emeği geçen herkes.

Yazının hazırlanması sırasında destek olan Cihan Pehlivan ve Eren Mehmet Kırıl'a teşekkürler...

¹ Akdeniz Üniversitesi Matematik Bölümü öğretim üyesi

² Örneğin: Krishnaswami Alladi ve Gabriela Aslı Rino Nesin, (2015). "Nesin Mathematics Village of Turkey", *Notices of the American Mathematical Society*, 62(6), s. 652-658.

Erdős Sayısı Nedir?

Ersin Yurtsever¹

Paul Erdős 20 Eylül 1996'da 83 yaşında hayatını kaybetmiş ünlü bir matematikçi. Biyografisi Paul Hoffman tarafından *The Man Who Loved Only Numbers* (Sadece Sayıları Seven Adam²) ismiyle yayınlandı. Budapeşte'de doğan Erdős'ün hayatı pek çok açıdan ilginç. Öncelikle muhtemelen en fazla sayıda makale yazmış matematikçi oldu. Hayatı boyunca çoğu sayı teorisi üzerinde olan ama matematiğin diğer alanlarını da kapsayan 1475 makale yazdı. Günümüzde makale sayılarındaki büyük artışların ışığında bile bu sayı çok yüksek. Ötesinde hemen hepsi ciddi yenilikler getirdiği gibi bir kısmı da çığır açan eserler oldu.

Erdős'ün başka bir ilginç yönü hayatını tamamen matematiğe adanmasıydı. Evlenmemiş, sürekli bir iş sahibi olmamış, hiçbir hobisi (matematik dışında tabii ki) olmadığı gibi evi de olmamıştı. Eski bir bavulla matematikçi dostlarını ziyaret eder, onlarla yaşar, çalışır ve ev sahibi yorulduğu zaman başka bir dostuna geçerdi. Kendisine has bazı ifadeleri vardı. Örneğin her çocuk bir "epsilon"du. Bir dostunun kapısını çaldığında çalışmaya hazır olduğunu anlatmak için "beynim açık" derdi.

Erdős sayısına gelince... 25'ten fazla ülkede matematik çalıştığı söylenir ve bazı makaleleri de kıyıda köşede kalmış dergilerde çıkmıştır. Hoffman'ın kitabına göre Paul Erdős'in beraber makale yazdığı 485 matematikçi vardır. Bu şanslı 485 kişinin Erdős sayısı 1'dir.³ Eğer Erdős sayısı 1 olan gruptan biriyle bir makale yazmışsanız, o zaman Erdős sayınız 2 olur. Erdős sayısı 2 olan gruptan biriyle makale yazmışsanız Erdős



sayınız 3'e çıkar. Bu şekilde muhtemelen sayı teorisinde adı geçen pek çok insanın bir Erdős sayısı vardır. Erdős sayısı 1 olan bir Türk matematikçi yok ama 2 sayısına ulaşan ve aralarında Mete Soner, Haluk Oral, Ahmet Alkan, Murat Sertel, Cem Yalçın Yıldırım ve Selda Küçükçifçi'nin de bulunduğu epeyce isim var.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

² Paul Hoffman, Sadece Sayıları Seven Adam, Çeviri: Derya Kömürcü, Sistem Yayıncılık, 1999.

³ Oakland Üniversitesi, Erdős Number Project'e (<https://oakland.edu/enp/thedata/>) göre bu sayı 511 dir. (Erişim tarihi: 21 Aralık 2018)

Doğum Günü Problemi

Ersin Yurtsever¹

Doğum günü problemi, istatistik alanında çok bilinmekle beraber, duymamış olanlar için ilginç bir olasılık sorusudur. Birçok yerde “doğum günü paradoksu” olarak da geçer. Aslında paradoks yaratacak bir konu değildir. Ama insan beyninin özellikle üssel hesap yapmadaki güçlüğü ve soruya içgüdüsel olarak verilen yanıt ile hesabı doğru yapıp bulacağınız sonuçların farklılığını “paradoks hissini” ortaya çıkarıyor.

Soru basit: “N sayıda insanın katıldığı bir toplantıda, en az iki kişinin aynı doğum gününe sahip olma olasılığı nedir?”

Artık yılı hesap dışında bırakırsak ve eğer bu toplantıda iki kişi varsa, olasılık

$$O_2 = 1 \times \frac{1}{365} = \% 0,27$$

Çünkü ilk kişinin doğum günü herhangi bir gün olabilir ve bunun olasılığı 1'dir. Diğeri için 365 seçenek olduğuna ve bütün günlerin eşdeğer olduğunu var sayarsak (her ne kadar mevsimlere ve aylara göre doğum istatistikleri değişse de) iki doğum gününün aynı gün olma olasılığı % 0,27 olarak bulunur.

Şimdi eğer bu partide 20 kişi varsa iki kişinin doğum günlerinin aynı gün olma olasılığı kaç çıkar?

Biraz tembellik edip içgüdümüzle yanıt vermek istersek, olasılığın 1/365'in 20 katından az olamayacağını ve muhtemelen biraz daha fazla olacağını düşünürüz. Bu da % 5-6 gibi bir yanıttır. Çünkü 2 kişide bu olasılık 1/365 ve 365 kişide ise 1 olmalıdır. Beynimiz lineer düşünmeye alıştığı için doğrusal oranlamayla yanıt ararız.

Şimdi biraz çaba harcayıp doğru olasılığı bulmaya çalışalım. Grubumuz 3 kişiden oluşuyorsa, 2 kişide uyguladığımız yöntemi kullanamayız. Çünkü 3 çift oluşturabiliriz

(1 ve 2; 1 ve 3; 2 ve 3; 1, 2 ve 3 numaralı kişiler) ve bunların hepsinin olasılıklarını toplamak gerekir. Bunun yerine, problemi başka türlü düşünelim.

“Bir partide bulunan 3 kişinin doğum günlerinin hepsinin farklı olma olasılığı nedir?”

İki kişinin doğum günlerinin birbirinden farklı olma olasılığı

$$P_2 = \frac{365}{365} \times \frac{364}{365}$$

olmalı. Üçüncü kişi için:

$$P_3 = \frac{365}{365} \times \frac{364}{365} \times \frac{363}{365}$$

olarak bulunur. Bu şekilde N=20 için olasılık:

$$P_{20} = \frac{365 \times 364 \times 363 \times \dots \times 346}{365^N}$$

ve herhangi bir N içinse olasılık

$$P_N = \frac{365 \times 364 \times 363 \times \dots \times (366 - N)}{365^N}$$

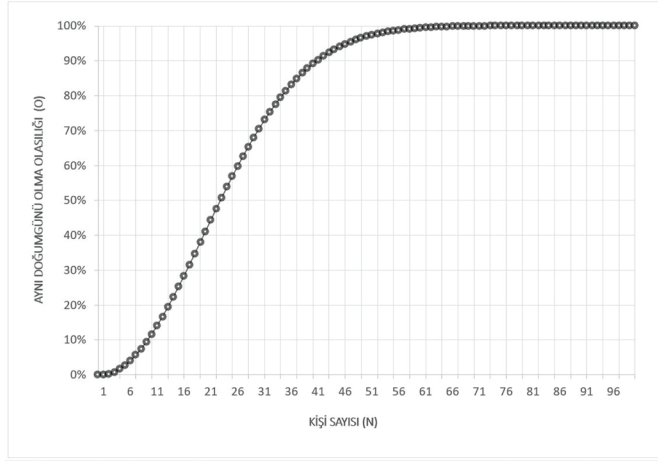
olarak bulunur.

Bu sayıyı değişik şekillerde hesaplamak mümkün. En kolayı bir Excel dosyasında her N için, farklı doğum günü olma olasılığını hesaplamak:

$$P_N = P_{N-1} \times \frac{366 - N}{365}$$

Doğal olarak iki kişinin aynı gün doğma olasılığı $O=1-P$ 'dir. Bu şekilde 20 kişi arasında iki kişinin aynı günde doğma olasılığı % 41 olarak bulunur. Bu da ilk tahminimiz olan % 5-6'dan çok daha fazladır.

Grafik kişi sayısı ile bu olasılığın artışını gösteriyor. Artış lineer değil. 50 kişi için olasılık % 97'yi buluyor. Şaşırdınız değil mi?



Görsel 7: Grafik, toplulukta bulunan kişi sayısına (N) göre aynı doğum gününe sahip en az iki kişi bulunması olasılığı gösteriliyor. 20 kişilik bir topluluk için olasılık % 41 olurken, 23 kişi için olasılık % 50'den biraz fazla çıkıyor.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

Milli Piyango Yılbaşı Çekilişi Kazanma Olasılıkları

Defne Üçer Şaylan¹

31 Aralık 2017'de yapılmış Milli Piyango yılbaşı çekilişi büyük ikramiyesi 61 milyondur, 31 Aralık 2018'de bu ikramiye 70 milyon. Bu kadar parayı bir anda kazanabilecek olma fikri insanda şansını deneme isteği uyandırıyor. Fakat bu şansın matematiksel değerine bir göz atmakta yarar var.

Normalde 6 rakam içeren Milli Piyango biletleri yılbaşına özel 7 rakamla oluşturuluyor. Her rakam 0-9 arasında 10 farklı değer alabiliyor. Dolayısıyla

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10.000.000$$

adet birbirinden farklı bilet numarası var. Bilet numarası derken 0000000, 1234567, 5682940, 7774447 gibi birçok farklı durumdan bahsediyoruz.

Çekiliş yapılırken bu bilet numaralarının her birinin çıkma olasılığı birbirinin aynı. Yani çekilişte büyük ikramiyenin elinizdeki bilet numarasına çıkma olasılığı 10 milyonda bir.

- Milli Piyango'nun sene içinde yapılan diğer çekilişlerinde 6 rakam olduğuna göre 1 milyon farklı bilet numarası üretiliyor. Normalde büyük ikramiyeyi yakalama olasılığınız 1 milyonda bir yani yılbaşındaki durumun 10 katı daha fazla.
- Ortalama sıklıkta saçlı olan biriyseniz, saçınızda yalnız bir beyaz tel olsa ve nerede olduğu hakkında hiçbir fikriniz olmasa, rastgele bir saç telinizi koparsanız beyaz teli yakalama şansınız aşağı yukarı 100.000'de 1. Çünkü ortalama bir insanın kafasında 100.000 saç teli var. Bu olasılık yılbaşı çekilişinde büyük ikramiye çıkma olasılığının 100 katı daha fazla!
- 52 kartlık standart bir oyun destesinde *üst üste* 4 tane as çekme olasılığınız 270.725'te 1. Yılbaşı çekilişinde büyük ikramiyenin sizi yakalama olasılığının yaklaşık 36 katı kadar.

Büyük ikramiyeyi boş verelim ve diğer ikramiyelerin çıkma olasılıklarına bakalım. Büyük ikramiyeyle birlikte 2.952.205 adet ikramiye dağıtılıyor. Yalnız bu ikramiyelerin çoğunu 1000 TL'nin altındaki ikramiyeler oluşturuyor.

Aşağıdaki tabloda 2016'nın yılbaşı çekilişinde dağıtılan ikramiyeler ve bu ikramiyeleri kazanma olasılıkları görülüyor.

Çekilişte kullanılan rakamlar	Miktar (TL)	Şanslı numara adedi	İkramiye adedi	Kazanma olasılığı
Tüm rakamlar	60000000	1	1	10 milyonda 1
Tüm rakamlar	5000000	1	1	10 milyonda 1
Tüm rakamlar	2000000	1	1	10 milyonda 1
Tüm rakamlar	1000000	1	1	10 milyonda 1
Tüm rakamlar	500000	1	1	10 milyonda 1
Tüm rakamlar	100000	20	20	500 binde 1
Tüm rakamlar	50000	30	30	1 milyonda 3
Tüm rakamlar	10000	50	50	200 binde 1
Tüm rakamlar	5000	100	100	100 binde 1
Tüm rakamlar	3000	200	200	50 binde 1
Tüm rakamlar	2000	300	300	100 binde 3
Tüm rakamlar	1000	500	500	20 binde 1
Son 6 rakam	500	100	1000	10 binde 1
Son 5 rakam	400	100	10000	Binde 1, %0,1
Son 4 rakam	300	40	40000	Binde 4, %0,4
Son 3 rakam	200	20	200000	Yüzde 2, %2
Son 2 rakam	120	7	700000	Yüzde 7, %7
Son 1 rakam	60	2	2000000	Yüzde 20, %20

Görsel 8: İkramiye adetleri ve miktarlar 2016 yılbaşı çekilişinden alındı. 2017 yılbaşı büyük ikramiyesi 60 milyondur. Buna ek olarak 2016 yılında 63 adet 60.000 TL değerinde teselli ikramiyesi verilmiştir.

1000 TL ve daha fazla olan ikramiyeler için çekilişte bilet numarasının tüm rakamları belirleniyor. 1000 TL'den daha küçük ikramiyeler için ise son 6, 5, 4, 3, 2 raka-

mı için çekiliş yapılıyor. Amorti için biletin yalnız son rakamı için çekiliş yapılıyor. Sonuç olarak 1000 TL'nin altındaki ikramiyeler için şanslı numara adedinden daha fazla ikramiye var.

Örneğin: 40.000 TL için belirlenen 40 adet bilet numarasının yalnız son 4 rakamı için çekiliş yapılıyor ve ikramiye diğer 3 rakamın alacağı tüm değerler için geçerli. Bu üç rakam $10 \times 10 \times 10 = 1000$ farklı değer alabiliyor. Dolayısıyla 40 adet şanslı numaranın her biri için 1000 farklı bilet numarası ikramiye kazanıyor. Yani 40.000 adet bilet, 40.000 TL ikramiyeyi kazanıyor.

Tabloya baktığımızda 5000 TL çıkma olasılığı 100 binde bir. Yani yukarıda bahsettiğimiz tek bir beyaz saçımız olduğu ve biz nerede olduğunu bilmediğimiz durumda, rastgele koparılan bir saç telinin beyaz çıkması olasılığıyla eşit.

İkramiye bedeli 200 TL'ye indiğinde kazanma olasılığı % 2'ye çıkıyor. Amorti tuturma yani bilet parasını geri alma olasılığımız ise % 20.

Tam, yarım, çeyrek?

10 milyon farklı numara olan Milli Piyango biletlerinde tam bilet, yarım bilet ve çeyrek bilet uygulaması var. Tam bilet sahibiyse ve bir ikramiye sizin bilet numarasına çıkarsa o zaman ikramiyenin tamamı sizin oluyor, biletiniz yarım ise ikramiyenin yarısını, çeyrek ise ikramiyenin dörtte birini alabiliyorsunuz. Yani yarım ve çeyrek biletiniz varsa, ikramiyeyi aynı numaradan bileti olan diğer kişilerle paylaşıyorsunuz.

Dolayısıyla her bir bilet numarası için yarım biletler 2 adet, çeyrek biletler ise 4 adet basılıyor. Ayrıca bilet numaralarının % 85'i çeyrek, % 10'u yarım, % 5'i tam bilet olarak basılıyor (2016 verisi)

Durum böyleyse belli bir numaraya ikramiye isabet ettiğinde bu numaranın çeyrek bilete ait olma olasılığı % 85, yarım bilete ait olma olasılığı % 10 ve tam bilete ait olma olasılığı % 5 oluyor. Yani büyük ikramiye büyük (% 85) olasılıkla çeyrek bilete vuracak.

Gazete haberlerinde “Çeyrek bilet % 85 daha şanslı!” gibi başlıklar görebilirsiniz. Çeyrek bilet alırsanız büyük ikramiyeyi kazanma şansınız artıyor gibi bir izlenim veriyorsa bu doğru değil. Başka bir deyişle, büyük ikramiyenin çeyrek bilete çıkma ihtimali (% 85) tam bilete çıkma ihtimalinin (% 5) tam 17 katı olsa da, toplam çeyrek bilet numarası da tam bilet numarasının 17 katı olduğundan elinizdeki bir çeyrek bilete büyük ikramiye çıkma olasılığı ve elinizdeki bir tam bilete büyük ikramiye çıkma olasılığı aynı.

Tam, yarım veya çeyrek bilet alarak büyük ikramiyeyi kazanma şansınızı değiştirmeniz mümkün değil. Unutmayalım, her numara için kazanma olasılığı aynı: 1/10000000 veya 10 milyonda bir.

Kazanma olasılığınızı arttırmanın tek yolu, fazla sayıda bilet almak. Mesela 10 adet bilet alırsanız büyük ikramiyeyi kazanma şansınız 1 milyonda 1'e çıkıyor.

100 adet bilet alırsanız büyük ikramiyeyi kazanma şansınız şu beyaz saç telini bulma olasılığı kadar yükseliyor ama bu arada, çeyrek biletin 15 TL olduğu düşünülürse, hem en azından 1500 TL harcamış oluyorsunuz hem de büyük ikramiye kazanma olasılığı hâlâ çok düşük.

¹ Sarkac.org editörü

² Eğer bu 10 bileti seri halinde (yani son rakamı 0-9 arası tüm değerleri alacak şekilde seçerseniz) o zaman amortileri garantiliyorsunuz. Yani hepsini çeyrek alırsanız (31 Aralık 2017 yılbaşı çekilişi için olan fiyatlarla) 150 TL harcıyorsunuz ama amortilerden en az 30 TL'sini geri alabiliyorsunuz.

Matematiğin En Şık Denklemi!

Ersin Yurtsever¹

Günlük kullanımda şıklık daha çok giyim-kuşam, araba gibi maddi objelerle ilişkilendirilir veya az da olsa şiir, öykü, film gibi iletişim araçları için kullanılır. Buna karşılık bilimde “şıklık” kavramının olması biraz garipsenebilir. Aslında bilimsel bir problemin çözümünde birden fazla yol/yöntem kullanılabilir ve bunların bir kısmı için “daha şık” diyebilirsiniz.

Gerçi günümüzde merak saikası araştırmadan sonuca odaklı araştırmaya geçiş hızlanıyor. Bir zamanlar moda olan “sanat için sanat mı yoksa toplum için sanat mı” tartışmasına benzer bir durum yaşıyoruz. Sonuca/uygulamaya verilen önem arttıkça, “şıklık” kavramı da galiba biraz önemini kaybediyor.

Matematikte ise şıklık/güzellik çokça dile getirilen bir kavram. Paul Erdős'ün dilinden: “Sayılar neden güzeldir? Bu Beethoven'in 9. senfonisinin neden güzel olduğunu sormak gibi bir şey. Eğer onu görmüyorsanız, size kimse anlatamaz. Sayıların güzel olduğunu biliyorum. Eğer onlar da güzel değilse, hiçbir şey güzel değildir.”

Matematik alanında en şık denklem için bir genel kanı oluşmuş durumda. Leonhard Euler'in adıyla “Euler formülü” olarak tanınan

$$e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$$

Eşitliğinin $\theta=\pi$ için olan özel durumu, “Euler denklemi” olarak biliniyor:

$$e^{i\pi} = -1$$

Euler denkleminin şıklığı, matematiğin en temel sayıları olan e, π (en bilinen iki aş-

kın yani “transcendental” sayı), i (birim sanal sayı) ve 1 ’i (çarpmaya göre etkisiz eleman) bir araya getirmesidir. Ama dikkat edilirse başka bir temel sayı olan 0 ’ın (toplamaya göre etkisiz eleman) eksikliği hissedilir. O zaman biraz değiştirip daha sık hale getirebilirsiniz:

$$e^{i\pi} - 1 = 0$$

Bütün bu sayılar birbiriyle ilişkili olmamakla beraber, bu eşitlikte bir araya geliyor. Euler denklemi ayrıca üç temel işlemi (toplama, çarpma ve üssel) içeriyor.

Euler denklemiyle ilgili bazı anekdotlar:

Richard Feynman, 14 yaşında günlüğüne “matematikteki en dikkate değer formül” diye not düşüyor. Keith Devlin “Davut heykelinin veya Mona Lisa’nın matematikteki karşılığı” olduğunu söylüyor. Paul J. Nahin ise “matematiksel güzelliğin altın standardı” olarak tanımlıyor.

Bu ünlü bilim insanlarının ifadeleri yanında 2003 yılında Los Angeles’teki bir davada da Euler denkleminin adı geçiyor. Eko-terörist bir grup protesto için bir araba satıcısının depolarını ateşe verirler. Bu arada da grafitiyle bazı yazılar yazarlar. Bu yazılardan biri de Euler denklemidir. Buradan yola çıkarak polis suçluların birinin California Institute of Technology’de bir teorik fizik öğrencisi olduğunu bulur. Öğrenci mahkeme sırasında bu yazıyı yazma nedeninin, herkesin Euler denklemini bilmesi gerektiğine inancı olduğunu söyler.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

Dünya'nın Çevresine Bir İp Saralım

Ersin Yurtsever¹



Görsel 9: Dünya'nın etrafını bir iple sardığımızda ve daha sonra bu ipin uzunluğunu 1 metre artırdığımızda ipin yerden yüksekliği Y kadar olur.

Dünya'nın etrafını sıkı sıkı saracak bir ip bulalım ve saralım. Eğer Dünya'yı çevresi 40.000 kilometre olan mükemmel bir küre olarak düşünersek ipin uzunluğu yaklaşık 40.000 kilometre olacaktır. Şimdi bu ipi 1 metre uzatalım ve tekrar Dünya'nın etrafına saralım. İp daha uzun olacağı için doğal olarak biraz gevşek bir sarma olacak ve ip yerden belirli bir miktar yükseklikte olacaktır.

Bu yüksekliğin ne kadar olacağını tahmin edersiniz? Tahmininizi aklınızda tutun.

40.000 kilometre ve 1 metre (m) karşılaştırılınca bu yüksekliğin çok çok az olacağı düşünülür, ama neye göre az?

Basit bir geometrik model kullanarak çözelim. Dünyanın yarıçapına metre diyelim, ipin ilk uzunluğu olur. Şimdi ipe 1 metre ekleyince yeni yarıçap olsun, böylece çevrenin değeri de olur.

$$2\pi R' = 2\pi R + 1m$$

$$2\pi(R' - R) = 1m$$

Yeni durumda ipin yerden yüksekliği olsun. yeni ve eski yarıçapların farkına eşittir, yani:

$$Y = R' - R$$

Yukarıdaki eşitliğe geri dönersek:

$$2\pi Y = 1 \text{ m}$$
$$Y = \frac{1 \text{ m}}{2\pi} = 16 \text{ cm}$$

Burada bulduğumuz 16 santimetre yeryüzündeki ölçeklere göre hiç de küçük bir değer değil. Ama 16 santimetreyi Dünya'nın yarıçapı olan 6300 kilometre ile karşılaştırmalıyız.

İşin ilginç yanı bu problemin yanıtının aldığınız kürenin boyutundan bağımsız olması, yani ister Jüpiter'in etrafını isterseniz bir portakalı sardığınız ipe 1 metre ekleyin, ip her defasında sarıldığı yere 16 santimetrelik bir gevşeklikle sarılacaktır.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

Oyun Teorisi ve Thaler'in Tahmin Oyunu

Ersin Yurtsever

Oyun teorisi, bireylerin kendi davranışlarını içerisinde bulundukları gruptaki bireylerin davranışlarına göre analiz etmelerine ve strateji geliştirilmelerine olanak sağlayan bir bilim dalıdır. Aslında her aldığımız karar ve gerçekleştirdiğimiz eylem hem diğer bireylerden etkilenir hem de onları etkiler. Küçük çocuklara takım sporuna başladıkları zaman ilk yapılan uygulamalardan biri, hepsine el ele tutuşup koşmalarını söylemektir. Eğer beraberce hareket edemezlerse grubun koşamayacağını görürler ve takım olmanın önemini anlamaya başlarlar.

Oyun teorisi, ekonomi ve matematik arasında paylaşılmakta ise de pek çok durumda kullanılabilir. Amaç diğer bireylerin olası davranışlarını gözleyip en iyi stratejiyi belirlemektir. Örneğin briç oyununda amaç, ortağınızla beraber rakiplerinizden daha fazla puan almaktır. Duplike olarak bilinen bir briç oyununda ise, çok sayıda masada aynı kâğıtlar dağıtılır ve oynanır. Burada kazanmak için amaç, masanızdaki rakibi yenmek değil sizinle aynı kâğıtları oynayan çiftlerden daha iyi puan almaktır. Masanızda 620 puan kaybetmeniz bile, eğer diğer masalardaki çiftler 650 kaybetmişse, siz o elde birinci olursunuz. O zaman stratejinizi belirlerken, diğer çiftlerin nasıl davranacağını da düşünmek ve bazen de normal oyunda rasyonel olmayan kararları almanız gerekebilir.

Doğal olarak bütün diğer bireylerin davranışlarını tam olarak kestirmek mümkün olmadığı için, oyun teorisi problemlerinde sonucu tahmin edecek modeller kurulur ve değişik stratejiler tartışılır. Aynı bilgisayarlarda oynanan strateji oyunları gibi.

Oyun teorisinden verilebilecek en basit örneklerden biri John Maynard Keynes'in güzellik yarışmasıdır. Bu yarışmada bir gazetenin okuyucuları, verilen bir dizi fotoğraftan en güzel kadını/erkeği seçerler. Seçilen fotoğrafa oy veren okuyucular ise ödüllendirilir. Eğer bu oyunu tek kişi olarak oynarsanız, doğal olarak en beğendiğiniz fotoğrafa oy verirsiniz. Ama bu oyunun sayısı bilinmeyen bir okuyucu kitlesi tarafından oynandığını ve sizin de ödülü kazanmak istediğinizi düşünelim. O zaman en beğendiğiniz değil ama diğer okuyucuların en beğeneceğini düşündüğünüz fotoğrafa oy vermeye yönelmeniz gerekir. Stratejiniz, bu gazetenin okuyucularının hangi yüzleri daha çok beğeneceğini tahmin edebilmenize dayanır.

Biraz daha karmaşık ama şık bir oyun ise Richard Thaler'in² tahmin oyunudur. Thaler, 1997 yılında *Financial Times*'ta bir oyun yayınladı. Okuyucular 0 ile 100 arasında bir sayıyı gazeteye bildirecekler. Güzellik yarışmasından biraz farklı olarak amaç en çok seçilen sayıyı değil ortalamanın $2/3$ 'üne en yakın sayıyı tahmin etmek. Bu durumda yarışmayı ve ödülü kazanmak için nasıl bir strateji uygularsınız ve hangi sayıyı seçersiniz?

Eğer her yarışmacı rastgele bir sayı önerirse ve çok sayıda katılımcı olursa ortalamanın 50 olması gerekir. Bu sayının $2/3$ 'ü ise 33 olacağından, kazanmak isterseniz 33 sayısını seçmeniz yetecektir. Ama biraz daha düşünelim. Bu tartışmayı yapabilen her yarışmacı, yani ortalamanın 50 olması gerektiğini bilen ve bunu $2/3$ 'ünün 33 olacağını hesaplayabilen her yarışmacı, 33 sayısını seçecektir. Herkes aynı aklı yürütürse, ortalama da 50 değil 33 olacaktır. Bu durumda seçilmesi gereken sayı da 22 olur. Tabii bu tartışmayı devam ettirerseniz, seçilmesi gereken sayı sıfıra kadar düşer.

Başka bir düşünme biçimi de şu olabilir. Yarışmacıların seçebilecekleri en yüksek sayı 100 olduğu için ortalama 100'den fazla olmaz ve bunun $2/3$ 'ü is 67'dir. Demek ki 67'den daha yüksek bir sayıyı seçerseniz, kazanma olasılığınız sıfırdır. O halde bütün yarışmacıların 67 ve daha küçük bir sayıyı seçmeleri gerekir. Ama hepsinin 67 seçmesi durumunda ortalamanın $2/3$ 'ü 45 civarında olacağı için, kimse 45'i geçmemesi gerekir. Görüldüğü gibi bu tartışmada da aynı noktaya geliyoruz ve sonunda sonucu sıfır olarak buluyoruz.

Gerçek yarışmaya 1382 kişi katılmış, ortalama 19 olmuş ve ödülü 13'ü seçenler kazanmıştır. Peki, neden?

İki ayrı tartışmada da yarışmacıların biraz matematik bileceklerini ve en önemlisi rasyonel davranacaklarını var sayıyoruz. Bunun gerçekleşmemesi için pek çok neden olabilir. Bazı yarışmacıların bu stratejiyi bildikleri halde, sıfır yanıtını anlamsız bulup, bir yerde döngüyü durdurma olasılığı çok da düşük değildir. Yani diğer yarışmacıların ne kadar rasyonel davranacaklarını bilmiyoruz.

Örneğin döviz kurunda veya borsada ani artışlar veya düşüşler olduğu zaman nasıl

davranmak gerekir? Başka yatırımcıların nasıl davranacağını bilerseniz stratejinizi geliştirebilirsiniz. Maalesef oyun teorisinin problemlerinin çoğu ciddi bir matematiksel temel gerektirir ve o nedenle sizlere nereye yatırım yapmanıza yönelik bir tavsiyede bulunamıyoruz.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

² Refet Gürkaynak'ın, Richard Thaler 2017 Nobel Ekonomi Ödülü'nü aldığı anda ödüle layık görülen çalışmalarını anlattığı yazısı için bkz. s. Xxx.

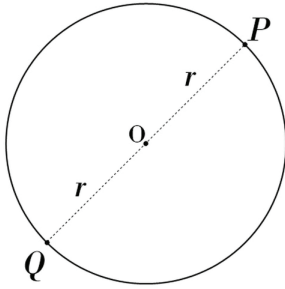
Karşınızda $\pi = 3,1415926535...$

Ayhan Dil¹

π (π) sayısı nedir merak ediyorsanız, π sayısının sonsuza giden basamaklarını ezberlemeye niyetiniz varsa, π sayısını mı Tau (τ) sayısını mı desteklemek konusunda kararsızsanız veya τ sayısı da ne ola ki diyorsanız bu yazı size göre.

Pi sayısı nedir?

Herhangi bir çember için, çemberin çapı (R) yarıçapının (r) iki katıdır. Yani $R=2r$ olur.



Çemberin sınırları boyunca uzanan mesafeye çemberin çevresi denir ve $\mathcal{C}$ harfiyle gösterilir.

Çemberin şekline bakarak $\mathcal{C}$ sayısının $2R$ sayısından büyük olduğu görebiliriz, çünkü P ile Q arasındaki çember üzerindeki mesafe (aynı biçimde Q ile P arasındaki çember üzerindeki mesafe) R sayısından büyüktür. Bunun sonucunda da $\mathcal{C} > 2R$ olur. Eğer yeterince dikkatli bakarsanız $\mathcal{C}$ sayısının $3R$ 'den büyük olduğuna bile ikna olabilirsiniz.

Eğer ki dairesel bir cismin çapını ve çevresini birbirleriyle kıyaslamak istiyorsanız cismin etrafını bir ipe sarabilirsiniz. Sonra bu ipin uzunluğunu çapın uzunluğuna bölersiniz. Madeni bir parayı, bir şişenin altını, bir tabağı ya da devasa bir çemberi ölçmeniz fark etmez, hepsinde bulacağınız şey aynı:

$$\frac{\mathcal{C}}{R} \sim 3,14$$

Bu sayıya π diyoruz. Yunan alfabesinde “p” sesini vermek için kullanılan bir harf olan π , “pi” diye okunuyor. π ’yi tamı tamına bir çemberin çevresinin, çapına oranı olan sabit sayı olarak tanımlıyoruz. Yani,

$$\pi = \frac{Ç}{R}$$

ve bu π her çember için aynı!

Bunu bir çemberin çevresini veren bir formül olarak da yazabilirsiniz: R uzunluğunda bir çapa ya da r uzunluğunda bir yarıçapa sahip bir çember için; $Ç=\pi R$ ya da $Ç=2\pi r$ olur.

π sayısının kesirli bir sayı olmadığı, yani iki tam sayının oranı biçiminde yazılamayacağı biliniyor. Bu başka bir açıdan şuna denk: Ondalıklı biçimde yazarsanız bu yazımda virgülden sonraki kısım bitmez (sonsuz ondalık basamaktan oluşur) ve birbirini tekrar eden bir yapıda devam etmez.

π sayısından bahsederken söylemeden geçemeyeceğimiz bir şey daha var, π sayısı aşkındır, yani rasyonel katsayılı hiçbir polinomun kökü değildir.

Geometri başta olmak üzere matematiğin hemen her alanında karşımıza çıkan π sayısı ile ilgili daha bahsedecek çok şey var ama 14 Mart Pi Günü’nün hatırasına biraz geyik yapalım.

π sayısını anmak ve ezberlemek²

İnsanların hayranlığı sebebiyle (ve süper bilgisayarların hızını ve duyarlılığını test etme metodu olmasıyla), π sayısının trilyonlarca basamağı hesaplandı. Bu kadar basamak bilmeye kesinlikle ihtiyacımız yok. Sadece kırk basamakla gözlemlenebilir evrenin çevresini, en fazla bir hidrojen atomunun çapı kadar hata payıyla ölçebilirsiniz!

π sayısı kendine neredeyse bir tarikat oluşturmuş durumda. Birçok insan 14 Mart Pi Günü’nde π sayısını kutlamayı çok sever, ki bugün aynı zamanda Albert Einstein’ın da doğum günüdür.

Tipik bir Pi Günü, hem gösteriş hem de tüketim amaçlı hazırlanmış matematiksel temalarla süslenmiş pastalar, Einstein kostümleri ve tabii ki π ezberleme yarışması içerir. Yarışmanın katılımcıları genellikle π ’nin onlarca basamağını ezbere bilirler ve bu yarışmaların kazananının yüzlerce basamak ezberlemiş olması çok garip değildir. Bu arada, π sayısının basamaklarını ezberlemede güncel dünya rekoru Hindistan’dan Rajveer Meena’ya ait, kendisi 21 Mart 2015 yılında π ’nin 70.000 basamağını ezberden okumuştur! *Guinness Rekorlar Kitabı*’na göre, Rajveer Meena’nın bu

basamakların hepsini ezberden okuması da yaklaşık on saat sürmüştü.

İşte karşınızda π sayısının ilk 100 basamağı:

$\pi = 3,141592653\ 5897932384\ 6264338327\ 9502884197\ 1693993751$
 $0582097494\ 4592307816\ 4062862089\ 9862803482\ 5342117067 \dots$

Yıllar içinde insanlar π 'nin basamaklarını ezberlemek için yaratıcı yöntemler geliştirdiler. Bir yöntem her bir kelimenin π 'nin bir sonraki basamağını veren uzunlukta olduğu cümleler kurmaktır. Örneğin; “Sen o yolu o hızla uçabildin mi?” cümlesinin kelimelerinin uzunlukları sayısının yedi basamağını verir:

3,141592

Etkileyici bir örnek 1995 yılında Mike Keith tarafından yazılmıştı; bu örnek 740 basamağı veriyordu ve aynı zamanda Edgar Allan Poe'nin “Kuzgun” adlı şiirinin bir parodisiydi. Sıfır sayısı için 10 harfli kelimeler kullanılmıştı. Keith daha sonra işi büyüterek, 3835 basamak veren *Cadaeic Cadenza*³ isimli bir eser, 10.000 basamağı veren bir kitap da yazmıştı.

Ancak bu kelime uzunluğu metodunun ciddi bir problemi var. Cümleleri, şiirleri ya da hikâyeleri ezberleyebilseniz bile, her bir kelimedeki harf sayısını hızlı bir şekilde belirlemek pek mümkün değil.

Hemen hemen bütün matematikçiler π sayısının matematikteki en önemli sayı olduğu konusunda hemfikirdir. Ancak π sayısını kullanan formüllere ve bunların uygulamalarına bakarsanız, göreceksiniz ki birçoğunda π sayısı 2 ile çarpılmış bir şekildedir. Yunan alfabesi harflerinden τ (tau) bu değeri temsil etmek için kullanılır:

$$\tau = 2\pi$$

Birçok kişi inanıyor ki; eğer zamanda geri gidebilseydik ve π sayısını değiştirebilseydik, matematiksel formülleri ve başlıca trigonometrik konseptleri π yerine τ kullanarak daha basit şekillerde ifade edebilirdik. Bu fikirler şık ve eğlenceli bir şekilde Bob Palais tarafından yazılmış “ π Yanlıştır!”⁴ ve Michael Hartl tarafından yazılmış “Tau Manifestosu”⁵ başlıklı makalelerde açıklanmıştı. Buradaki ana argüman, çemberlerin yarıçapları temel alınarak tanımlanması ve bir çemberin çevresini yarıçapıyla kıyasladığımız zaman $\mathbb{C}/\mathbb{R}$ elde etmemiz. Bu akımın önümüzdeki on yıllarda nasıl gelişeceğini görmek ilginç olacak.

τ sayısının destekçileri kendilerine *tauist* diyorlar ve doğru olanın kendi fikirleri olduğuna ciddi ciddi inanıyorlar, ancak geleneksel gösterime de toleranslı davranıyorlar!

Şimdi τ sayısının ilk yüz basamağını aralarında boşluklar olacak şekilde vereceğiz. Dikkat edelim ki, τ sayısı 6 ve 28 sayıları ile başlıyor, bunların ikisi de mükemmel sayılar. Öz bölenleri toplamına eşit olan pozitif tamsayılara “mükemmel sayı” denir. Mesela $6=1+2+3$, $28=1+2+4+7+14$. Peki, bu tesadüf mü? Tabii ki. Ama eğlenceli bir tesadüf.

$\tau = 6,283185307\ 1795864769\ 2528676655\ 9005768394\ 3387987502$
 $1164194988\ 9184615632\ 8125724179\ 9725606965\ 0684234135 \dots$

¹ Akdeniz Üniversitesi Matematik Bölümü öğretim üyesi

² Bu yazı Arthur Benjamin’in Basic Books tarafından 2015 yılında basılan The Magic of Math kitabından uyarlandı. Yazının çevirisi Uğur Doğan’a ait. Yeri gelmişken bir müjde verelim, bu kitabın Türkçe çevirisi “Matematiğin Sihirli Dünyası” adıyla Nika Yayınevi tarafından yayınlanacak.

³ Cadaeic Cadenza, <http://www.cadaeic.net/cadenza.htm> (Erişim tarihi: 10 Ekim 2018).

⁴ Bob Palais, (2001). “Pi is Wrong!”, The Mathematical Intelligencer Springer-Verlag New York, 23(3), ss. 7-8.

⁵ Michael Hartl, (2010). “The Tau Manifesto”, <https://tauday.com/tau-manifesto> (Erişim tarihi: 21 Aralık 2018).

Thatcher İlüzyonu: Mars Yüzeyinde Gerçekten İnsan Yüzü Var mı?

Albert Ali Salah¹

Annelerin yavrularına baktığı gelişmiş hayvan türlerinde genellikle beyinde anneyi tanımaya yönelik özelleşmiş bölgeler bulunur. İnsanda da anneyi tanıma ağırlıklı olarak annenin yüzünü hatırlamayla gerçekleşir. Bunun için beyinde bir bölgenin (fusiform girus) yüz tanıma konusunda özellikle ön plana çıktığını biliyoruz. Peki, bir görüntünün “insan yüzü” olarak algılanması nasıl gerçekleşiyor? Göz, burun ve ağız parçaları bulup bunları birleştiriyor muyuz? Yoksa yüzün tamamını, bir seferde mi algılıyoruz?

Bulgular hem parça bilgisinin hem de bütüncül bilginin kullanıldığını gösteriyor, ama bütüncül bilgi daha önemli. Bir kâğıda iki yan yana nokta, altına da bir yarım ay çizdiğimizde bunu hemen bir yüz olarak algılayabiliyoruz. Oysa ne noktalar insan gözüne benziyor ne de yarım ay dudaklar. İşte bu bütüncül bilginin etkisi; noktalar ve çizginin kâğıt üzerindeki dizilimi ve aralarındaki uzaklık ilişkileri beyinde işlenerek bize bu çizimin bir yüze ait olduğu hissini veriyor. Bazen yolda bulduğumuz taşlara, bulutlara veya gezegenlerin fotoğraflarına baktığımızda bir şeyleri insan yüzüne benzetmemiz bundan. Bu kitabın sonunda bulabileceğiniz Tayfun Akgül’ün montaj portrelerine bakarsanız, bu söylediklerim daha anlamlı gelecek.

1980 yılında, York Üniversitesi’nden Peter Thompson yüz görüntülerinin algılanmasında bütüncül bilginin önemini ortaya koyan bir deney yaptı.

Aşağıdaki fotoğrafta ters çevrilmiş iki yüz görüntüsü göreceksiniz. Thompson bu deney için o zamanın İngiltere başbakanı Margaret Thatcher’ın fotoğrafını kullanmıştı; biz tanınmış bir politikacı kullanmamayı tercih ettik. Fakat bu deneyi en sevdiğiniz politikacıyla da yapabilirsiniz. Yapmanız gereken şey ağız ve gözleri kesip, ters çevirerek tekrar yapıştırmak.



Görsel 11: Shutterstock

Normalde göz, burun ve ağız belli bir geometrik düzende bulmayı bekleyen beyniniz ters çevrilmiş yüzlere alışık olmadığı için bu yüz görüntü-

sünü kolaylıkla işleyemeyecek. Örneğin, tanıdık bir kişinin fotoğrafı kullanıldıysa, görenler bu kişinin kim olduğunu hemen söyleyemeyecek. Dahası, parça bilgisinin işlenmesi, geometrik bağlam ortadan kalktığı için çok zorlaşmış olacak. Bu yüzden de görüntüde bir terslik olduğunu muhtemelen ilk bakışta fark edemeyeceksiniz. İlk defa Thatcher'ın fotoğrafıyla yayınlandığı için bu etkiye Thatcher ilüzyonu deniyor. Görsel 11'deki problemin ne olduğunu bir kere fark ettikten sonra bile görüntü (ters olduğu sürece) sizi çok da fazla rahatsız etmeyecek. Oysa resmi bir de ters çevirip bakın!

¹ Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği öğretim üyesi, 2017 BAGEP Ödülü sahibi

Analitik Düşüncenin Sosyopolitik Görüşlerle İlişkisi

Adil Sarıbay¹

Orman yürüyüşünde karşınıza aniden bir yılan çıksaydı hiç düşünmeden geri sıçrardınız. İnsan zihni, çeşitli sosyal ve fiziksel durumlarda yavaş ve detaycı düşünmeye gerek duymadan davranışı otomatik olarak yönlendiren bu tür sezgiler üretir. Hayatta kalmamız için bu tür sezgiler son derece önemli. Aynı durumda bir zoolog, bu sezgisel tepkiyi bastırıp yılan türüne dair bilgisini hafızadan çağırarak gördüğü yılanın zehirli olup olmadığını değerlendirebilirdi. İnsan zihni, sezgisel tepkilerle beraber, daha yavaş ortaya çıkan ancak davranışlarına esneklik getiren zihinsel tepkiler de üretebiliyor. Bu analitik düşünce kapasitesi sayesinde insan, detaylı ve sistematik bilgi üretilip bu bilgilerin uygulamaya döküldüğü teknolojiler geliştiriyor.

Son birkaç senede, şimdilerde İstanbul Üniversitesi'nde doktorasını tamamlamak üzere olan eski öğrencim Onurcan Yılmaz'ın yüksek lisans teziyle başlayarak, düşünce stillerinin sosyopolitik görüşlerle ilişkisine dair çok sayıda araştırma tamamladık. Analitik düşünce stilini ölçmek için alanyazında sıklıkla kullanılan çeşitli araçları kullandık. Bu araçların ortak noktası insanın aklına hızla (hemen hemen hiç düşünmeden) gelen, sezgisel ama yanlış bir cevap tetikleyen bir dizi problem sunmaları. Bu problemlerde doğru sonuca ulaşmak için sezgileri kenara koyup biraz zihinsel çaba harcayarak, basit mantık (ve bazılarında matematik) ilkelerini kullanmak gerekiyor. Örnek bir soru: 5 makine 5 parçayı 5 dakikada üretiyorsa 100 makine 100 parçayı kaç dakikada üretir? Sorunun ilk kısmındaki 5-5-5 örüntüsü sebebiyle sezgisel düşünce 100 cevabını vermeye yeltense de doğru cevap bu değil. Bu testlerdeki başarı kişinin analitik düşünce eğilimine dair iyi bir fikir veriyor.

Bu araştırmalarda karşımıza çıkan son derece tutarlı bir sonuç var: Analitik düşünce eğilimi ekonomik muhafazakârlıkla (örneğin, zenginlerden daha çok vergi alınarak sosyal yardımın arttırılmasına karşı olmak) ilişki göstermezken sosyal muhafazakârlıkla (örneğin, geleneksel aile yapısını ve ahlak normlarını desteklemek; evli olmayan çiftlerin aynı evde yaşamasına karşı olmak gibi) olumsuz bir ilişki içinde. Yani analitik düşünce eğilimi daha yüksek olan insanlar sosyal açıdan daha liberal görüşleri benimseme eğiliminde. (Gerçekdışı yorumları engellemek açısından bu eğilimin psikoloji bi-

limindeki çoğu bulgu gibi, insan düşünce ve davranışlarının karmaşıklığı ve çok sayıda faktörden etkilenmesi sebebiyle, çok kuvvetli olmadığını vurgulamak isteriz.)

Bunu takiben yaptığımız çalışmalarda analitik düşünceyi deneysel olarak aktive ederek sosyopolitik görüşler üzerindeki nedensel etkisini araştırdık. İlk etapta Batı literatüründe analitik düşünceyi deneysel olarak aktive ettiği öne sürülen bazı manipulasyonları Türkiye'deki örneklemelerde kullandığımız zaman, işe yaradıklarına dair kanıt bulmak mümkün olmadı. Bunun üzerine kendimiz bir manipulasyon geliştirdik. Öncelikle yukarıda bahsettiğim analitik düşünce eğilimini ölçen testleri katılımcılara verdik. Hemen ardından katılımcıları bu tür sorularda sezgilerin yanıltıcı olabileceği konusunda uyararak verdiğimiz soruların doğru cevaplarını ve bu cevaplara götüren mantık yollarını açıkladık. Son olarak benzer yeni sorular vererek doğru cevaplara ulaşp ulaşamadıklarını kontrol ettik. Bu şekilde, deneysel olarak aktive ettiğimiz analitik düşüncenin, hemen ardından ölçülen sosyopolitik görüşleri daha liberal yöne ittiği konusunda bulgulara ulaştık.

Ancak bu etkinin çeşitli açılardan sınırlı olduğunu da söylemek gerekir: Örneğin, sosyopolitik görüşleri basit, soyut, tek taraflı ifadelerle (örneğin, "İdam cezası yasaklanmalıdır") ölçerek bu etkiyi yakalamamız mümkün olmadı. Daha uzun paragraflarla güncel bir toplumsal tartışmaya dair çeşitli (zıt görüşlerden) argümanları sunduğumuz zaman ise, bu argümanlara verilen tepkinin, analitik düşünce eğilimi aktive edilen grupta, daha liberal yönde olduğunu gördük. Dolayısıyla, kişilerin kemikleşmiş, hafızadan çağırarak verdikleri soyut tepkilerin analitik düşünce sayesinde farklı yöne kayması daha zor veya belki de imkânsız. Ancak bağlamsal olarak zengin bir tartışma içinde analitik düşünce, kişileri daha liberal yöne itiyor gibi gözüküyor.

Analitik düşünce ve ahlaki yönelimler

Diğer bazı araştırmalarda analitik düşüncenin deneysel aktivasyonunun ahlaki yönelimleri de etkilediğini gösterdik. Ahlaki Temeller Kuramı'na göre liberal ve muhafazakâr kişilerin ahlak anlayışında bazı farklar bulunmaktadır: Liberallerin ahlak anlayışı, adalet, eşitlik ve zarar vermeme gibi nispeten bireysel temalar üzerine kurulu; muhafazakârlarınki ise otoriteye saygı, iç gruba (örneğin, millet, etnik/dini grup) bağlılık gibi daha çok grup hayatını düzenleyen ve grup içi iş birliğini sıkılaştıran temalar üzerine kuruludur (muhafazakârlar, bireysenci temaları da önemserler). Yukarıdakine benzer şekilde analitik düşünceyi aktive ettiğimiz zaman katılımcıların hemen ardından bireysenci temaları daha fazla önemsemeye başladıklarını bulduk.

Bahsettiğimiz bulgular Batı'daki çalışmalara paralel. Batı'daki bazı araştırmalarda analitik düşüncenin modern hayat olgularını açıklama potansiyeli daha fazla göze çarpıyor: Örneğin son yıllarda gündemi çok meşgul eden komplo teorileri ve sahte haberlere inanma olasılığı, analitik düşünce eğilimi daha zayıf olan insanlarda daha kuvvetli. Bütün bunlar, eğitilmiş, güncel bilgi dağarcığına sahip, gündem hakkında



derin ve detaylı düşünüp medenice tartışabilen bir kitleyi varsayan demokrasinin aslında ne kadar kırılğan olduğunu da gözler önüne seriyor. Bunun yanında, liberal ve muhafazakâr diye tanımladığımız kesimlerin, aslında bir nevi farklı kültürler olduklarını ve birbirlerine yönelttikleri iletişimin karşılıklı olarak çoğu zaman boşa gittiğini de düşündürüyor. Bunun çözümüne dair felsefi tartışmalar bulunsa da psikolojik açıdan gerçekçi bir çözüme çok yakın olduğumuz söylenemez. Sezgisel düşüncenin insan hayatındaki yerinin daha iyi anlaşılması gerektiğine inanıyoruz. Ancak sezgisel düşüncenin sıklık ve kolaylıkla insanları yanılttığına dair çok sayıda araştırmayı ve sezgiselliğe yaslanan grup-odaklı ahlaki yönelimlerin ne kadar kolay yıkıcı bir noktaya varabildiğine dair yakın tarihimizdeki örnekleri göz önüne alınca, insan türünün kendine has en belirgin yetisi olan rasyonelitenin önemi kendiliğinden ortaya çıkıyor.

İçinde yaşadığımız çağda insan hayatını kolaylaştıran ve temel varoluşsal krizlerine çözüm getiren neredeyse tüm icatlar bu rasyonel düşüncenin ürünüdür. Fakat tek başına analitik bakışı aşırıya götürmek, bu araçların iyi etkilerini kötüye çevirebilmektedir (örneğin, antibiyotiğe dirençli bakteriler; fosil yakıt kullanımı sayesinde tetiklenen iklim değişikliği). Analitik düşüncenin (bütünsel bakışı destekleyen diğer zihinsel yetilerle birlikte) dengeli kullanılması daha iyi bir seçenek olabilir.

Ne yazık ki analitik düşünce, dingin ortam, zaman (sezgisel düşünceden daha yavaş ilerlemesi sebebiyle) ve motivasyona ihtiyaç duymaktadır. İklim değişikliğinin en yoğun etkileyeceği coğrafyada olan Türkiye’de, önümüzdeki yıllarda yaşanabilecek sel ve kuraklık gibi felaketler esnasında analitik düşüncenin yeşerebileceği ortam zayıflayabilir. Bu felaketlerin yaratacağı belirsizlik ve korkuyla başa çıkmak için insanlar sezgisel tepkilerle ürettikleri bazı gerçekdışı fikirlere daha fazla kapılabilirler. İnsan yapımı olan, uzun süredir bilinen ve gidişatını bir ölçüde öngörebildiğimiz bir olgu olan iklim değişikliği konusunda, 1999 depremi sonrasındaki ne benzer görüşlerin (örneğin hurafeler) yayılması muhtemeldir. Ne yazık ki bu tür görüşler bu felaketlere herhangi bir çözüm getirmeyecek, sadece toplumsal iş birliği ve felaketlere karşı savaşabilme kapasitemizi zayıflatacaktır. İnsanlık olarak, bizi ileriye taşıyan ortak tarihimizi hatırlayarak, siyasette ve sivil arenada analitik düşünceyi ön plana koyabilirsek, insan türünün refahını koruma şansımız devam edecektir.

¹Boğaziçi Üniversitesi Psikoloji Bölümü öğretim üyesi, 2018 BAGEP Ödülü sahibi

Toplumsal olayları ne derece hatırlıyoruz?

Sezin Öner,¹ Sami Gülgöz²

Birçok yazar ve aydın toplumsal hafızamızın zayıf olduğunu ve birkaç yıl gerisine dahi gitmediğinin altını çiziyor. Bilimsel yazında toplumsal olayların incelendiği uluslararası araştırmalara bakıldığında ise bireylerin hatırladıkları olayların daha çok gençlik yıllarından veya yakın zamanlardan olduğunu, bu dönemin dışında



kalanların pek hatırlanmadığını görüyoruz.

Türkiye’de Ali Tekcan ve arkadaşlarının³ yakın zamanda katılımcılarla yüz yüze görüşerek yaptığı araştırmada en önemli olayların yanı sıra mutluluk verici olay, en üzüntü verici olay gibi farklı duygularla eşlenik bireysel ve toplumsal olaylar soruldu. Hatırlanan olaylar incelendiğinde, bireysel olaylar bellek literatüründe anı tümseği adını verdiğimiz 15-30 yaşları arasında toplanırken, toplumsal olaylar için böyle bir tümsek gözlenmedi. Ancak hatırlanan toplumsal olaylar olay bazında incelendiğinde etkisi çok yüksek olan 12 Eylül Askeri Darbesi ve 17 Ağustos Depremi için anı tümseği belirginleşti.

Belki bu noktada kısaca *anı tümseği* kavramını biraz açmakta yarar var. Özellikle 45 yaş ve üstü yetişkinlere yaşadıklarından hatırladıkları sorulduğunda, hatırlanan anıların ağırlıklı olarak 18-30 yaş arasından geldiği görülüyor. Üstelik bu durum, sadece önemli veya sadece yoğun duygu içeren olaylar sorulduğunda da değişmiyor. Nedir bu dönemi farklı kılan?

O dönemde yaşanan olayların niteliği mi farklı, yoksa olayları kodlama avantajı sağlayan dönemsel bir biyolojik ayrıcalık mı var, hala tartışılan bir konudur. Bu tartışmanın kapsamı başka bir yazının konusu olacak kadar geniş. Ancak anı tümseğinin bireysel olaylarda olduğu gibi toplumsal olaylarda da görülmesi bu dönemin yaşam öyküsü bağlamında farklı bir düzenleyici rolü olduğunu düşündürüyor.

Biz de toplumsal belleği incelemek amacıyla yaptığımız bir araştırmada kişilere yaşamları boyunca gerçekleşen en önemli altı olayı sıralamalarını ve bunlara tarih vermelerini istedik. Çevrimiçi olarak yaptığımız araştırmaya 18-87 yaş arasında 1897 kişi katıldı. Katılım daveti çeşitli sosyal medya araçları aracılığıyla yapıldığından örneklemin ülke nüfusunu temsil ettiği iddia edilemez; zaten eğitim düzeylerinin çok yüksek olması da bunun göstergesi oldu. Örneklemimizin %64’ü kadın, ortalama yaşı da 34,4 olduğu gibi yarısına yakını üniversite mezunu, %30’a yakını da yüksek lisans veya doktorasını bitirmiş kişilerdi. Dolayısıyla bu araştırmada daha çok belirli bir eğitim düzeyinin üzerindeki kişilerin toplumsal olaylardan neler hatırladığı görülebildi.

Çok kapsamlı bir araştırma olduğu için tüm bulgulara burada yer vermek mümkün değil ama öne çıkan birkaç bulguyu sıralayalım. Araştırma bulgularını değerlendiren verilerin 2016 yılı Kasım ayında toplanmış olduğunu da vurgulamamız gerekir.

Yaşları ne olursa olsun tüm katılımcılara baktığımızda en çok dile getirilen beş olay sırasıyla Gezi olayları (505 kişi), 15 Temmuz kalkışması (451 kişi), 17 Ağustos depremi (255 kişi), 12 Eylül darbesi (165 kişi), ve AKP hükümetinin seçilmesi (130 kişi) oldu.

Her yaş grubundan aynı anıların hatırlanması da ilginç bir bulgu oldu. Türkiye tarihinde birçok önemli olay yaşanmasına rağmen geçmişteki bu olayları yaşayanlar bile son dönemdeki olayları en önemli olaylar listelerine dahil ediyorlar. Tekcan ve arkadaşlarının çalışması ile karşılaştırmalı bakılınca, bu araştırmada da anı tümseği ne katılımcı bazında ne de olay bazında gözlendi. Bu bulgular bize toplumsal hafızamızın niteliğini belirleyen unsurun hangi olayları belleğe yerleştirdiğimizden çok hangi olayları belleğimizden geri çekebildiğimiz olduğunu düşündürebilir. Şöyle ki, peş peşe yüksek önemde, duygusal ve etkileyici olaylar yaşanması adeta bellekte yer alan eski olayları baskılayıp, yakın zamandaki olayların öne çıkmasına neden oluyor.

¹ Kadir Has Üniversitesi, Psikoloji Bölümü öğretim üyesi

² Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Psikoloji Bölümü öğretim üyesi

³ Tekcan, A. İ., Boduroğlu, A., Mutlutürk, A., ve Erciyes, A. A. (2017). Life-span retrieval of public events: Reminiscence bump for high-impact events, recency for others. *Memory & Cognition*, 45, 1095-1112.

Yıldız Nedir?

Ali Alpar¹

Yıldız kendi ürettiği enerjiyi kullanarak ısıyan ve bu sayede yüksek sıcaklık ve basınçta kalarak kütleçekimi etkisiyle çökmeden dengede kalan bir gök cisimidir.

Evrendeki bütün cisimler Newton'un keşfettiği evrensel kütleçekimi yasasıyla birbirlerini çekerler. Büyük gaz bulutları içinde biraz daha yoğun olan kısımlar kütleçekimi etkisiyle çöker ve çevrelerinden ayrışırlar. Çöken cisim gitgide daha yoğun, daha sıcak olur. Sıcaklık, ortamdaki parçacıkların ortalama enerjisinden başka bir şey değildir.

Çöken bir topağın içinde sıcaklık yeterince artarsa hidrojen çekirdeklerinin (yani protonların) enerjileri iki proton arasındaki itici elektrik etkisini aşıp protonların birleşmelerine yetecek kadar yüksek olur. Aslında bu birleşme kuantum mekaniğinin öngördüğü tünelleme olayı sayesinde gerçekleşir. Gereken sıcaklık 10 milyon derece kadardır. Bu sıcaklıklarda birbirine yaklaşıp birleşebilen hidrojen çekirdekleri bir dizi tepkime sonucunda helyuma dönüşürler (termonükleer tepkime). Bu tepkime sonucunda bir miktar enerji açığa çıkar. Bu enerji üretimi ortamı hep aynı sıcaklıkta tutmaya yarar, öyle ki her saniye yıldızın yüzeyinden ısımayla kaybedilen enerji, yeni nükleer tepkimelerle üretilen enerjiyle karşılanır. Bu sıcaklığa oranlı olan gaz basıncı da belli kütledeki yıldız belli bir büyüklükte dengeler. Yıldız bu şartlarda nükleer yakıtı tükeninceye kadar ısıyacaktır. Bu da yüz milyonlarca hatta milyarlarca sürecek bir ömür demektir.

Bizim Güneşimiz de böyle doğal bir termonükleer enerji reaktörü yani bir yıldızdır.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri öğretim üyesi

Gezegen Nedir? Yıldız Olamayanlara Ne Olur?

Ali Alpar¹

“Yıldız Nedir?” yazısında anlattığımız gibi kütleçekimiyle çöken bir gaz topağı çöküp ısınırken atom çekirdeklerinin birbirleriyle birleşip farklı çekirdekler oluşturmalarına yetecek kadar yüksek sıcaklıklara erişebilir. Eğer bu sıcaklıklara erişirse ve çekirdek tepkimeleri başlarsa bu tepkimelerden açığa çıkan enerji ortamın hep sıcak kalmasını sağlar. Yıldızlar işte böylece kendi enerjisini üreterek sabit sıcaklık, yoğunluk ve hacimde dengede kalan gök cisimleridir. Yıldızın içinde devamlı üretilen enerji yüzeyden ışık olarak uzaya salınır.

Sıcaklık neye bağlı?

Gaz bulutunda kütleçekimiyle çöken toprakların ulaşabildikleri sıcaklık, kütlelerine bağlı.

Çökmeye başlayan topağın kütlesi bizim yıldızımız Güneş'in kütlelerinin onda biri kadar veya daha azsa hidrojeni yakıp Helyum yapmaya yetecek sıcaklığa ulaşmadan içindeki sıvı ve gazın basıncı kütleçekimini dengeleyebilir. Böylece cisim daha fazla çökmeden ve termonükleer enerji üretimini tetiklemeden belli bir yarıçap ve yoğunlukta dengeli bir yapıya kavuşur. Enerji üretemediğinden sıcak kalamaz, oluşumundan itibaren yüzeyinden ısıma yaydıkça mecburen soğuyup durur. Yıldız olamayan bu cisimlere “kahverengi cüce” denir. Bu cisimlerden yıldızlara göre çok daha fazla sayıda oluşur. Çok sönük olduklarından ve yaşlandıkça büsbütün soğuyup söndüklerinden, ancak yakınımızdaki kahverengi cüceleri gözleyebiliriz.

Güneş kütlelerinin onda birinden fazla kütleyle çökmeye başlayan topraklar nükleer tepkimeleri tetikleyecek kadar ısınıp yıldız olmayı becerirler. Öte uçta ise 100 Güneş kütleli veya daha fazla kütleyle yola çıkan topraklar çöktükçe o kadar ısınırlar ki içlerindeki ısınmının basıncı bu cisimleri kısa zamanda dağıtır parçalarını uzaya üfleyip atar.

Demek ki ancak 0,1-100 Güneş kütleli arasındaki cisimler yıldız olabilirler.

Çoğu zaman, bir yıldız oluşturacak olan gaz topağı çökerken, bir yandan döndüğü için topağın dış kısımlarındaki gaz ortada çöküp oluşan yıldızın etrafında yassı bir disk oluşturur. Zamanla yıldız parlarken disk soğur, gaz soğudukça toz taneciklerinden oluşur ve yer yer bunların toplaşmasından yeni topraklar ortaya çıkar. Bu toprakların kütleleri çok küçük olduğundan hiçbiri yıldız haline gelemmez. İçlerindeki sıvı ve gaz basıncıyla kütleçekimini dengede tutan bu cisimler ortadaki yıldızın etrafında dönmeye devam ederler. Bu cisimlere gezegen diyoruz.

Gezegenler kendi enerjilerini üretmediklerinden ısımaları yoktur. Ortadaki yıldızın ışığını yansıtırlar. Güneş sistemindeki gezegenlerin kütleleri Güneş kütlelerinin milyonda 1'i ile binde 1'i arasındadır. Dünyamız ve Mars gibi bazı gezegenlerin katı kabukları da vardır. Gezegenlerin Ay gibi uyduları, Satürn'ün etrafındaki gibi halkaları olabilir. Ayrıca Güneş sisteminde gezegenlerden ufak, kaya hatta taş parçaları kadar ufak asteroidler, buzlu kuyruklyıldızlar gibi küçük gök cisimleri de vardır.

1992 de ilk kez yakın yıldızlardan birinin etrafında bir gezegen bulundu. Artık hemen tüm yakın yıldızların etrafında teleskoplarımızla seçebildiğimiz *ötegezegen* sistemleri var. Tabii yakın veya uzak tüm yıldızların etrafında gezegen sistemleri olması akla yakın.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri öğretim üyesi

Yıldız Evrimi Nedir? Eski Yıldızlara Ne Olur?

Ali Alpar¹

Nasrettin Hoca'nın "Eski aylara ne olur? Kırpıp kırpıp yıldız yaparlar" hikâyesindeki gibi, "Eski yıldızlara ne olur?" sorusunu sorabiliriz. Mesela bizim yıldızımız Güneş'e ilerde ne olacak? Güneş sonsuza kadar hep şimdi olduğu gibi kalabilir mi?

"Yıldız Nedir?" sorusunu cevaplariken yıldızların nükleer tepkimelerle enerji ürettiklerini, bir yandan bu ürettikleri enerjiyi yüzeylerinden ısıyarak kaybettikleri halde hep sıcak ve dengede kaldıklarını görmüştük. Yıldızların sıcaklıklarını, parlaklıklarını, büyüklüklerini, yaşlarını ve hangi kimyasal elemanları bulundurdıklarını gözlemlerden öğrenebiliyoruz ve tüm bu özelliklerini nükleer tepkimelerle enerji üretimine dayanarak açıklayabiliyoruz.

Güneş, hidrojeni helyuma dönüştürerek, yani hidrojen tüketerek yaşıyor. Kömür yakan bir sobanın kömürü bitince sönmesi gibi Güneş'in de "yakacağı" hidrojen bitecek bir gün –hesaplara göre 5 milyar yıl sonra. Yakıt bitince sıcaklık ve basınç düşecek. Kütleçekimine karşı duracak basınç kalmayınca Güneş çökecek. Çökünce yeniden ısınacak, ısınacak ve sonunda bu kez helyumu nükleer tepkimelerle yakıp karbon ve oksijen oluşturabilecek kadar yüksek sıcaklıklara erişecek. Bu aşamada yeni bir yakıt türünden enerji üreten yeni bir yıldız türü ortaya çıkmış olacak.

İç kısımlarında Güneş'tekinden çok daha fazla enerji üretim gücüne (Watt) sahip bu yeni yıldız tipi yüksek sıcaklık ve basıncın sonucu olarak Güneş'inkinden çok daha büyük bir hacme ulaşana kadar şişecek. Bu tür yıldızlara "kırmızı dev" deniyor. Güneş'in evrimiyle ortaya çıkacak olan kırmızı dev dengeye ulaştığında o kadar şişmiş olacak ki iç gezegenler Merkür ve Venüs'ü yutacak. Dünya'nın yörüngesine de yaklaşmış (hatta belki ulaşmış) olacak, bu aşamada Dünya'nın okyanusları çoktan buharlaşmış Dünya kavrulmuş, hayat bitmiş olacak.

Nazım Hikmet'in "Masalların Masalı" şiirindeki gibi:

Güneş kalacak, sonra o da gidecek.

Yıldız evrimi, helyum da tükenince başka bir aşamaya geçecek, karbon, nitrojen, oksijen çekirdekleri de nükleer tepkimelerle daha büyük çekirdeklere dönüşecek. Her yakıt türü daha yüksek sıcaklıklarda, daha fazla güç üreten, daha çabuk ilerleyen tepkimelerle yandığı için yıldız evriminin her aşaması bir öncekinden daha çabuk yakıtını tüketiyor.

Güneş gibi hidrojen yakan "ana kol yıldızı" dediğimiz yıldızlar 10 milyar yıl kadar yaşarken, kırmızı dev aşaması 1 milyar yıl daha sonraki aşamalar ise 10 milyon yıl kadar sürüyor.

Demek ki nükleer yakıt tüketerek ısıyan yıldızlar, her bir yakıt türü tükendikçe ev-

rimleşip başka bir yakıt yakan yeni tür bir yıldıza dönüşüyorlar. Ama yakılabilecek yakıt türleri de sonlu, sonuçta temel fizik yasalarından dolayı olabilecek çekirdek türleri (yani Periyodik Tablo) sonlu.

Üstelik hafif çekirdeklerin birleşmesiyle enerji veren nükleer reaksiyonlar, demir, nikel ve kobalt çekirdeklerinin üretilmesiyle bitiyor. Çünkü bu elementlerin birleşmesi artık ortama enerji üretmiyor, tersine ortamdan enerji çekmeye ihtiyaç var. Karbon, nitrojen, oksijen yanmasından sonraki aşamalarda yıldız yeni bir denge bulamıyor, nükleer reaksiyonlar patlama hızıyla ilerleyip yıldızın dış katmanlarını uzaya üfürüyor. İç kısımları da giderek çöküyorlar.

Demir, nikel, kobalt ailesinden daha büyük tüm elementler işte bu son patlamalar sırasında ortamdan enerji çeken tepkimelerle oluşuyorlar.

Sözün kısası Büyük Patlama'dan sonra sadece hidrojen ve biraz helyum vardı. Helyum ve daha büyük tüm çekirdekler yani bütün periyodik tablo, çevremizdeki maddeyi ve bizim vücutlarımızı oluşturan neredeyse her şey yıldızlarda yapılmış. Maddenin yapı taşları olan atom çekirdekleri yıldız evriminin ürünleri.

Astronomlar, yıldız evriminin değişik safhalarındaki yıldızları tam da nükleer reaksiyonlara göre hesap edilen özellikleriyle gözlüyor. Bu hikâyenin bütün safhaları gözlemlerle doğrulanmış. Yıldız yapısının ve evriminin böylece anlaşılması çağdaş fiziğin büyük başarılarından biri.

Peki, sonra ne oluyor? Yakıt bitince yıldız çöküp yitecek mi? Kütleçekimini yakıt kullanmadan dengeleyebilecek başka bir temel fizik yasası var: iki elektronun “üst üste gelemeyeceğini” söyleyen Pauli İlkesi.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri öğretim üyesi

Beyaz Cüce Nedir?

Ali Alpar¹

Çıplak gözle gördüğümüz yıldızlar (Güneşimiz gibi sıradan “ana kol” yıldızları ve kırmızı devler) nükleer tepkimelerle enerji üreterek ışıyorlar. “Yıldız Evrimi Nedir?” yazısında gördüğümüz gibi, farklı yıldız türleri farklı tür çekirdekleri “yakarak” çalışıyorlar. Peki, bütün yakıtlar tükenince ne oluyor? Yakıt bitince yıldız çöküp yitecek mi?

Kütleçekimini yakıt kullanmadan dengeleyebilecek bir temel fizik yasası var: İki elektronun “üst üste gelemeyeceğini” söyleyen Pauli İlkesi farklı elemanların atom yapılarını dolayısıyla Periyodik Tablo’yu ve kimyayı belirleyen temel fizik yasası.

Kuantum mekaniği ve Pauli İlkesi

Şimdi Pauli İlkesi'ni konuşalım: Kuantum Mekaniği tüm parçacıkların aynı zamanda dalga özellikleri taşıdıklarını söylüyor. Günlük hayatımızda hiç farkında olmadığımız bu dalga özelliği, atomların yapısını dolayısıyla maddenin özelliklerini belirliyor. Hem dünyada, çevremizde gördüğümüz maddeyi, hem de gök cisimlerini ancak kuantum mekaniğiyle, yani dalga özellikleriyle anlayabiliyoruz.

Her parçacık bir dalga olarak parçacık boyutlarından çok daha fazla yer kaplıyor. Peki, birçok parçacığın birlikte bulunduğu bir ortamda bu dalgalar aynı yerleri işgal edecek şekilde üst üste gelebilir mi? Parçacığın türüne göre iki seçenek var. Kimi parçacıklar için dalga durumlarının aynı olması, yani üst üste gelmesi tercih ediliyor. Bu özellikteki parçacıklara “bozon” deniyor. Işığın taneciği olan fotonlar bozon, belli şartlar sağlanırsa hepsi aynı duruma aynı yöne yoğunlaşmayı tercih ediyorlar. Lazerler buna göre tasarlanıyor.

Diğer seçenek ise iki parçacığın aynı dalga durumunda bulunamaması. Pauli İlkesi denen bu özelliğe, elektronlar, protonlar ve nötronlar uyuyorlar. Bu özellikteki parçacıklara “fermion” deniyor. Elektronlar, protonlar ve nötronlar maddenin kararlı, yani kendiliğinden bozulup yok olmayan temel yapıtaşları olduğundan, Pauli İlkesi maddenin yapısını belirliyor.

Her parçacığın spin adı verilen kendi iç (özümlü) açısal momentumu var. Kuantum mekaniğine göre spin, temel açısal momentum kuantumu $\hbar$ -hbar'ın tam sayı veya buçuk katlarını alabiliyor (Planck sabiti). Deneyler, elektron, proton ve nötronların kadar spin taşıdıklarını gösteriyor. Bir yöndeki spin sadece $\hbar/2$ ve $-\hbar/2$ gibi iki farklı değer alabiliyor. Buçuk spinli bütün parçacıklar gibi elektronlar da “fermion”. Yani Pauli İlkesi'ne göre iki elektron bütün özellikleri aynı olan bir dalga durumunda bulunamıyor. Aynı dalga durumunda, aynı yerlerde sadece biri $\hbar/2$ diğeri $-\hbar/2$ spin değerli iki elektron bulunabiliyor.

Şimdi birden çok sayıda elektronun bulunduğu bir sistem düşünelim. Tümünün toplam enerjisinin olabildiğince düşük olması için elektronların en düşük enerjili dalga durumlarında bulunmaları gerekir. Ama en düşük enerjili dalga durumunda sadece farklı spin taşıyan 2 tane elektron bulunabilir. Ondan sonraki en düşük enerji seviyelerine ikişer ikişer elektronlar yerleşerek en düşük enerjiden yukarıya doğru enerji seviyelerini doldururlar.

İşte Pauli İlkesine göre elektronların, atomların enerji seviyelerine dağılımı bu şekilde belirlenir. Bir elementin elektronları, ikişer ikişer her dalga durumuna yerleşir, elektron sayısına göre enerji seviyelerinin doluluğu belirlenir. Bu da o atomun elektron alma verme yetkinliklerini yani kimyayı ve periyodik tabloyu belirler.

Ortamın sıcaklığı her bir atoma düşen ortalama enerji demektir. Yeterince yüksek sıcaklıklarda elektronlar daha yüksek enerji seviyelerinde bulunabilir, hatta atom-

lardan kopup serbest kalabilirler. Düşük sıcaklıklarda ise elektronlar Pauli İlkesi ile belirlenen şekilde atomun en alttan itibaren düşük enerjili seviyelerinde bulunurlar.

Beyaz cüceler

Yakıtı tükenen yıldızlar dengesiz duruma girip patlamalarla dış katmanlarını uzaya üfürürken orta kısımları kütleçekimi altında çöker. Yoğunluk arttıkça elektronlar atomlardan ayrışıp serbest dalgalar oluşturular. Birim hacimdeki elektron sayısı en düşük enerjiden başlayarak ikiye ikiye düşük enerjili dalga durumlarına yerleşince ulaşılan en son enerji seviyesine “Fermi enerjisi” (E_F) denir. Çökmeyle yoğunluk arttıkça Fermi enerjisi birim hacimdeki elektron sayısı n ile birlikte, $E_F \sim n^{2/3}$ şeklinde artıyor. Sıcaklık da artıyor ama Fermi enerjisi daha çok artıyor. Bu durumda sıcaklık etkisiz kalıyor ve elektronlar 0 enerji ile Fermi enerjisi arasındaki enerji seviyelerini dolduruyorlar.

Bir gaz sıkıştırılıp yoğunluğu arttıkça basıncı da artar. Basınç doğrudan enerji yoğunluğuna yani birim hacimde elektronların ne kadar enerji taşıdığına, yani n kere E_F ’ye oranlıdır. P basınç ve ρ (mesela g/cm^3 birimleriyle) kütle yoğunluğu olduğunda, Pauli İlkesi $P \sim n \sim n^{5/3} \sim \rho^{5/3}$ gibi yoğunlukla artan bir basınca yol açar.

Bu basınç sıcaklıktan bağımsız; yoğunluk yeterince yüksekse basınç oluşacak. Demek ki Pauli basıncını sağlamak için yakıt tüketerek yıldızı sıcak tutmak gerekmiyor!

Yakıtını tüketip de çöken Güneş gibi bir yıldız yaklaşık $\rho \sim 10^5 \text{ g/cm}^3$ yoğunluklara ulaştıkça elektronların Pauli basıncı kütleçekimini dengeliyor. Güneş kadar yani 2×10^{27} ton mertebesinde kütlesi olan bir yıldız gereken $\rho \sim 10^5 \text{ g/cm}^3$ yoğunluklara, birkaç bin kilometre yarıçaplı yani gezegen gibi bir boyuta indiğinde ulaşıyor; kütleçekimi dengeleniyor, çökme duruyor. Oluşan yeni yıldız “beyaz cüce” deniyor.

Yakıt kullanmadan kütleçekimine karşı denge kuran Pauli basıncı acaba her kütledeki yıldız kütleçekimine karşı bir denge kurabilir mi?

Daha büyük kütlesi olan yıldızlar daha yüksek yoğunluklara kadar çöküyorlar. $\rho \sim 10^6 \text{ g/cm}^3$ civarı yoğunluklarda elektronların Fermi enerjileri Einstein’ın formülündeki elektron kütle enerjisi $m_e c^2$ ’yi aşıyor (m_e elektron kütlesi, c ise ışık hızı). Bu şartlarda elektronların hızları ışık hızına yaklaşıyor. Bu rölativistik elektronlar için dalga enerji seviyeleri farklı. Sonuç olarak basıncın yoğunluğa bağımlılığı $P \sim n E_F \sim n^{4/3} \sim \rho^{4/3}$ haline geliyor. Ortam daha yoğun ama daha yumuşak: basınç yukardaki ilk formüle göre daha düşük. Büyük Hintli astrofizikçi Chandrasekhar’ın (1983 Nobel Fizik Ödülü) ilk kez fark ettiği gibi 1,4 Güneş kütlesinden daha ağır olup çöken yıldızları elektron Pauli basıncıyla dengelemek mümkün değil. Demek ki onlar Beyaz Cüce olamayacaklar. Patlamalardan sonra yıldızın çöken orta kısmında 1,4 Güneş kütlesinden (Chandrasekhar kütlesi) fazla madde kalırsa, bu yıldız kalıntıları sonunda Nötron Yıldızı veya Karadelik olacaklar.

Peki beyaz cüce nasıl bir şey? Neden “beyaz”? Neden “cüce”?

“Cüce” çünkü elektron dalgalarının birbirine değip, üst üste gelmeye direnip de Pauli basıncı üretmeleri yukarda gördüğümüz gibi her santimetre küpünde birkaç yüz kilo-bir ton gibi yüksek yoğunluklar gerektiriyor. Bunun için de yıldız birkaç bin kilometre ile 10.000 kilometre arasındaki gezegen boyutlarına kadar çökmeli. Oysa Güneş gibi yıldızlarda aynı miktarda kütle yüz bin-milyon km yarıçaplı bir hacimde, yoğunluklarsa sadece $1-10 \text{ g/cm}^3$. Beyaz cüceler bildik yıldızlardan çok çok daha küçük ve yoğun.

Bir beyaz cüce bir kez oluşuktan sonra yapısı çok kararlı. Ve hep böyle kalacak, çünkü bu yapıda kalabilmek için yakıt tüketmesi sıcak kalması gerekmiyor.

Oluşumunda daha sıcakken gitgide yavaş yavaş yüzeyinden ışıyarak enerji kaybedip soğuyor. Bir sobayı ısıttıkça önce kırmızı sonra akkor halinde ışıması gibi cisimlerin renkleri yüzey sıcaklığına bağlı. Sıcaklık arttıkça renk mavi-beyaza kayıyor. Beyaz cücelelerin ışımaları az, toplam ışıma güçleri düşük, onun için parlaklıkta da cüce yıldızlar bunlar. İlk oluşumlarında yeterince sıcak olduklarından ve çok da yavaş, yüz milyonlarca yılda soğuduklarından ömürlerinin büyük kısmında yüzeyleri akkor sıcaklığında. Onun için “beyaz” cüceler.

Böyle beyaz ve cüce yıldızlardan çok var. Yakın olanlarını astronomlar 18. yüzyıldan beri biliyorlar. Ama yapılarının, neden beyaz ve cüce olduklarının anlaşılması 20. yüzyılda rölativite ve kuantum mekaniğinin gelişmesinin ardından özellikle Chandrasekhar’ın katkılarıyla oldu.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri öğretim üyesi

Nötron Yıldızı Nedir?

Ali Alpar¹

Farklı yıldız türleri farklı tür çekirdekleri “yakarak” çalışıyorlar. Yakıt bitince yıldızın sıcaklığı ve basıncı düşüyor, çökmeye karşı duracak yeterli basınç olmayınca da kütleçekimi etkisiyle yıldız çökmeye başlıyor. Yıldız yeterince çöktüğünde Pauli ilkesinden, yani elektronların aynı yerde ve durumda bulunamamalarından dolayı yeni bir basınç kaynağı devreye giriyor. Bu sayede dengelenen yıldızlara “beyaz cüce” deniyor. Artık yakıt tüketmek gerekmediği için beyaz cüceler kalıcı, evrimleşmiyorlar, başka bir yıldız türüne dönüşmüyorlar. Belli yarıçapta ve kütlede dengeye oturmuş bir gök cismi olarak varlıklarını sürdürüyorlar.

Çöken yıldızın kütlesi 1,4 Güneş kütlesinden daha büyükse elektronların Pauli basıncı çöküşü durdurmaya yetmiyor. Bu durumda ne olacak?

Nötronlaşma

Doğada Pauli ilkesine uyan yani aynı yere aynı durumda sıkıştırılamayan dengeli üç parçacık türü var: maddenin temel yapıtaşları olan elektron, proton ve nötron.

Proton ve nötronun parçacık kütleleri elektronunkinden yaklaşık iki bin defa daha büyük olduğu için bu parçacıkların Pauli özelliğinden kaynaklanan basıncı çok daha yüksek yoğunluklarda etkin olur. Bu yüksek yoğunluklara gelindiğinde ise maddenin içinde proton sayısı çok azalmış, protonların çoğu nötrona dönüşmüş olur. Bunun sebebi yüksek yoğunluklarda elektronların basınç ve enerjilerinin artması: Nötronun kütlesi protonun kütlesinden birazcık daha yüksek. Boşlukta tek başına bir nötron, beta çözünmesi denen bir tepkimeyle protona dönüşür. $E = mc^2$ formülüne göre nötronun kütlesiyle birlikte enerjisi de protonunkinden biraz fazladır. Bu fazla enerji bir elektron ve bir tane de anti-nötrino denen parçacık oluşturur. Bu tepkimenin tersi, yani bir elektron ile bir protonun birleşip (bir de nötrino salarak) nötron yapmaları için elektronun proton ile nötron arasındaki 1,3 MeV (1 milyon elektron volt) kütle-enerji farkını karşılayacak kadar yüksek enerjide olması gerekir. Bu enerji farkı elektronun kütle enerjisinin iki katından fazla olduğundan protonları nötrona dönüştürmek için ortamdaki elektronların çok yüksek, rölativistik enerjilere sahip olmaları gerekir. Bu da ancak çok yoğun ortamlarda doğal olarak gerçekleşir.

Öyleyse beyaz cüce olamayıp çökmeye devam eden bir yıldız Pauli basıncıyla durdurmaya aday tek bir parçacık türü var: yüksek yoğunluklarda ortamdaki parçacıkları yoğunluğunu oluşturan nötronlar. Nötron, Pauli basıncının kütle çekimini dengelemesi için ortamın yoğunluğunun bir santimetreküpde yüz milyonlarca ton madde bulunacak kadar artmış olması gerekiyor. Bu kadar yüksek yoğunluklarda Pauli basıncının yanı sıra nötronlar arasındaki güçlü nükleer etkileşme de kütle çekimine karşı basınca etkin katkı yapıyor.

Nötronun laboratuvarında keşfinden (1931) hemen sonra başta Landau olmak üzere zamanın önde gelen fizikçileri, bu yeni parçacığın da Pauli etkisi ve nükleer kuvvetler sayesinde, yakıt olmaksızın bir yıldız dengede tutabileceğini öne sürmüşler. Güneş kütlesi mertebesinde kütlesi olan bir yıldız kütleçekimine karşı nötronların Pauli basıncıyla dengelemek için gereken yoğunluklar dünyada sadece atom çekirdeklerinin içinde ulaşılan yoğunluklar kadar hatta biraz daha fazla; santimetreküpde yüz milyonlarca ton gibi yoğunluklar gerekiyor. Bu yoğunluklar göz önüne alınıncı Güneş kütlesi mertebesinde bir nötron yıldızının 10 kilometre yarıçapı olacağı kestiriliyor. Nötron yıldızlarının hem kütle hem de yarıçaplarının ölçülmesi bunların dengesine katkıda bulunan güçlü nükleer etkileşmenin anlaşılmasına yol açacağı için bilimin günümüzdeki önemli uğraş alanlarından biri. Bu yolla CERN’de cevabını henüz bulamadığımız sorularımıza gökyüzünden cevap arıyoruz.

Teorik fizikçilerin nötron yıldız olasılığını tahmin etmelerinin hemen ardından Walter Baade ve Fritz Zwicky adlı iki astronom da Crab (Yengeç) Bulutsusu’nun ardında bir nötron yıldız bırakan bir supernova patlaması olduğunu öne sürmüşler.² Zamanında çığır açmış olan bu saptamayı yazarlar şu şekilde ifade etmişler:

- Haddimizi aşmadığımızı umarak, Süpernova’nın sıradan bir yıldızın bir nötron yıldızına dönüşmesi olduğu görüşünü öne sürüyoruz.

Yengeç Bulutsusu, tarihi kayıtlara göre dünyada 1054 yılında gözlenen bu patlamanın, neredeyse bin yıldır uzaya dağılmakta olan süpernova artığıdır.

Eski bir yıldız tüm yakıtlarını tüketip dengesiz hale geldiğinde dış katmanlarını patlamayla uzaya üfürürken orta kısmı çöküyor. Baade ve Zwicky dağılan gazın hareket ve ışıma enerjisini hesaplayarak bunun tam da bir Güneş kütlesi mertebesinde kütlenin 10 km boyutlarına çökmesiyle açığa çıkan enerjiye denk olduğunu fark etmişler.

Bu kadar küçük bir yıldız eğer 1930’larda var olan teleskoplarla, yıldızın yüzeyinden salınan bildiğimiz ışık alınarak gözlemlenecekse Güneşimizin neredeyse burnunun dibinde olması gerekir. Oysa Güneş’e en yakın yıldız 4 ışık yılı uzakta, Güneş gibi bir yıldız olan Alfa Centauri. Böylece o zamanki bilim insanları nötron yıldızlarının gözlenemeyeceğini düşünmüşler. Ancak sonradan 1967’de radyo teleskoplar sayesinde atışlı radyo dalgaları salan gök cisimleri –“pulsarlar”– keşfedildi ve bunların doğal dinamolar olarak çalışan nötron yıldızları olduğu anlaşıldı.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri öğretim üyesi

²Baade W. ve F. Zwicky, (1934). “On Super-Novae”, PNAS, 20(5), ss 254-259.

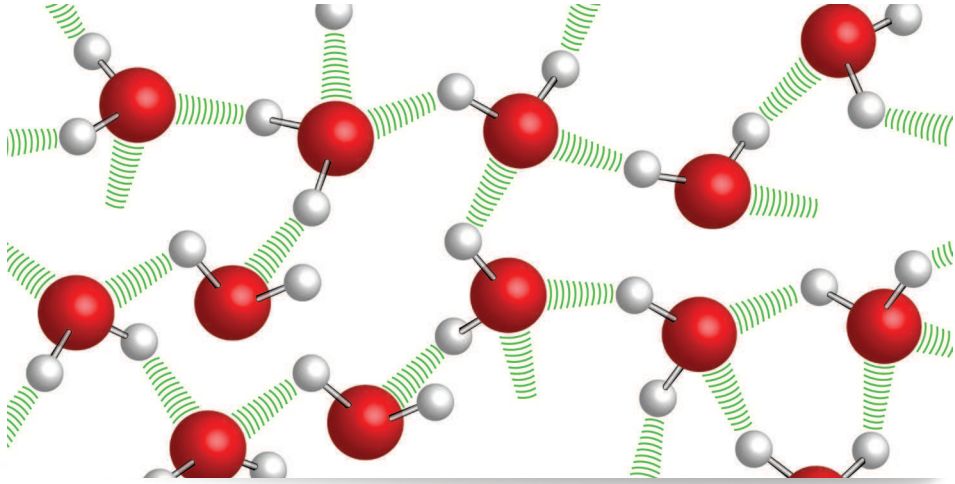
Su Nedir? Yaşam İçin Neden Önemlidir?

Canan Atılğan¹

Dünyada yaşam için suyun elzem olduğunu hepimiz biliyoruz, ancak biraz geniş düşünelim. Sayılamayacak kadar çok gezegen barındıran uzayda, ücra bir köşede su yerine başka bir kimyasala bağlı olarak “hayat” gelişmiş olabilir mi? Bu soruya yanıt vermek için, suyun neden özel olduğunu anlamamız gerekir.

Su bilinen en iyi çözücü. Neredeyse her türlü maddeyi suda çözmek mümkün; ancak suda çözünmeyen, “hidrofobik” dediğimiz özel yapıları da oluşturabiliyoruz. Böylece katı-sıvı-gaz halindeki maddeleri bir arada tutan canlının yapı taşları – yani hücreler – suyun bu ikili özelliğinden yararlanarak var olabiliyor. Dünyamızın yüzeyine yakın yerlerde bulunan basınç ve sıcaklıklarda aynı anda katı-sıvı-gaz hallerini doğal olarak bulunduran tek madde de su! Ayrıca katısı kendi sıvısının üzerinde yüzdüğü için, soğuk havalarda suda yaşamın devam etmesine yol açan örtü özelliği de hayatın varlığını ve devamını destekleyen niteliklerinden biri.

Tüm bu özelliklere nanometrenin altındaki seviyede farklı su moleküllerinin birbirleriyle etkileşimleri neden oluyor. H₂O yapısını oluşturan her bir oksijen atomu iki ayrı hidrojen atomuyla “hidrojen bağı” dediğimiz etkileşimi kuruyor. Bu hidrojenler de ayrı birer komşu su molekülünden geliyor. Böylece buzun yapısı, üç boyutlu uzayda çoğalıp giden, her su molekülüne dört farklı komşu veren bir örüntüyle oluşuyor. İşin ilginç yanı, bu özellik sıvı haldeki suda da neredeyse aynen korunuyor: Bu durumda her bir su molekülü dört yerine ortalama yaklaşık 3,5 hidrojen bağı kurabiliyor (bazen üç, bazen dört demek daha doğru).



Görsel 12: Resimdeki büyük toplar hidrojen ve küçük toplar oksijen atomlarını, çubuklar ise H₂O molekülünü bir arada tutan kuvvetli kovalent bağları gösteriyor. Oksijen atomları iki ayrı hidrojen atomuyla “hidrojen bağı” dediğimiz zayıf etkileşimi kuruyor.

Bu yapıda suyun birçok özelliği gizli: Tam dört komşulu su molekülleri, ortalama 3,5 komşularına göre birbirlerinden biraz daha uzakta duruyorlar –sonuçta aynı sayıdaki molekül daha fazla hacim kaplıyor, yani daha az yoğun oluyor. Böylelikle katı haldeki su, kendi sıvısının üzerinde yüzebiliyor. Öte yandan molekül başına 3-4 komşu hâlâ yeterince kuvvetli bir etkileşim demek. Sıvıyı gaza dönüştürmek için tüm bu bağları kırarak kadar çok enerji gerektiğinden, suyun kaynama noktası o boyutlarda bir molekülden beklenebileceğinden çok daha yükseğe taşıyor. Kaynama-donma noktalarının arası açılınca hayatın devam edebileceği ortamlar artıyor: Hayata yer açılıyor!

Bir de yüzey gerilimine bakalım: Her su molekülü dört komşu ararken, yüzeydeki sular havada bu komşuları bulamadıklarından en yakındaki diğer sulara daha büyük bir net kuvvetle tutunuyorlar. Böylelikle su üzerinden yürüyen küçük böceklerle, su damlacığının küresel şekline ulaşıyoruz.

Suyun tüm bu özelliklerini birlikte barındıran başka bir kimyasal bilmiyoruz. Bu yüzden uzayda yaşam var mı diye tararken, üzerinde su bulunabilecek gezegenlere odaklanıyoruz.

22 Mart Dünya Su Günü, su yüzünden çıkan savaşlardan, temiz suya ulaşmak için her gün kilometrelerce yürümek zorunda kalan insanlara birçok küresel konuyu gündeme taşıyacak. Bu yazıyı okuduktan sonra içeceğiniz ilk bardak suyun keyfini çıkarırken tüm bunları da hızlıca aklınızdan geçirmeniz dilekleriyle...

Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri öğretim üyesi

Mars'taki Suyun Keşfi

Sinan Özeren¹

Bu yaz (2018) beni bir yer bilimci olarak en çok heyecanlandıran bilimsel haber Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) Mars Express uzay aracı tarafından Mars yüzeyinin hemen altında (1,5 kilometre kadar derinlikte) su tespit etmesi oldu. Mars'da su meselesi uzunca bir zamandır gündemdeydi, zira yüzeyden elde edilen kimyasal veriler ve genel olarak Mars'ın yüzey morfolojisi gezegende –en azından geçmişte– su olması gerektiğini gösteriyordu fakat şu ana kadar suyun günümüzdeki varlığıyla ilgili doğrudan kanıt bulunamamıştı. Bu nedenle ESA'nın keşfi bence Mars araştırmalarına yepyeni bir yön verecek nitelikte. Keşif büyük oranda İtalyanların keşfi, zira suyu tespit eden aleti tasarlayıp üretenler ve bütün sinyal işleme yazılımını yazanlar ve özellikle de Mars'ın güney kutup takkesinin kenar kısmını özel olarak gözlemeye karar verenler İtalyan bilimciler.

Olayın ardında Roma La Sapienza Üniversitesi ve İtalyan uzay teknolojisi şirketi Thales-Alenia Spazio'nun yaptıkları çok akıllıca bir işbirliği neticesinde Mars Express'e monte edilmek üzere MARSIS adında bir “jeoradar” sistemi tasarlamaları yatıyor. ESA, bu sistemi Mars yörüngesinde uçurarak 2012'de Mars'ın kuzey ve güney yüksek enlemlili bölgelerinin farklı dielektrik katsayısına (bu katsayı temel olarak bir maddenin elektrik akısını ne derece konsantre edebildiğinin bir ölçüsü olarak tanımlanabilir) sahip olduğunu ortaya çıkarmıştı ve aslında MARSIS'in çalıştığı frekans aralığının “su arama işine” Amerikalıların Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) uzay aracına monte ederek uçurdıkları SHARAD radarına göre çok daha uygun olduğunu göstermişti. NASA'nın MRO uzay aracı da aynı bölgenin üzerinden defalarca geçmesine rağmen SHARAD (ki bu radar da İtalyan Uzay Ajansı tarafından geliştirilerek NASA'ya verilmişti) fazla yüksek frekansta sinyal gönderdiği için sinyalin kutup takkesi tarafından saçılması (ve genel olarak o derinliğe nüfuz edememesi) neticesinde söz konusu su kütlesini görememişti.

Keşfedilen su kütlesi büyük olasılıkla aşırı tuzlu (çok iletken olması, dolayısıyla jeoradarda parlak bir tabaka olarak görünmesi buna işaret ediyor), Mars yüzeyinin yaklaşık 1,5 kilometre altında, genişliği yaklaşık 20 kilometre. Mars yüzeyine bir uzay aracı indirip bu derinliğe sondaj yapmak ve örnek almak imkânsız olduğu için büyük olasılıkla bundan sonraki çalışmalarda benzer uzay araçlarıyla güney ve kuzey kutup takkelerinin kenar kısımları daha detaylı incelenecek. Çok daha sığ seviyelerde suya rastlama olasılığı az, zira sıvı fazda su için ortam basıncının nispeten yüksek olması gerekiyor. Mars yüzeyinde günümüzde sıvı fazda su bulunması fiziksel olarak (daha doğrusu termodinamik olarak) olanaksız, çünkü Mars'ın seyrek atmosferinin yüzeyde oluşturduğu basınç çok düşük (ortalama 600 Pascal, bu da dünyadaki deniz seviyesi atmosfer basıncının % 0,6'sına tekabül ediyor).

2004 yılını bir İtalyan üniversitesinde akışkanlar mekaniği araştırmaları yaparak geçirmiştım. Gittiğim üniversitede ABD'de doktora yapmış bir kişi bile yoktu, ama

bilimsel tartışma seviyesi ve yaratıcılık çok ileri düzeydeydi. İtalyan araştırmacılar problemi derinliğine düşünerek, özgün fikirler üreterek bilinmeyi ortaya çıkarmaya çalışıyorlardı. Dünyanın başka yerlerinde yapılan araştırmaları birazcık değiştirip İtalya’da yapmak yerine problemleri mümkün olabildiğince kendi yaklaşımlarıyla çözmeye çalışıyorlardı. Dolayısıyla bu keşfin İtalya’dan çıkması beni hiç şaşırtmadı.

¹Bilim Akademisi üyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü öğretim üyesi

Bir Yıldız Kaydı: Stephen W. Hawking

Rahmi Güven¹

Fiziğe yaptığı çok önemli katkılarının yanı sıra engelli insanlara büyük bir moral kaynağı sağlamış, çok satan kitaplarıyla bilimin kitlelere yayılmasına hizmet etmiş ve çevre, genetik mühendisliği, yapay zekâ, dünya dışı uygarlıklar gibi ilginç güncel tartışmalarda da yılmadan görüşlerini açıklamış olan Stephen William Hawking, 14 Mart 2018 günü, Cambridge civarındaki evinde huzur içinde vefat etti.

Bugüne kadar 10 milyondan fazla satılmış ve 40’tan fazla dile çevrilmiş olan *Zamanın Kısa Tarihi* isimli kitabında Galileo’nun ölümünden tam 300 sene sonra dünyaya geldiği ifade edilmişti. Ölümü de tam Einstein’ın doğum gününe rastladı. Kendisine henüz 21 yaşındayken merkezi sinir sisteminin bir hastalığı olan ALS teşhisi konulmuş ve birkaç yıl ömür biçilmişti. O ise mükemmel bir hayata bağlılıkla, derin bir mizah duygusuyla ve cesurca, 76 yıl bizleri aydınlatmaya devam etti.

Hawking sanırım yaşayan en ünlü fizikçiydi. Bu nedenle kaybının dünya kamuoyunu, sosyal medyayı sarsması şaşırtıcı olmadı. Hemen *Zamanın Kısa Tarihi* kitabı tekrar en çok satanlar listelerinin başına geçti. İngiltere’de Motor Nöron Hastalıkları Derneği’ne bağış yağdı ve kurumun internet sitesi çöktü. Her türlü iletişim kanalında hakkında yazılanlar, söylenenler devam ediyor. Bunların arasında en dikkat çekici olanı *The Guardian* gazetesinde meslektaşı Roger Penrose’un kaleme aldığı yazıydı.²

Böyle bir ortamda Hawking hakkında özgün şeyler yazabilmek epey zor.

Hawking’in fiziği

Elimizdeki en temel teorilerden biri olan genel göreliliğin geçmişine bakarsak üç evrede geliştiğini görebiliriz. Bunları başlangıç evresi, altın çağı ve yetişkinlik (ya da dallanma) dönemi diye adlandırabiliriz. Genel göreliliğin altın çağı 1963’te başlar ve 1980’lere kadar sürmüştür. Hawking bu altın çağın en gözde ortamlarında yetişmişti. Kozmolojiye merak sarmış, önce Roger Penrose’un gravitasyonel çökme sonucu oluşan karadelikler kapsamında ispat ettiği singülerlik (tekillik) teoremini

kozmozolojiye taşımış ve genellemiştir. 1966 yılında Cambridge Üniversitesi'ne sunduğu doktora tezi bu konudaydı.

Singülerlik teoremleri, makul kabuller altında, karadeliklerin merkezlerinde veya evrenin ilk anlarındaki fiziği açıklamaya genel göreliliğin yeterli olmayacağını ortaya çıkardı. Teoremlerin dayandığı klasik planda uzay-zamanın geometrisi (yani yerçekimi) sürekli, düzgün bir yapıdır. Singülerlikler bu düzgün yapının yok olduğu, sonsuzlukların falan türediği bölgeler. Öte yandan diğer temel bir kuram olan kuantum teorisinden de çok küçük ölçeklerde uzay-zamanın da gözenekli bir yapıda olması gerektiği sonucu çıkıyor. Bu durumda gözler genel görelilikle kuantum teorisini birlikte genelleyecek daha yetkin bir teoriye, kuantum gravitasyon teorisine çevrildi. Uzun uğraşlara rağmen bu yeni teori henüz bulunabilmiş değil ve singülerliklerin nasıl çözümlenebileceği hâlâ bilinmiyor. Şu anda elimizde sadece sicim teorisi gibi ümit verici adaylar var.

Bugüne kadar bu yeni teori hakkındaki en önemli ipuçlarını bize Hawking'in karadelikler ve evren hakkında yaptığı çalışmalar sağladı. Singülerlik teoremlerinden edindiği tecrübeyle Hawking 1971'de karadelikler için bir yüzölçümü teoremi ispatladı. (Bu bulgu artık Hawking yüzölçümü teoremi diye adlandırılıyor.) Buna göre evrendeki karadeliklerin toplam yüzölçümü (yani karadeliklerin sınırlarını oluşturan olay ufuklarının yüzölçümlerinin toplamı) artmak zorunda. Bu sonuç termodinamiğin ikinci yasasını, evrenin toplam entropisinin daima artmasını andırıyor.

Hawking çok dinamik süreçlerle oluşacak karadeliklerin hangi denge konumlarına ulaşabileceğini de inceledi ve arkadaşlarıyla birlikte durağan denge konumları için dört yasa buldu. Ne hikmetse bu yasalar termodinamiğin dört yasasıyla tıpa tıpa aynı yapıda. Karadelik yüzölçümü entropinin işlevini üstlenirken, ortaya bir de sıcaklık diye yorumlanabilecek bir nicelik çıkıyor. Bu durumda akla acaba bir karadelik termodinamiği mi var, karadelikler termodinamik nesneler mi sorusu geliyor. Eğer varsa, termodinamiğin temeli kuantum teorisinden kaynaklanan istatistiksel mekanik olduğuna göre bir sonraki adım da karadeliklerin istatistiksel mekaniğine eğilmek olur.

İlk bakışta böyle bir şeyin olamayacağı, karadelikten dışarı hiçbir şey kaçamayacağına göre, onun sıfır sıcaklıkta olması gerektiği ve dolayısıyla yasalardaki benzerliğin sadece biçimsel bir şey olduğu uzmanlar arasında yaygın bir değerlendirme oldu.

Fakat Hawking yılmadı, genel göreliliği ve kuantum teorisini ustaca birlikte ele alarak kuantum etkiler hesaba katılınca, karadeliklerin sanıldığı kadar "kara" olmadığını, ışıdığını gösterdi. 1974 yılında bulduğu bu davranış "karadeliklerin Hawking ışıması" olarak bilinir ve bir kara cisim ışıması niteliğindedir. Bu sonuç çok tartışma yarattı, pek çok yöntemle yeniden irdelendi ve hep aynı sonuca varıldı.

Evet, karadelikler termodinamik nesneler. Bir karadelğin sıfırdan farklı, kütlesine ters orantılı, bir sıcaklığı ve uygun birimlerde, olay ufkunun yüzölçümünün çeyreği kadar, bir entropisi var. Güneş kütlesi mertebesinde bir kütleyle sahip olan karadelikler için bu sıcaklık ihmal edilebilir düzeyde. Fakat böylece küçük kütleli, minik karadelikler için yeni ve üstelik ölçülebilecek bir öngörü ortaya çıktı.

Işıyan bir karadelik kütlesini azaltıyor, küçülüyor ve sonunda yok oluyor. Tabii karadelğin boyutları çok küçülünce kullanılan yaklaşıtırmalar da geçerliliğini yitiriyor, kuantum gravitasyon teorisine ihtiyaç duyuluyor. Bu nedenle karadelikler kuantum teorisi keşfedilirken hidrojen atomunun oynadığı rolü kuantum gravitasyon için üstlenmiş durumdalar.

Bu buluşlar “enformasyon paradoksu” diye adlandırılan ilginç bir paradoksa yol açtı. Karadeliklere düşen nesnelerin taşıdığı bilgi sonuçta ne oluyor? Örneğin zamanında olay ufkundan içeri düşmüş bir ansiklopedideki bilgiler karadelik ışıyıp buharlaşınca nereye gidiyor? Hawking önceleri enformasyonun da karadelikle birlikte yok olacağını savundu. Bu kuantum teorisinin temel bir kabulüyle çelişiyor ve özellikle yüksek enerji fizikçilerine ters geliyor. Sicim teorisindeki gelişmeler sonunda Hawking görüş değiştirip enformasyonun kaybolmayacağını savundu. Bu paradoks halen çözümlenememiş durumda ve çok nitelikli araştırmacıların harıl harıl çalıştığı bir problem. Hawking de son günlerine kadar bu problemle uğraşıyordu.

Hawking’in gravitasyonun kuantumlanmasıyla yol integrallerinin kullanımı, kuantum kozmolojisi gibi konularda daha birçok katkıları vardır. Üretken bir araştırmacıydı. Yazdığı kitapların yanı sıra 200 civarında makale üretmiş ve 40 dolayında doktora öğrencisine tez danışmanlığı yapmıştı. Bu üretkenliğe tekerlekli sandalyede, kâğıt kalem kullanmadan, hesapları beyninde yaparak (tabii ki uygun bir ortamda ve öğrencilerinin desteğiyle) erişebilmesi insanlık için çok ümit verici bir örnek oldu.

Hawking, üç çocuk ve üç torun sahibiydi. İki kez evlenmiş, ayrılmıştı. Dünya düzeni ona bir medya yıldızı özelliği kazandırmıştı. O ise keyifle dünyayı dolaşmış ve ilginç düşünceler içinde dolu dolu bir hayat yaşamıştı. Son dönemlerine ait bir videoda bizlere:

- Umarım beni *The Simpsons* dizisindeki rolümle değil, evren ve karadelikler hakkında yaptığım çalışmalarımınla hatırlarsınız.

diye sesleniyordu.

¹Bilim Akademisi üyesi, Boğaziçi Üniversitesi Matematik Bölümü emekli öğretim üyesi

²George Penrose , (2018). “Mind over Matter: Stephen Hawking Obituary ”, <https://www.theguardian.com/science/2018/mar/14/stephen-hawking-obituary> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

Schrödinger'in Kedisi

Zafer Gedik¹

Erwin Schrödinger, daha kuantum mekaniğinin temellerinin atıldığı yıllarda (1935), üst üste binme (*superposition*) ilkesinin, büyük sistemlere uygulanması halinde, çok çarpıcı durumlarla karşılaşılacağını fark etmişti. Örneğin, Schrödinger'in adıyla anılan kurgu deneyde olduğu gibi, bir kedinin canlı ve ölü hallerinin üst üste bindiği durumlar ortaya çıkabilirdi.

Kuantum mekaniğinin getirdiği belki de en önemli yenilik, tamamen aynı şekilde hazırlanan özdeş sistemlerde yapılan yine özdeş ölçümlerin farklı sonuçlar verebilmesiydi. Gerçi kuantum mekaniği bu sonuçların gözlenme olasılıklarını tam bir kesinlikle veriyordu ama ölçüm öncesi için tahminde bulunmak, yıllar sonra John Bell'in de göstereceği gibi, düşünsel olarak dahi, mümkün değildi. Radyoaktif bir atom tarafından tetiklenen zehirli bir maddeyle aynı kutuya kapatılan kedi deneyi de buna bir örnekti. Deneyde, belirlenmiş bir sürede radyoaktif atomun bozunma olasılığı % 50, atom bozunursa zehir açığa çıkıyor ve kedi ölüyor. Atomun bozunmadan (kedinin de canlı) kalmasıyla, atomun bozunup zehiri açığa çıkararak kedinin ölümüne yol açması durumları, kuantum mekaniğine göre bir gözlemci kutuyu açıp kedinin ne halde olduğuna bakmadan ayırt edilemezdi. Eğer atom, kuantum mekaniği yasalarına uygun şekilde bozunma öncesi ve sonrası hallerinin üst üste binmesiyle tasvir ediliyorsa aynı şey kedi içinde geçerli olmalı yani kutu açılıncaya kadar kedi hem ölü hem de canlı olmalıydı.

Farklı kuantum mekaniği yorumlamalarının amaçlarından biri de bu tür makroskopik (büyük ölçekli) hallerin ortaya çıkaracağı paradokslardan kaçınmaktır. En yaygın düşüncelerden biri, büyük sistemlerin çevreden yeterince yalıtılamayacağı ve bu nedenle kuantum özelliğinin (üst üste binme durumunun) kontrolsüz bir şekilde ortadan kalkacağı şeklindeydi. Fakat aradan geçen zaman, giderek artan büyüklükteki sistemlerin de ancak kuantum kuramıyla izah edilebilen özellikler sergileyebildiğini gösterdi. Bir kedinin canlı ve ölü halleri iyi tanımlanmış durumlar olmayabilir ama yeterince büyük sistemlerin büyük ölçekte ayrılabilen hallerinin üst üste bindiği durumları artık gözleyebiliyoruz.

Kimi iletkenlerin çok düşük sıcaklıklarda (cıva için yaklaşık eksi 270 santigrat) dirençlerinin kaybolduğu 1911'de gözlenmişti. Süperiletkenlik adı verilen bu davranışın ancak kuantum mekaniğiyle izah edilebileceğinin anlaşılması için neredeyse yarım asır beklemek gerekti. Süperiletken kuantum girişim aygıtları (SQUID) çok duyarlı birer algılayıcı oldukları gibi günümüzde kuantum bilgisayarlarının temel yapı taşları olarak da kullanılıyor. SQUID'lerin bir diğer önemli katkısı, Schrödinger'in kedisi kadar büyük olmasa da büyük ölçekte kuantum özelliklerini gözlediğimiz ilk sistemler olmalarıdır. Süperiletken bir halka üzerinde ters yöndeki iki akımın üst üste bindiği hallerin ölçülmesi, giderek daha büyük sistemlerde benzer özellikler gözlenebileceğinin ilk işaretleriydi. Akımın saat yönünde ve saatin tersi

yönde aktığı durumların yaklaşık bir milyar elektronu ilgilendirdiğini düşününce SQUID deneylerinin önemi daha iyi anlaşıyor.

Kuantum mekaniğinin çarpıcılığını en açık şekilde ortaya koyan deneylerden biri çift yarıktaki girişim olayıdır. Gelişen laboratuvar teknikleri sayesinde sadece ışık tanecikleri fotonların değil tek tek gönderilen elektronların, atomların ve moleküllerin de üzerinde iki yarık olan bir plakayı geçerek tıpkı dalgalar gibi bir girişim deseni oluşturdıklarını görmek mümkün oldu. Altmış karbon atomundan oluşan moleküller bunların en ilgi çekenlerindendi. Karbon atomları tıpkı futbol topunda olduğu gibi kimyasal bağları yirmi altıgen ve on iki beşgen oluşturan ve köşelerinde karbon atomlarının oturduğu altmış atomluk moleküller halinde bir araya gelebilirler. Yaklaşık bir nanometre çapındaki bu topların tek tek gönderildiği çift yarık sistemlerinde girişim gözlenmesi yani oldukça büyük olan bu moleküllerin hareketinin dalga özellikleri sergilemesi kuantum mekaniğinin bu ölçekte de belirleyici olduğunu gösteriyor. Yalnız bu deneylerde, tek tek atomların değil, moleküllerin kütle merkezlerin hareketlerinin gözlemlendiğine dikkat etmeliyiz.

Gravitasyonel dalgaların tespiti için tasarlanan deneylerden birinde, onlarca kilogramlık bir bloğun kütle merkezinin kuantum mekaniksel özellikler gösterdiği, harmonik osilatör adı verilen sistem gibi davrandığı, iddialarını da yabana atmamak gerekiyor. Yeterince yalıtılmış yapıların, daha doğru bir deyişle serbestlik derecelerinin (örneğin kütle merkezi hareketinin) kuantum özellikleri sergilemesini önünde bir engel gözükmüyor.

Evrensel çekim yasası için, Descartes’a öykünerek “düşüyorum, öyleyse varım” demek yanlış olmasa gerek. Kaçınılmaz olarak tüm parçacıkları etkileyen bu kuvveti kuantum mekaniğiyle nasıl bağdaştıracığımızı bulduğumuzda, büyük ölçekli sistemlerin kuantum özelliklerini çok daha iyi anlayacağımızı umuyoruz.

Schrödinger’in kedisi, dolaşıklık (*entanglement*) adı verilen çok çarpıcı, Schrödinger’e göre en çarpıcı, kuantum davranışlarından birine de örnek teşkil ediyor. Kedi ve atom çekirdeği arasındaki bu ilintinin çok derin sorunlara yol açabileceğini ilk görenler de Albert Einstein, Boris Podolsky ve Nathan Rosen oldular.

¹Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Polimer Nedir?

Canan Atılgan¹

“Molekül” dediğimizde genelde gözümüzün önüne birlikte dolaşan birkaç atomdan oluşan kümeler gelir. Halbuki atomları birbirlerinin ucuna ekleyerek dilediğimiz kadar uzun moleküller yapabiliriz. Üstelik sadece iki yanından uzatmak zorunda değiliz. Değişik yerlerinden dallanıp budaklandırarak farklı yapılar elde edebiliriz. Elbette moleküller büyüdükçe hantallaşacaklar ve hareketleri yavaşla-

yacak, ama bu farklılıkları öngörerek çok çeşitli davranışlar gösteren sistemler yaratmak ve elbette bunları tasarladığımız amaçlar için kullanmak mümkün. İşte bu uzun zincir moleküllerine polimer diyoruz.

Zincir moleküllerimiz çektiğimiz birbirlerinin yanından kayıp gidecek, ama yeterince uzunsa birbirlerine dolaşp takılarak hareketleri engellenecek. Aynı yapıtaşlarından oluşmuş molekülün görece kısa ve çok daha uzun hallerinden iki farklı davranış elde etmek için mükemmel bir yöntem! Düğümlenemeyecek denli kısa zincirleri kimyasal olarak seyrekçe çapraz bağlayıp, zincirlerin ancak bir yere dek kaymasına izin vererek bildiğimiz lastiği yapabiliyoruz mesela.

Dahası, polimerleri elektrik yükü taşıyan atomlarla oluşturarak iletken yapmak ya da ortam koşullarını değiştirerek aynı polimere farklı davranışlar kazandırmak mümkün. Seçenekler aklımızla sınırlı!

Canlıların olmazsa olmazı DNA, RNA ve proteinlerin de birer polimer olduğunu hatırlatalım.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Slime Nedir?

Canan Atılğan¹

Son zamanlarda özellikle çocuklar, ama kesinlikle yetişkinler arasında da yayılan evde slime yapma modası var. Sıvı yapıştırıcıyla az miktarda su ve boraksı karıştırarak elde ettiğimiz bu ele yapışmayan, akışkan ama katı maddenin tuhaf bir çekiciliği var.

Aslında slime yapımı basit bir polimer reaksiyonundan ibaret. Yapıştırıcıda olan zincir moleküller yeterince uzun olmadığından, düğümlenmeden birbirlerinin yanından kayıp gidebiliyorlar. Bunları arada bir köprülerle birbirine bağlarsak bu kaymaları bir miktar durdurabildiğimiz gibi, zincirlerde var olan akışkanlığı da kullanabiliriz – ki slime bu yüzden hem akıyor hem zıplıyor!

Boraks ise bu köprüleri kuruyor: Suda eriyen boraksın açığa çıkan uçlarındaki –OH grupları, tutkal moleküllerinin yan gruplarında olan –OH gruplarıyla hidrojen bağı dediğimiz zayıf kuvvetlerle tutunuyorlar. Su uçtukça slime’ın akışkanlığını kaybetmesi de bu yüzden. Boraks aradan çekiliyor. Geri kalan, yapışkan şişesini açık bıraksaydınız olacağı gibi katılaşıp kalıyor.

Artık slime’nızı yaparken neden su yerine çay, boraks yerine, içinde zaten boraks olan deterjan kullanabileceğinizi biliyorsunuz. Bunların miktarıyla oynayp slime’nızın zıplama miktarını ya da akıcılığını değiştirebilirsiniz. Renklendirici boya işin eğlencesi!

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Bungee Kordonu Nedir?

Canan Atılğan¹

Akl almaz yükseklikten kendini bir halatın ucunda bırakma çılgınlığını gösterebilenler, hayatlarını yüksek teknoloji polimerik malzemelere emanet ediyorlar. Ayağa bağlanan öyle bir kordon olmalı ki, bildiğimiz yay gibi davranmalı, atlayan sonrasında zıplaya zıplaya, ama keyifle etrafı izleyebilmeli. Kordonda ana malzeme olarak doğal ya da sentetik kauçuk kullanılıyor. Doğal kauçuk, adı üzerinde kauçuk ağaçlarından elde ediliyor. Amazon Ormanlarında ağacın gövdesini yarıp, akan sıvının altına ayağını tutan insanların, bir süre sonra sertleşen malzemeyi ayakkabı olarak kullandığını gören Avrupalıların yaşadığı ilk şaşkınlığı üzerlerinden attıktan sonra sayısız uygulamada kullandıkları malzeme bu. Sıvının sertleşmesi ise bildiğimiz polimerleşme.

Sentetiği, benzer kimyasal yapının laboratuvarında taklit edilmesiyle oluşmuş. Öncelikle kauçuk parçacıkları iplik çekme makinesinden ısıtılarak geçirilip, çeyrek santim kalınlığında, 30 metre uzunluğa kadar ulaşabilen uzun şeritler oluşturuluyor. Şeritler birbirlerine yapışmaması için pudralanarak örgü makinesine yollanıyor. Burada kordonun çevresine naylon ya da pamuk kaplama yapılıyor –bunların uzama özelliği yok, ama spiral sarıldığından içerideki kauçuk uzadıkça ona ayak uyduyor. İçeride kalan şeritlerin sayısı kordonun kalınlığını belirliyor.

Bungee kordonunun performansı sıkı kalite kontrolünden geçiriliyor. Bunlar arasında gözle incelemeden, kordonu defalarca tam boyutunda çekerek aşırı uzamduğundan emin olmak gibi testler var. Sonuçta ağırlığı her 30 metre için 6 kg olan, uzunluğu iki misline çıktığında 160 kg taşıyabilen, en az 225 kg'da kopabilen ve bu performansı 50.000 defa tekrarlayabilen bir ürün lazım! Zamanla performans etkilendiğinden, dış kaplamada yapım zamanını belirten renk kodları kullanılıyor.

Bungee sporunun tarihçesi 1500 yıllarında Güney Pasifik'teki Pentecost Adası'na dayandırılrsa da kordon, savunma sanayiinin ihtiyaçları sonucunda ortaya çıkan bir ürün. Asıl amaç, tank gibi ağır silahları zor bölgelere indirirken, paraşütün ilk açılma anındaki şoku emecek bir malzemenin geliştirilmesiydi. Eğlencenin dünyaya yayılması da ürünü izledi.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Adrenalin Nedir?

Canan Atılğan¹

Bungee kordonuna kendini emanet edenler polimerik malzemelere güveniyorlar (Bkz Bungee kordonu nedir?). Peki, ama bunu adrenalin yüklemesi adına yapanlar, tam olarak neyi arıyorlar? Tehlike anında salgılanan adrenalin hormonu insana fark edilebilir bir güçlenme ve beraberinde acı hissinin kaybını getiriyor. Tüm duyu- lar keskinleşiyor. Vücudun kana direkt şeker pompalaması nedeniyle enerji artıyor. Nefes ile kalp atışları hızlanıyor. Kendini tehlikeye bile isteye atanlar işte tüm bu değişimleri aynı anda yaşıyorlar.

Böbreküstü bezlerinden dövüş veya kaç tepkisiyle salgılanan adrenalin hormonu hücre duvarında bulunan adrenerjik reseptörlere bağlanıyor. Bu reseptörlerin uyarılmasıyla başlayan ardışık olaylar özellikle düz kasların ve kalp kasının büzülmesi- ne neden oluyor ve yukarıda saydığımız tüm fiziksel etkiler hissediliyor.

Astım krizi sırasında şişen bronşlardaki daralmayı da tersine çeviren bu büzüşme etkisi nedeniyle adrenalin, kullanılan ilk astım ilaçlarından biriydi (1920’li yıllar). Ancak sıraladığımız diğer tüm etkileri de beraberinde getirdiğinden, özellikle kalp- le ilgili birçok yan etkisi görüldü.

Bugün hâlâ en yaygın kullanılan astım ilaçlarından salbutamol (yaygın bilinen adıyla Ventolin) ise, rasyonel ilaç tasarımı dediğimiz yöntemle geliştirilen en eski ilaçlardan birisi (1960’lı yıllar). Bu yaklaşımda, çıkış noktasındaki molekül öyle değiştirilir ki, bir yandan hedeflenen işlev korunurken diğer yandan yan etkilere neden olan işlev ortadan kaldırılır. İlacın hızla yaygın kullanıma sunulmasında kâ- şiflerinin birbirleri üzerinde deney yaparak bir ay gibi kısa sürede uygun dozu ya- kalamış olduğunu da ekleyelim! Acaba bu riskli işlem sırasında salgıladıkları doğal adrenalin bulgularını etkilemiş midir?

Adrenalin patlamasını ister ani tehlike karşısında ister sözlü sınav başında, ister bungee atlayışı sırasında yaşayalım, vücut bu aşırı güç patlamasını uzun süre taşı- yamayacağından, pompalanan kimyasalların temizlenmesi süreçleri harekete geç- tiğinde kişiyi genelde aşırı bir yorgunluk hissi kaplıyor. Psikoloji bilimi neden bazı kişilerin bu keskin hali sürekli kalmak için kendilerini tehlikeden tehlikeye attıkları- nı hâlâ araştırıyor. Evrim bilimi ise, adrenalin hissini aramayla ilgili genleri taşıma- nın, insanlık tarihinde önemli ancak riskli keşiflere girişmede rolü olabileceğini ve bu nedenle doğal seçimde elenmediğini öne sürüyor.

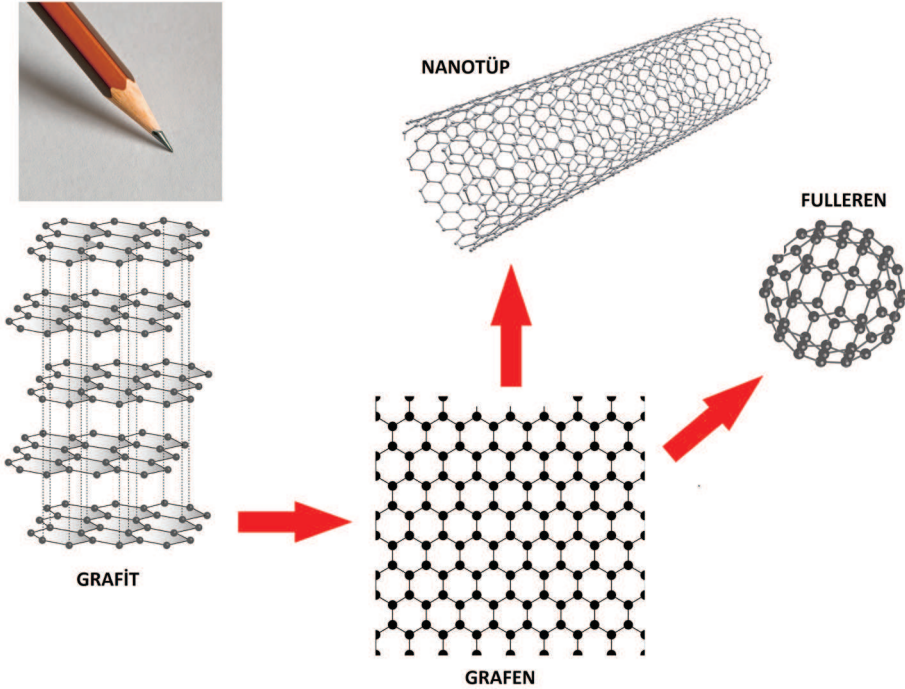
¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Grafen Nedir?

Canan Atılğan¹

Karbon evrendeki dördüncü, dünyadaki on beşinci en yaygın element. Özelliği komşularıyla çok çeşitli bağlar kurabilmesinde saklı. Canlıların yapılarındaki uzun zincirleri oluşturabilmesi onu elzem yapıyor; elmastaki saf karbonun üç boyutta sonsuza doğru dallanıp budaklanması onu en güçlü malzemeler arasına konumluyor.

Önceleri pek önem vermediğimiz formu ise adı kurşun kalemde bulunan grafit – birbirine zayıfça yapışmış iki boyutlu tabakalar halinde uzayıp giden bu yapı, karbonun dayanıksız ve değersiz hali. Ancak teorik çalışmalar, bu tabakalardan tek birini ayırıp kullanabilirsek, başka malzemelerde olmayan özellikler vadettiğini gösterdi. Örneğin, iflah olmaz bir yalıtkan olan diğer karbonların aksine mükemmel bir iletken olmalıydı.



Görsel 13: Grafen, nanotüp ve fulleren.

Grafenin iki kenarını kıvrıp birleştirilerek elde edilebilen nanotüpler ve minik grafen topları diyebileceğimiz fullerenlerle, nanobilimde yol açtığı sayısız uygulama grafenin yerini sarsılmaz kılıyor.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Yapay Organ Yapımındaki Gelişmeler: Yarı Canlı-Yapay Zekâ Mümkün mü?

Nesrin Hasırcı¹

Kimya, maddenin yapısını, içinde bulunan atom ve molekülleri, onlar arasındaki ilişkileri, maddelerin birbirine dönüşümelerini, madde ile enerji ilişkisini inceleyen bir bilim dalıdır. Çevremizde gözümüzün görebildiği canlı veya cansız her şeyin yapısında atomların olduğunu düşünürsek “kimya” her yeredir diyebiliriz. Vücudumuz ise atom ve moleküllerden oluşmuş ve hiç ara vermeden devamlı çalışan büyük bir fabrika gibidir.

Vücudumuzda milyonlarca kimyasal reaksiyon çoğu zaman bizim farkına varmadığımız şekilde birbirini tetikleyerek oluşur. Örneğin, bizim isteğimiz olup olmadığına bakmadan kalbimiz kendi kendine kanımızı pompalar, böbreğimiz kanımızı süzer, midemiz yediklerimizi sindirir. Bu kadar hassas çalışan denge bazı durumlarda, hastalık, kaza, yaş veya genetik nedenlerle bozulabilir. Doku ve organ kayıpları olabilir. İşte böyle durumlarda hasarlı dokumuzu tamir etmek için değişik malzemeler kullanabiliriz. Çürüyen dişimize dolgu, kırılan kemiğimize çivi, gözümüze katarakt lensi konulabilir. Tedavi amaçlı kullanılmak üzere tasarımları yapılan ve vücudumuza giren yabancı malzemelerin alerjik veya toksik etki yaratmaması, başka bir deyişle “biyoyumlu” olması gerekir.

Organ yapmanın tarihi

İnsanlar çok eski çağlardan beri farklı malzemeleri tedavi amaçlı kullandılar. Bilinen en eski protez Mısır’da bulunan ve MÖ 1069-664 yıllarına ait olduğu düşünülen bir mumyanın, deri ve ağaçtan yapılmış olan ayak başparmağıdır. Hippokrates yazılarında, MÖ 6. ve 7. yüzyıllarda Mısırlıların, Fenikelilerin ve Etrükslerin altın teller kullanarak düşen dişleri tekrar ağız içine yerleştirdiğini belirtmiş ve dişleri bağlama tekniklerini detaylı anlatmıştı.

Mekanik bilgisinin ve metal işleminin artmasıyla 15. yüzyıldan itibaren hareketli takma eller ve protez bacaklar yapılabilirdi. Ancak vücut içine bir çivi veya bir malzeme yerleştirmek amacıyla yapılan tüm cerrahi operasyonlar başarısız oldu. Bunun nedeni, yara bölgesinin veya cerrahi uygulama yapılan dokunun enfeksiyon kapmasıydı. Ancak, 1870’lerde Louis Pasteur mikropların varlığını keşfedip, Joseph Lister antiseptikleri yapınca, operasyon alet ve odalarının sterilize edilmesiyle ameliyatlarda başarılar kaydedilmeye başlandı. Son 50 yılda gerek malzeme gerekse nanoteknoloji konularında yapılan ilerlemeler sonucu, istenilen özellikleri taşıyan ve vücut dokularıyla iyi uyum kurabilen, başka bir deyişle “biyoyumlu ve biyoaktif” olan malzemelerin üretimi mümkün oldu. Günümüzde, vücudumuzun hemen her bölgesinde oluşan bozulma veya hasarları tedavi etmek veya desteklemek amacıyla çok değişik malzemeler ve onlardan yapılan değişik implantlar kullanılıyor.

Doku mühendisliği nedir?

“Doku mühendisliği”, 21. yüzyılın en yoğun çalışılan konulardan birisi. Bu alan, laboratuvarında hücre kültür ortamında “canlı doku” yapılabilir miyiz sorusunun yanıtını araştırır. Biyolojik ortamda belli süre durduktan sonra eriyen ve “biyobozunur” olarak adlandırılan malzemeler, doku mühendisliğinin iskele yapılarıdır. Farklı tekniklerle 3-boyutlu ve gözenekli hazırlanan bu iskeleler üzerine hücreler eklenir ve kültür ortamında hücrelerin büyümesi sağlanır. Ekilen hücreler dokuya göre belli bir hücre tipi olabileceği gibi kök hücre de olabilir ve uygulanacağı amaca yönelik olarak kültür ortamında büyümesi gerçekleşir. Kültür ortamının kompozisyonu kök hücrenin farklılaşmasını sağlar. Eğer uygulama bir kemik hasarına yönelik ise osteoblast (kemik hücresi), bir deri uygulaması ise fibroblast (bağ doku hücresi) oluşur.

Doku iskeleleri üzerine ekilen hücrelerin hastanın kendisinden alınmış olması tercih edilir. Hastanın kendi hücreleri kullanıldığı zaman vücudun implant dokusunu red etme riski ortadan kalkar. İlk kez 1990’larda Prof. Robert Langer tarafından bir fare üzerinde kulak kıkırdığı oluşumu için yapılan çalışmalar, 2013 yılında Çin’de bir insana uygulandı. Burnunu trafik kazasında kaybeden hastanın alnına yerleştirilen burun şeklindeki iskele üzerinde kendi dokusunun gelişmesi sağlandı.

Biyobozunur doku iskelelerinin hazırlanmasında genellikle karbon bazlı polimerler ve onların oluşturduğu kompozitler kullanılır. Bu polimerik iskeleler üzerine hücrelerin tutunması, bulundukları ortamı sevmeleri ve çoğalarak doku oluşturması istenir. Yeni dokunun gelişmesi sırasında doku iskelesi yavaş yavaş eriyip yok olur ve geride yabancı hiçbir malzeme kalmaz. İmplantlarda, biyoyumumluluğu artırmak amacıyla malzeme yüzeyine protein gibi moleküller bağlamak, pıhtılaşmayı önlemek amacıyla heparin gibi moleküller eklemek, kontrollü ilaç salımı sağlayabilmek amacıyla içi ilaç dolu mikro-nanopartiküller koymak, hücre tutunmasını artırmak için nano-desenler oluşturmak ve bir şekilde biyoyumu artırmak mümkündür.

Bu tür desteklere eklenen ve büyüme faktörleri içeren mikro-nanopartiküllerin zamanla degrade olduğu, biyoaktif moleküllerin degradasyon hızına bağlı olarak salındığı hem deri gibi yumuşak dokuda hem de kemik gibi sert dokuda hızlı ve düzgün iyileşme oluşturduğunu gösteren çok sayıda araştırma bulunuyor.

Son yılların en önemli konularından biri ise 3-boyutlu yazıcılarla istenilen formda ve hastaya özgü organ basma çalışmaları. 3-boyutlu yazıcılarla hem malzemeyi hem de hücreleri aynı anda ve istenilen formda basabilmek ve doku oluşumunu daha kontrollü yapabilmek mümkün oldu. Bu tür yapılara da yukarıda belirtildiği gibi biyoaktif ajanları eklemek ve “hastaya özgü” implant hazırlamak mümkün. Örneğin, bir çocuk hasta için onun anotomisine uygun boyutta, çok deformasyon kemik hasarı olan bir hasta için onun iskelet yapısına uygun şekilde doku iskeleleri hazırlanabilir.

Yeni üretimi yapılan tüm malzemeler, hastalara uygulanmadan önce laboratuvar ortamında çok detaylı incelenirler. İlk olarak kimyasal, fiziksel, mekanik ve termal özellikleri ölçülür, daha sonra hücre kültür deneyleriyle toksik etkilerinin olup olmadığı kontrol edilir. Bir sonraki basamakta malzemenin laboratuvar hayvanları üzerinde uygulamaları yapılır. Tüm bu testlerden olumlu netice elde edildikten sonra ilk hasta uygulamalarına geçilir. Bu işlemler emek, para ve zaman isteyen çok yoğun çalışmalardır.

Yarı canlı yapay zekâ

Canlıların temel elementi karbondur. Vücudumuzun yapıtaşları olan DNA, RNA, protein gibi moleküllerin yapısında en çok bulunan element karbondur. Onun yanında oksijen, hidrojen, azot ve diğer elementler yer alır. Diğer taraftan, karbonla aynı grupta bulunan, yapısı karbona çok yakın olan ancak fazladan bir elektron halkası bulunan silisyum, tüm cansızların temel elementidir. Taş, toprak gibi malzemeler silisyum bazlıdır.

Silisyum aynı zamanda günümüzde büyük önem kazanmış olan entegre devrelerin, bilgisayarların, silikon-çiplerinin temel malzemesi. İletişim ağlarının ve robotların yapımında kullanılıyor. Kimyasal olarak birbirine oldukça benzemekle birlikte bu iki element çok büyük farklılıklar gösteriyor.

Tüm canlılar ve “doğal zekâ” karbon-bazlı, tüm cansızlar ve “yapay zekâ” silisyum bazlı.

Doku mühendisliği, kimyacıların, biyologların ve malzeme mühendislerinin bilgi birikimleriyle laboratuvarlarda yedek organ üretebilme uğraşı veriyor. Hücre tipleri belli ve yapısı nispeten kolay olan bazı dokular, örneğin deri, kemik, kıkırdak, mesane, kornea dokuları laboratuvarlarda yapılabiliyor. Diğer taraftan çok yoğun sinir ağları içeren ve tüm hareketlerimizi kontrol eden canlı bir beyin oluşturmak pek mümkün görünmüyor. Ancak, unutmamak gerekir ki, bilim bir taraftan kanlı-canlı bir dokuyu laboratuvarlarda yapabilmek konularında ilerleme gösterirken, diğer taraftan da bilgisayar ağları ve iletişim konularında büyük atılım yapıyor. Bu durum aklımıza değişik bir soru getiriyor:

Laboratuvarlarda oluşturulan canlı dokularla silikon çipleri birleştirmek ve “yarı canlı-yapay zekâ” oluşturmak mümkün mü? Bunu zaman gösterecek.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi, ODTÜ BIO-MATEN – Biyomalzeme ve Doku Mühendisliği Mükemmeliyet Merkezi

Homeopati Ürünleri İlaç mıdır?

Kemal Türker¹

Avrupa Akademileri Bilimsel Danışma Konseyi EASAC'ın homeopati ürünleri konusundaki raporundan derlendi.

Samuel Hahnemann tarafından 1796 yılında geliştirilen homeopati, oldukça seyreltilmiş çeşitli ürünlerin imalat ve kullanımını ifade eden bir kavramdır. Hahnemann'ın doktrini “benzer benzeri iyileştirir” fikrine dayalıdır; buna göre bir semptomu neden olan madde, hastalık durumunda aynı semptomu tedavi etmek için kullanılır. İkinci temel ilke olan “sonsuz küçültme ilkesi” uyarınca madde defalarca seyreltilir ve çalkalanır, bu sayede etkinin arttığı iddia edilir.

Bazı uygulamacılar homeopati ürünlerinin bedeni kendi kendini iyileştirmeye teşvik ettiğini savunuyor. Pek çok bilim insanı ve hekim, homeopati ürün ve uygulamalarının tıbbi iddialarına son derece eleştirel yaklaşıyor ve bunların tesirine dair açıklamaların bilimsel açıdan geçersiz olduğunu ifade ediyor.

Avrupa Akademileri Bilimsel Danışma Konseyi EASAC'ın homeopati ürünleri hakkında yetkin bilimsel incelemelere dayanan kararları özet olarak şu şekildedir:

- 1. Bilimsel etki mekanizmaları bakımından:** Homeopatinin ilaç olarak kullanılabileceğine dair iddialar geçersizdir ve oturmuş bilimsel kavramlarla çelişmektedir. Homeopati ürünlerinin tesir, güvenlik ve kalitesini ortaya koyacak, tutarlı, düzenleyici şartlar bulunmalı; bu şartlar ortaya atılan iddiaların doğasına uygun biçimde, doğrulanabilir ve nesnel kanıtlara dayanmalıdır. Bu tür kanıtların olmadığı hallerde söz konusu ürünler, tıp ürünü ruhsatlarından sorumlu ulusal düzenleyici kuruluşlar tarafından onaylanmamalı ve ruhsatlandırılmamalıdır.
- 2. Klinik tesir bakımından:** Kimi hastalarda plasebo etkisi ortaya çıkabileceği kabul edilmekle birlikte homeopatinin plasebo ötesinde bir etkisi olduğunun sağlam, tekrarlanabilir kanıtlarla gösterilebildiği herhangi bir hastalık yoktur. Homeopati ürün ve uygulamalarının etkili ve güvenli olduğu titiz testlerle kanıtlanmadığı sürece, kanıta dayalı kamusal sağlık sistemleri bu ürün ve uygulamaların masraflarını karşılamamalıdır. Homeopati ürünlerinin bileşenleri, aynen diğer sağlık ürünleri gibi etiketinde belirtilmelidir: Ürünün bileşenleri ve bunların miktarı kesin, net ve basit bir biçimde ifade edilmelidir.
- 3. Hastaların güvenliği bakımından:** Hastanın bilgiye dayalı onayı ve güvenlik açısından da kaygılar mevcuttur. Güvenlik kaygıları, homeopati

ilaçlarının hazırlanmasında çok sınırlı bir kalite kontrolü olmasından kaynaklanmaktadır. Her ne kadar genelde bir homeopati preparasyonunun herhangi bir güvenlik kaygısı bırakmayacak derecede seyreltildiği varsa yılsa da pratikte bu her zaman geçerli olmayabilir. Örneğin, ABD Gıda ve İlaç Kurumu’nun (FDA) yakın dönemli bir çalışmasında, dış çıkarımla ilgili homeopatik ürünlerin çocuk ölümleri de dahil ciddi olumsuz olaylara yol açtığı belirtilmiştir.

4. Homeopatinin teşviki bakımından: Bunun “hastaya ciddi zarar verebileceğine zira hastanın kanıta dayalı tıbbi çözümler aramayı ertelebileceğine” dikkat çekiliyor. Ayrıca toplumun bilimsel kanıtların niteliği ve değerine olan inancını baltalamak gibi daha genel bir riskin de söz konusu olduğunu vurgulanıyor. Homeopati ürün ve hizmetlerinin reklam ve pazarlamasında, kesinlik ve netlik konusundaki oturmuş standartlara riayet edilmelidir. Tanıtımlarda, doğrulanabilir ve tekrarlanabilir kanıtlara dayanmayan tesir, güvenlik ve kalite iddiaları yer almamalıdır.

5. Veterinerlikteki uygulamaları bakımından: Homeopatinin veterinerlikte kullanımını haklı gösterecek ciddi bir kanıt yoktur ve bilhassa besi hayvanlarının tedavisinde kanıta dayalı tıp ürünleri yerine homeopatinin kullanımı kaygı vericidir.

Homeopati ürünlerinin ilaç yerine kullanımı üzerine değişik ülke Akademilerinin kararları da şu şekildedir:

1. İsveç Kraliyet Akademisi homeopatik ürünlerin klinik etkilerine dair hiçbir bilimsel kanıt olmadığını ve yüksek düzeyde seyreltme nedeniyle herhangi bir etkisinin söz konusu olmadığını belirtiyor. Akademiye göre, eğer herhangi bir ürünün, bir hastalığın tedavisi için kullanılmasını gerektiren etkileri bulunduğu düşünülüyorsa, “söz konusu ürünün diğer tüm ilaç adaylarıyla aynı değerlendirmeden geçmesi gerekir.”
2. Macar Bilimler Akademisi, İsveç Kraliyet Akademisi’nin bu kararlarını destekliyor.
3. İngiliz Kraliyet Akademisi sistematik incelemeler sonucunda homeopati ürünlerinin plasebodan daha fazla etkiye sahip olmadığını kesin bir biçimde ortaya koymuştur. Kraliyet Akademisi, hastaların kullanmasından önce İngiltere’nin ilaç düzenleme kuruluşu tarafından ilaçlara uygulanan titiz güvenlik, kalite ve tesir analizinin homeopati ürünlerine de uygulanması gerektiğine işaret etti ve İngiliz hükümetinden, homeopati alanında ki devlet fonlarını ve tıbbi ruhsatları geri çekmesini talep etti.
4. Avustralya Hükümeti’nin Ulusal Sağlık ve Tıbbi Araştırma Konseyi kap-

samlı bir inceleme yaptı ve bilinen herhangi bir hastalıkta homeopatinin etkili olduğuna dair güvenilir kanıt olmadığı sonucuna vardı ve şu tavsiyede bulundu: “Homeopati; kronik, ciddi veya ciddileşebilecek sağlık sorunlarını tedavi etmek amacıyla kullanılmamalıdır”.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi öğretim üyesi

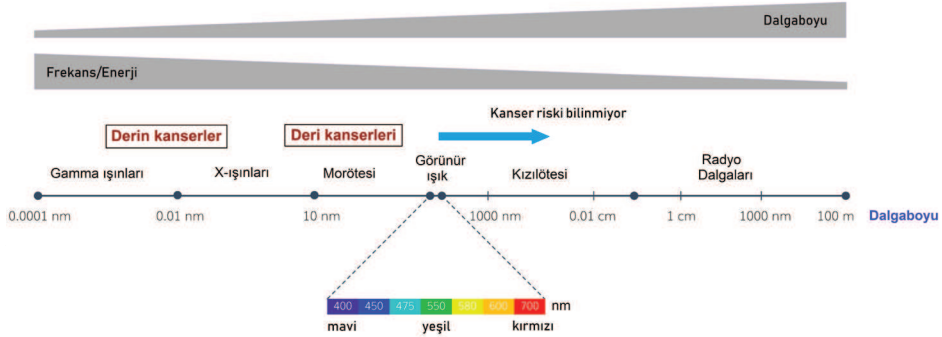
² Avrupa Akademileri Bilimsel Danışma Konseyi EASAC’ın homeopati ürünleri konusundaki raporu: <https://bilimakademisi.org/wp-content/uploads/2017/09/easac-homeopati-allea-turkce-ceviri.pdf> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

Cep Telefonları Kansere Neden Oluyor mu?

Şevket Ruacan¹

Cep telefonları ortaya çıktıkları 1970’li yıllardan bu yana gelişerek ve yaygınlaşarak sosyal yaşamımıza hükmeden teknolojilerden birisi durumuna geldi. Dünya Bankası istatistiklerine göre 2016 yılında dünyada yaşayan her 100 kişiye 101,5 adet cep düşüyor². 2016 yılında Türkiye’de de 100 kişiye 97 cep telefonu düştüğünü belirtelim.

Bu derecede yaygın bir teknolojinin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin de tartışılması kaçınılmazdı. Nitekim ilk yıllarından itibaren cep telefonlarının insanlarda çeşitli sağlık sorunlarına yol açabileceği ileri sürüldü. Bunların başında da toplum-



Görsel 14: Elektromanyetik dalgaların frekans/dalgaboyu/enerjileri ile farklı kanser türlerinin ilişkisi

Elektromanyetik dalga spektrumu. Düşük enerjili ve uzun dalga boyulu radyo dalgalarından, çok yüksek enerjili ve çok kısa dalga boyuna sahip gamma ışınlarına kadar olan elektromanyetik dalga tiplerini gösteriyor. Morötesi ve daha yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar deri ve derin kanserlerle ilişkilendiriliyorlar. Dalgaboyu uzadıkça, dalgaın frekansı ve enerjisi düşüyor.

Bugüne kadar edindiğimiz bilgiler kanserin hücrenin genetik yapısını oluşturan deoksiribonükleik asit (DNA) molekülündeki kalıcı moleküler değişiklikler sonu-

cu ortaya çıktığını gösteriyor. Bu değişikliklere “mutasyon” adını veriyoruz. Dış etkenlerin mutasyonlara yol açmaları için ise moleküllerin bağ yapılarını değiştirecek enerji güçlerine sahip olmaları veya DNA zincirinde yapısal değişikliklere yol açabilmeleri gerekiyor. Nitekim kansere yol açtıkları kesin olarak kanıtlanan morötesi ışınların DNA zincirinde yeni bağlar oluşturduğu; X-ışınları, gamma ışınları gibi yüksek enerji yüklü ışınların ise DNA’da zincir kırıklarına yol açtıkları biliniyor. Morötesi ışınların insanda deri kanserlerine, iyonlaştırıcı (iyonizan) elektromanyetik dalga olarak olarak sınıflandırılan X-ışınları ve gamma ışınlarının ise hemen tüm dokularda kansere yol açtıkları biliniyor. İyonlaştırıcı elektromanyetik dalgalar, atomdan elektronları ayıracak kadar yüksek enerjiye sahipler. Atomlar iyonize olduklarında, yani elektron kaybettiklerinde, kimyasal özellikleri ve maddeyle etkileşimleri değişiyor.

Cep telefonlarının yaydığı çok daha düşük enerjili mikrodalga ışınlarının ise DNA’da moleküler değişiklikler yaptıkları veya hücrelerde mutasyonlara neden oldukları kanıtlanmış değil.

İlgili araştırmalar

Cep telefonlarının insan sağlığı üzerine etkileri son 30 yıldan bu yana üzerinde en yoğun araştırmaların yapıldığı alanlardan birisi. Bu noktada cep telefonları tarafından yayılan mikrodalgaların ortamda çok düşük miktarda sıcaklık artışına neden olabileceğini de anımsamak gerekir. Fakat bu sıcaklık artışının normal kan dolaşımına sahip dokularda kayda değer bir biyolojik etkiye neden olamayacağı anlaşılmıştır. Önceki yıllarda bazı çalışmalarda cep telefonu kullanımıyla beyin dokusu, beyin zarları, işitme sinirleri ve tükürük bezi tümörlerinin ortaya çıkabileceği yönünde kuşku ortaya atılmıştı. Dünya Sağlık Örgütü’nün Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu (IARC) eldeki sınırlı verilere dayanarak mikrodalga ışınları insanda olası kanser etkeni olarak sınıflandırmıştı. Bu sınıflandırma bugün yapılan geniş çaplı araştırmalar sonucunda büyük oranda geçerliliğini yitirmiştir. Nitekim IARC tarafından olası kanser etkeni olarak sınıflanan etkenler arasında kahve ve talk pudrası da bulunmaktadır.

DeneySEL çalışmalarda cep telefonlarının hücre kültürlerinde veya deney hayvanlarında, insanların maruz kalabileceği dozlarda, önemli biyolojik etkilere, mutasyonlara veya kansere yol açabileceği yönünde inandırıcı bilimsel bulgu saptanmamıştır.

Toplum çalışmalarında, özellikle ABD Ulusal Kanser Enstitüsü ve Danimarka’da yapılan araştırmalar cep telefonlarının kullanımının arttığı yıllar itibarıyla sözü edilen tümörlerin veya genel olarak kanserin sıklığının arttığına dair kesin kanıtlar göstermemiştir. Benzer şekilde tümör hastalarında da normal kişilere göre belirgin düzeyde cep telefonu kullanımı farkı bulunmamıştır. İngiltere’de 800.000 kadın üzerinde yapılan çalışmada ise genel olarak tümörlerde artış gözlenmemiş ancak işitme sinirinin (akustik) tümörlerinde şüpheli artma olabileceği belirlenmiştir.

2017'nin Şubat ayı başında *ABD Ulusal Toksikoloji Programı*'nın 2 ayrı memeli türünde (fare ve sıçan) yaptığı ve 10 yılı aşan bir sürede tamamlanan deneysel araştırmaların sonuçları yayınlandı³. Ortalama üç bin hayvanın kullanıldığı ve 25 milyon dolarlık bir bütçeye mal olan bu çalışmalarda, cep telefonlarının yaydığı radyasyon deney hayvanlarına normal kullanımda insanların maruz kalabileceği sürelerin çok üzerinde sürelerle uygulanmıştı (örneğin 2 yıl süreyle günde 9 saat).

Sonuçlar, daha önce yapılmış 20 çalışmada olduğu gibi, kanserle ilişki konusunda negatif sonuçlandı. Bazı erkek sıçanlarda iyi huylu kalp tümörleri gözlemlendi. Dişi sıçanlarda ve farelerde benzer oluşumlara rastlanmadı. Bunların insanda öne sürülen tümörlerle ilişkisi ise kanıtlanamadı.

Bulguları değerlendiren ABD İlaç ve Besin Yönetimi (FDA)⁴, deney hayvanlarına uygulanan bu çok yüksek dozlara karşın kanser oluşumuna rastlanmaması ve daha önce yapılmış çok sayıda deneysel ve epidemiyolojik çalışmanın da ışığında “cep telefonu kullanımının bugün için insanda olumsuz sağlık durumlarına neden olmadığı kanısına ulaştıklarını belirtti”. Günlük yüksek cep telefonu kullanımına karşın insanda beyin tümörlerinin arttığını gösteren bir veri de bulunmadığı vurgulandı.

Çalışmalarda saptanan beklenmedik bir bulgu ise cep telefonunun yaydığı radyasyona maruz kalan sıçanların kontrollerden daha uzun yaşaması oldu. Nedeni ve mekanizması açıklanamayan bu olayın ise insan biyolojisine uygulanabilmesi bugün için olası görünmüyor.

Toplum çalışmalarının bazı eksik yönlerine de burada değinmek gerekebilir. Bu çalışmalar şimdilik en fazla 10-15 yıllık süreleri içermekte olup daha uzun dönemler konusunda kesin bilgi vermiyor. Ayrıca bugüne kadar çoğunlukla erişkinler üzerinde yapıldığından “çocuklarla ilgili yeterli veri de bulunmuyor.”

Günümüzde Dünya Sağlık Örgütü, ABD Ulusal Kanser Enstitüsü (NIH)⁵, ABD Besin ve İlaç Kurumu (FDA), ABD Hastalık Kontrol Merkezi (CDC), Amerikan Kanser Derneği (ACS) gibi kuruluşlar, bugün eldeki verilerle cep telefonları ve benzeri mikrodalga yayan cihazların insanda kanser yaptığına dair inandırıcı veri olmadığı yönünde görüş birliğindedir. Ancak daha uzun dönem için, genç ve çocuklardaki kullanımı da içeren araştırmaların devam etmesi gerektiğini de belirtiyorlar.

Sonuç olarak cep telefonlarının insanda kanserle ilişkisi konusundaki bilimsel veriler⁶ şu biçimde özetlenebilir:

1. Mikrodalgaların enerji yükleri itibarıyla kimyasal bağları etkileme, DNA'da değişiklikler yapma, dolayısıyla mutasyonlara yol açabilme özellikleri saptanamamıştır.

2. Deneyisel araştırmalarda, hücrelerde ve deney hayvanlarında kansere ön-cül veya kanser olarak yorumlanabilecek bulgular yoktur.
3. Geniş epidemiyolojik çalışmaların büyük çoğunluğunda cep telefonu kul-lanımıyla ilişkili olabilecek tümörlerde belirgin artış belirlenememiştir.

Bu veriler ışığında, daha geniş çaplı ve uzun süreli araştırmaların sonuçları yayınlan-caya kadar, cep telefonlarının kullanımında olabildiğince dikkat edilmesi, uzun süreli kullanımların azaltılması, genç ve çocukların kullanımının özellikle kısıt-lanması ve mümkün olduğunca kulaklık ve benzeri radyasyonu vücut yüzeyinden uzakta tutacak aygıtların kullanılması önerilmelidir.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi öğretim üyesi

²Dünya Bankası verisine göre yıllara göre cep telefonu kullanımı <https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS.P2> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

³Denise Grady, (2018). “Cancer Risk From Cellphone Radiation Is Small, Studies Show“, New York Times, .

⁴2 Şubat 2018 tarihli ABD İlaç ve Besin Yönetimi duyurusu: <https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm595144.htm> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

⁵Ulusal Kanser Enstitüsü (NIH)- Kanser ve cep telefonları ilişkisi üzerine <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/radiation/cell-phones-fact-sheet> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

⁶Amerikan Kanser Enstitüsü – Cep telefonları kanser ilişkisi üzerine <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/cellular-phones.html> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

Evrim Üzerine

Ali Alpar¹

Teori nedir?

Evrimden söz ederken ‘bu da bir teoridir bütün teoriler eşdeğerdir’ lafı tam bir aldatmacadır.

a) Bilimde teori şimdiye kadar defalarca deney ve gözlemlerle sınanmış ve hep doğrulanmış bir çerçevedir, birbirine bağılı önermeler bütünüdür.

b) Bilimsel teoriler yeni deneylerle sınanabilecek yanlışlanması veya doğrulanması mümkün yeni fikirler üretir.

c) Bilimsel teorilerin deney ve gözlemlerle doğrulanmış öngörülerine dayanarak uy-gulamalar yani teknoloji üretilir.

Oysa günlük dilde teori atmaca, hayali, afaki, spekülasyon gibi anlamlar taşır. Bu bilimdeki teinin tam zıddıdır, çünkü genellikle spekülasyon deneyle sınanmış ve doğrulanmış değildir. Hatta yanlışlanmaya veya doğrulanmaya da açık değildir.

Evrin teorisi ne söyler?

a) Canlıların sonraki nesillere bırakacakları kalıtımda yani DNA’larında, çevre et-kileriyle ya da vücuttaki olaylarla küçük değışmeler (mutasyon) olabilir. Çok uzun

ve karmaşık bir molekül olan DNA'nın tümünde değil ufacık parçalarında mutasyonlar olur.

Mutasyon o canlıyı etkilemese de bir sonraki nesilde doğan yavrularda organizmayı farklı kılabilir. Mutasyonların büyük çoğunluğu yavrunun yapısını ya da davranışını etkilemez. Az bir kısmı yavrunun sağ kalmasını uzun yaşamasını ve döl vermesini engelleyici değişikliklere yol açar. Bu tür zararlı mutasyonlar bir sonraki nesle aktarılamadan o türün genlerinden 'düşer', ayıklanır.

b) Doğal seçim ve evrim: Nadiren mutasyonla gelen özellikler yavruların uzun yaşamasına, çevreyle uyumlu olmasına, rakiplerini alt edebilmesine ya da karşı cinse cazip görünmesine, çok döl vermesine, yavru yapmasına yardımcı olur. Bu tür mutasyonlar daha sonraki nesillere daha fazla aktarılır. Türün gen havuzunda daha baskın olur, böylece yaşamaya ve üremeye elverişli mutasyonlar "seçilmiş" olur, o türün özellikleri de çok uzun vadede, nesiller boyu seçilen özelliklerle değişir; yani "evrimleşir".

c) Türlerin oluşumu: Tür ne demek? Aynı türden canlılar çiftleşip yavru yapabilir ve yavruları da kısır olmaz. At ve eşek ayrı türlerdir, çünkü melezleri olan katır kısırdır. Öte yandan birbirinden çok farklı görünen köpek cinsleri aynı türdendir.

Bir türün iki ayrı nüfusu ayrı yerlere yerleşir ve artık birbirleriyle çiftleşmezlerse her iki nüfusta oluşan olumlu mutasyonlarla ayrı ayrı değişiklikler birikir. İki nüfus birbiriyle karışmadığı için genlerindeki mutasyonları birbirleriyle paylaşmazlar. Nesiller boyunca DNA'ları o kadar ayrı hale gelir ki artık bir araya gelseler de yavru yapamazlar ya da melez yavruları kısır olur. Böylece iki ayrı tür oluşur. Ortak atadan geldikleri için iki türün genlerinin büyük çoğunluğu aynıdır. Türler ne kadar yakın bir geçmişte ayrılmışlarsa o ölçüde daha çok birbirlerine benzerler.

Evrimi doğrulayan kanıtlar nelerdir?

a) Fosiller: Fosillerin tarihlenmesiyle önce fosillerin bulunduğu kaya katmanlarının milyonlarca yıl öncesinden kaldığı, daha sonra da en eski fosillerin tarihlenmesiyle bilinen en eski ilkel yaşamın 3 milyar yıl öncesine gittiği, nihayet jeofizik verileriyle Dünya'nın, astronomi ve astrofizik çalışmalarıyla da Güneş'in ve Güneş sisteminin yaşının aynı olduğu ve 4,5 milyar yıl kadar olduğu anlaşıldı. Bu bulgular öncelikle hayatın ve evrimin zaman ölçeklerinin sanıldığından ve insanların günlük sezgileriyle havsalarının alacağından çok çok daha uzun olduğunu gösteriyor.

İkinci olarak fosil kayıtları bazı türlerin yok olduğunu bazı türlerin de belli bir tarihten itibaren ortaya çıktığını, yani bütün canlı türlerinin aynı tarihten itibaren günümüze kadar hep beraber var olmadıklarını ve türlerin özelliklerinin çok yavaş şekilde değiştiğini yani evrimi gösteriyor. Ayrıca aynı atadan farklılaşan türler fosil kayıtlarında aynı seviyedeki kayalarla, yani aynı zamanlarda ortaya çıkıyorlar.

Fosillerle edinilen bilgiler yalnız biyoloji ve jeoloji ile değil astronomi fizik ve kimya ile de tutarlı. Mesela Güneş ve Güneş sisteminin yaşı, enerjinin korunması yasası ve Güneş'teki nükleer süreçlerle anlaşılabilir.

b) Kalıtım: Darwin'in zamanında kalıtımın nasıl işlediği ve istatistik özellikleri bilinmiyordu. Mendel'in çözdüğü kalıtım yolları ve olasılıkları, evrim teorisine ve fosil kanıtlarına uygun bir kalıtım anlayışı kazandırdı. Mendel'in kalıtım modelleri çok ulaşılabilir deneylere dayanıyor, bezelye yetiştirmek gibi.

c) Moleküler biyoloji: DNA molekülünün yapısının çözülmesiyle artık hücre çekirdeğinin içindeki DNA ve diğer moleküllerin yapısını ve işleyişini deneylerle öğrenebiliyoruz. Böylece mutasyonların ve kalıtımın sadece canlılara ve türlere etkisinin ötesinde moleküler düzeydeki mekanizmaları artık biliyoruz. Evrim teorisinin öngörülleri sürekli yeni bilgilerle, yeni deneylerle sınanıyor ve doğrulanmaya devam ediyor.

Hücre içindeki olaylar çok hızlı olduğundan işleyişi ve değişimi zaman içinde canlı gözlüyoruz. Hızlı üreyen, yani nesilleri arasında az zaman olan canlılarda ise evrim filminin hızlı çekimini görüyoruz. Nesiller birkaç hafta veya gün hatta birkaç saat içinde geçiyorsa, mutasyonların, kalıtımın ve doğal seçilimin etkilerini laboratuvar-da gözleyebiliyoruz. Moleküler biyoloji evrimin nasıl işlediğine çok tutarlı, sürekli ve sağlam kanıtlar getirirken aynı zamanda evrim teorisi de moleküler biyolojinin bir bütün olarak anlaşılmasında temel bir yer tutuyor.

d) Biyoteknoloji-nanoteknoloji: Moleküler biyolojiyi artık çok yaygın olarak uygulamalarda kullanıyoruz. Yeni ilaçların tasarımında, hastalıkta ve sağlıkta vücudun nasıl işlediğinin anlaşılmasında moleküler biyoloji bilgisine dayanan yeni inovasyonlar rol oynuyor. Çok büyük moleküllerle yapılan uygulamalar nano düzeyde yeni fizik ve kimya bilgisini de gerektiriyor. Kanseri gibi henüz kısmen anlaşılabilmiş uygulamalarda olsun her tür bulaşıcı hastalıkta olsun bakteri ve virüslerin evriminin anlaşılması ve hızlı evrimleştikleri için suni mutasyonlarla kontrolü ya da yeni evrimleşen mikrop türlerini teşhis edip ona göre yeni ilaç molekülleri tasarımı biyoteknolojinin hızla geliştiği alanlar.

Özel bir örnek: antibiyotik direnci. Mikrop türleri antibiyotiklere duyarlı mutasyonların seçilimiyle evrimleşiyor. Onun için biz de bağışıklık sistemimizi yeni türlere göre destekleyecek yeni ilaç tasarımları yapıyoruz. Bir yandan da yanlış antibiyotik kullanımıyla mikropların “aşılı” evrimleşmesini önlemek için antibiyotikler reçeteye bağlanıyor.

İnsanlar evrim teorisinin anlamakta ve kabullenmekte neden zorlanıyor?

a) Evrim büyük canlılarda o kadar yavaş bir süreç, o kadar uzun zamanlarda oluyor ki bunu gözümüzle görmüyoruz. Havsalamız da almıyor.

Şöyle bir örnek düşünelim: bir canlı türünde, bir nesilde, bir milyon birey yaşayıp ölüyor. Bir nesilde, bir tane canlının çevreye uyumunu destekleyen yararlı mutasyon olma ihtimali son derece küçük, diyelim ki milyonda bir, aynı Milli Piyangoda büyük ikramiye çıkması gibi. Her nesilde 1 milyon birey yaşayıp ölüyorsa, 1 tane yararlı mutasyon bu türün sonraki nesillerine kalıyor. Diyelim ki bu canlının yüz-yılda 4 nesli üreiyor. 250.000 yıl sonra tür on bin farklı yararlı mutasyonu yeni nesillere aktararak biriktirmiş ve görünür şekilde değişmiş olacak. Tarım ve sonrası uygarlığın 10.000 yıllık tarihi olduğunu düşünürsek, bu insanların kendi tecrübeleriyle göremedikleri bir şey.

Ama fosillerde gözleniyor. Hele moleküler biyoloji sayesinde bakterilerin hatta sineklerin evrimini bilim insanları laboratuvarında izliyor, kontrol ediyorlar. Bu yine de sokaktaki insanın tecrübesi dahilinde değil, kanıtları okulda veya kendisi okuyarak fikir yürütüp tartabilir.

b) İnsanın canlılar arasındaki ve evrendeki yeri:

İnsan türü elbette tek, çok farklı, bilincini dille ifade eden medeniyet kuran bir canlı. Ama canlı olarak vücudunun işleyişiyle başka canlılara benziyor. Proteinlerimizin DNA'mızın yapısı başka türlerle büyük ölçüde benziyor. Aynı mikroplar kuşlara da sığırlara da, insanlara da hastalık yapıyor. At serumu insanlar için kullanılıyor. Çok ilkel bir canlı olan küfün bazı türleri bizim organizmamızın hastalıklarıyla mücadelede antibiyotik olarak çalışıyor.

Canlıların ortaklığı biyolojinin konusu. İnsanın inanç felsefe ve duygu dünyamızdaki, kültürümüzdeki yeri bundan ayrı bir konu. Biz insanız onun için insan bizim için bambaşka. Ve insan olduğumuz için aklımızı kullanarak dünyayı öğrenebiliriz. Bu ikisini karıştırmamak lazım.

İnsan ve bütün canlılar fizik ve kimya açısından da aynı maddelerden yapılmışlar ve aynı doğa yasalarına tabiler. İnsanın fiziki evrendeki yeri yani Dünya da eskiden evrenin merkezi sanılırdı. Her şey dünyanın etrafında dönüyor sanılırdı. Bilim bizim Dünyamızın evrenin merkezi olmadığını gösterdi. Bunu da insanların kabul etmesi zor oldu.

Dünya'nın merkezde olmaması, Galileo'nun teleskobunun halk tarafından kolay ulaşılır basit bir alet olmasıyla çok çabuk kabul görmüştü. Fosiller ve DNA ile yapılan deneyler ise halkın elinin altında değil, onun için evrimin anlaşılması ve kabul görmesi daha yavaş ilerleyen bir süreç.

Bilim inançla mutlaka çelişir mi?

Hayır. Bilimle inanç çelişmeyebilir. Bunun için bu dünyailgili bilgilerin dünyayı gözleyerek tecrübeyle öğrenilebileceğinin, aynı koşullar altında herkesin dünya olayları hakkında aynı bilgileri edineceğinin kabul edilmesi gerekir.

Bilim; farklı kişilerin, farklı bilim insanlarının defalarca sınavarak doğruladıkları gözlemlerden doğa yasalarını elde eder. Bir ilahi güce iman eden kişi Yaradan'ın, doğanın işleyişiyle ilgili olarak vaaz ettiği kuralları an be an takip etmediğini, bunları değiştirmedikçe ve insanın aklıyla öğrenmesine imkân verdiğini kabul ederse o inanç bilimin bulduklarını da kabul eder.

Kritik nokta, dünyayla ilgili bilginin bakarak, gözleyerek, tecrübeyle öğrenileceğidir. Dünya bakmadan bilinemez. Kutsal kitapların yorumuna göre, bakmadan dünyanın nasıl olduğunu bildirenler sonunda gözlem sonuçlarıyla yanlışlanabilirler. Çünkü yorumlar farklıdır, o zaman kimin söylediğine itibar edileceğinin kıstası da belli değildir. Bunu gören akil insanlar, âlimler, ilkçağlardan beri dünyada görünenin ilk bakışta algılandığı gibi olmayabileceğini, kutsal kitaplarda yazanın da tefsire tabii olduğunu söylemişlerdir.

Bilimle bağdaşan inanç dünya bilgisini kanıtlara bırakmak sağduyusuna dayanır. Bunun tersine bakmadan bileceğini iddia etmek kör inanca özgüdür. Bu tür yaklaşım bağnaz din olabileceği gibi bağnaz materyalist ve ateist ideoloji de olabilir. Stalin döneminde Sovyetler Birliğinde Lysenko adında bir şarlatanın liderliğinde evrim ve modern biyoloji yıllarca dışlandı ve bunun büyük zararları oldu.

İslam uygarlığında evrim fikri

Eski medeniyetlerin çoğunda olduğu gibi İslam uygarlığının parlak dönemlerinde de canlı türlerinin benzerliklerinin, bunların birbiriyle akraba oldukları, ortak bir ata türden geldikleri yani zaman içinde evrimleştikleri için olduğunu söyleyenler olmuştur. Bu fikir bir bilimsel teori haline Darwin'le geldi. Darwin'in çağdaşı El Cisri de bu konuda kanıtların incelenmesi gerektiğini, kanıtlara göre Darwin'in teorisinin geçerli olabileceğini söylemiş. Bu konuda bağnaz ve yanlış tavrı son dönemde mesela Fethullah Gülen ifade etmiştir. Kendisine El Cisri'yi soran müritlerine, mealen “El Cisri çok muhterem bir âlimdir, ama bu mevzuda yanlıştır, Darwin için kanıt ihtiyacı yoktur çünkü Kuran zaten bunun doğru olamayacağını yazıyor,” demiştir. Başka dini ve siyasi önderler de aynı tavrı takınıyorlar.

Şimdi Darwin'i reddedenler, kanıtları göz ardı edip Kuran'ın şu veya bu otoriteye göre yorumuna dayanıyorlarsa, bu bakmadan bildiğini sanmaktır; akli reddedip kibire kapılmaktır.

Galileo'nun dediği gibi Dünya yine de dönüyor.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

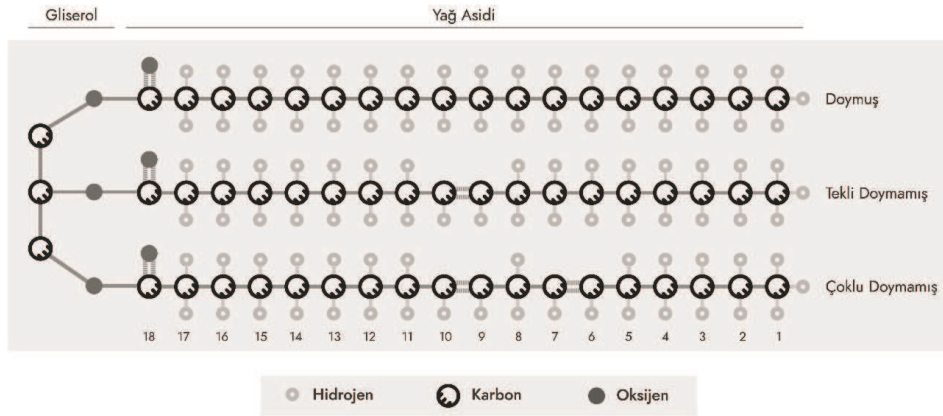
Zeytinyağı Neden Sağlıklı?

Zeynep Delen Nircan¹

Zeytinyağının neden sağlıklı olduğunu anlamak için önce zeytinyağının bir meyve suyu olduğunu hatırlamak lazım. Ne de olsa ağaçtan topladığımız meyveyi sıkarak elde edebildiğimiz tek yağ.

Zeytinyağı diğer yağlara göre daha sağlıklı, çünkü şişedeyken olduğu kadar vücudumuza yapıtaşı olarak girdikten sonra da oksidasyona karşı dayanıklı olmaya devam ediyor. Oksidasyon, maddenin oksijenin etkisiyle bozulması demek. Yersiz ve fazla oksidasyon kanser, diyabet, Alzheimer, kalp hastalıkları ve diğer birçok rahatsızlığa neden olabiliyor.

Diğer yağlar gibi zeytinyağının da neredeyse tamamı, tadı, kokusu ya da rengi olmayan yağ moleküllerinden yani trigliseritlerden oluşuyor. Trigliserit adı üstünde bir gliserol molekülüne bağlı üç karbon zincirinden oluşuyor. Karbon ve hidrojen atomlarından oluşan zincirlerin her birine yağ asidi deniyor. Bitki ve hayvanlarda farklı yapıda onlarca farklı yağ asidine rastlanıyor. Yağın özelliğini yağda bulunan yağ asitlerinin oranı belirliyor. Örneğin zeytinyağında yüksek oranda oleik asit, ayçiçek yağında bolca linoleik asit, palm yağında da en çok palmitik asit bulunuyor.



Görse15: Bir yağ molekülü. Üstte doymuş palmitik asit, ortada tekli doymamış oleik asit ve altta çoklu doymamış linoleik asitten oluşan bir trigliserit.

Yağ asitlerinin birbirlerinden farkı, uzunlukları ve karbonların birbirine nasıl (hangi noktalarda tek ya da çift bağla) bağlandıkları. Bir yağ asidine, bir tane çift bağı varsa “tekli doymamış”, birden fazla çift bağı varsa “çoklu doymamış” diyoruz. Oleik asit tekli doymamış, linoleik asit çoklu doymamış, palmitik asit ise doymuş yağ asitleri. Komşu karbonlarla birer bağ yapmış karbonun iki hidrojen atomu varsa bu karbona artık (hidrojene) doymuş deniyor. Çift bağı bir karbon daha hidrojene doymamış olduğu için bir tane daha alabiliyor. Margarin fabrikalarında yapılan da işte bu, doymamış karbonlar hidrojenle doyurularak margarin elde ediliyor.

Dikkat etmek gereken bir nokta da çift bağın hangi noktada olduğu. Zincirin sonundan saymaya başlarsak oleik asitte çift bağ 9. karbonda bulunuyor, diğer bir deyişle oleik asit omega 9. Reklamlarda duyduğumuz omega 3 (linolenik) ve omega 6 (linoleik) esansiyel yağ asitleri de zeytinyağında da % 10 ve % 1 civarında bulunuyor.

Oda sıcaklığında katı halde bulunan doymuş yağların sağlık açısından sakıncaları, özellikle kalp ve damar hastalıklarına neden oldukları biliniyor. Daha az duyulan bir nokta ise çoklu doymamış yağların da sakıncalı olabileceği. Yağ asitlerinde çift bağ sayısı arttıkça oksidasyon da hızla artıyor. Zeytinyağı ne fazla doymuş ne de fazla doymamış, sağlıklı olmasının en temel nedeni de işte bu.

Unutulmaması gereken bir nokta da zeytinyağında bulunan klorofilin ışığın etkisiyle oksidasyonu tetiklediği. Zaten bu yüzden zeytinyağını oksijenden olduğu kadar ışıktan da korumak çok önemli.

Zeytinyağında şifalı madde deyince akla ilk gelen grup polifenoller. Bunlar aslında bitkilerin kendilerini oksidasyondan, böceklerden, kuşlardan (belki bizden) korumak için savunma mekanizması olarak ürettikleri bir takım acı maddeler. Kaliteli ve taze zeytinyağında (karabiber acısına benzer) bu acılığı fark edebilirsiniz. Bu maddelere yapısal olarak polifenol, işlevsel olarak antioksidan deniyor çünkü yuvarıda anlattığımız oksidasyon süreci sonucu ortaya çıkan zararlı serbest radikal ve peroksitleri etkisiz hale getiriyorlar. Polifenoller sadece taze üründe buluyor, biz yağı tüketene kadar yağın kendisini, biz tükettikten sonra bizi koruyorlar.

Zeytinyağında bulunan şifalı maddelerin en önemlilerinden biri de oleokantal. Zeytinyağını yaraya sürmek, mideye iyi gelir diye içmek kültürümüzde olan bir şey ve bu kültürel geleneği destekleyecek bilimsel dayanağın bulunma hikâyesi oldukça ilginç. İtalya’da yaptığı gezi esnasında zeytinyağı deneyen bir bilim insanına genzinin gerisinde hissettiği yakıcılık hissi tanıdık geliyor. Laboratuvarına bir örnek götürüp incelediğinde zeytinyağında bulunan oleokantal maddesinin (eczanelerde Advil veya Nurofen olarak bulunan) ağrı kesici, ateş düşürücü, enflamasyonu azaltıcı ibuprofen ilacıyla aynı etkiyi gösterdiğini keşfediyor.

Peki, markete gittik, birbirinden albenili raf raf zeytinyağı var. Hangi zeytinyağını satın alacağız? Bu sorunun cevabı zeytinyağını ilaç niyetine kullanmak isteyenler için çok net: Natürel Sızma olanı. Çünkü zeytinyağının verebileceği tüm sağlık faydalarına ancak bu kalitede ulaşmak mümkün. Geleneksel üretimde çok az miktarda elde edilebilen bu kalitede zeytinyağına “merhem” denmesi boşuna değil. Pişirmek ve yemek için ne alalım dersanız o başka bir yazının konusu olsun^{2,3}.

¹Ege’de Atölye’nin kurucusu, Sabancı Üniversitesi öğretim görevlisi

²Blatchly R., Delen Nircan, Z. ve O’Hara P., The Chemical Story of Olive Oil: From Grove to Table, Royal Society of Chemistry, 2007.

³Blatchly R., Delen, Z. ve O’Hara P., (2014). “Making Sense of Olive Oil: Simple Experiments To Connect Sensory Observations with the Underlying Chemistry”, Journal of Chemical Education, 91(10), ss. 1623-1630.

Zeytinyağında Boynuz Kulağı Geçiyor

Zeynep Delen Nircan¹

Türkiye toprakları zeytinin anavatanı sayılır. Yabani zeytinin kültür bitkisine dönüştürülerek insanlar tarafından tarımının yapılmasının 10.000 yıl önce Suriye sınırımız civarında başladığı düşünülüyor.

Zeytin ve zeytinyağı kültürü Anadolu üzerinden Kıbrıs, Girit ve daha sonra Batı Akdeniz ülkelerine yayılmış. Bu yayılma özellikle antik dönemde kat kat hızlanmış. Urla’da bulunan MÖ 6. yüzyıla ait Klazomenai zeytinyağı işliği o dönemdeki bölge teknolojisinin dünyanın geri kalanının ne kadar ilerisinde olduğunu çok iyi bir göstergesi. Hâlâ kullanılan bu teknolojiye taşbaskı diyoruz. Taşbaskıda taş değirmenlerle hamur haline getirilen zeytinler kıl çuvallara doldurulur. Üzerlerine baskı uygulanır, sıcak su dökülerek akışkanlık artırılır. Preslenen çuvalların deliklerinden yağ sızar, sızma zeytinyağının adı buradan gelir. Ne kadar özen gösterilse de taşbaskıda meyvenin mis gibi kokusunu ve sağlık veren antioksidanlarını kaybetmesi yani yağın kalitesinin düşmesi kaçınılmazdır.

Son yüzyılda zeytini yağdan ayırmak için baskı yerine santrifüj kullanan “Kontinü Zeytinyağı Fabrikaları” tüm dünyada yaygınlaşmıştır. Kontinü kelimesi duraklamadan anlamındaki “continuous”tan gelir. Zeytinler makinaya bir uçtan girer, diğer uçtan zeytinyağı olarak çıkar. Temiz ve itinalı işletilmesi şartıyla bu yeni teknolojiyle en üstün kalitede ve yüksek verimle “natürel sızma” (*extra virgin*) zeytinyağı üretilir. Temizlik ve itina önkoşulu yerine gelmediğinde ise kusurlar oluşur. Kalitesi düşen bu yağlar “natürel birinci” (*virgin*) olarak sınıflanır. Çoğumuz kalite farkının bilincinde olmadan, kötü muamele görmüş böyle zeytinyağlarını tercih ederiz, çünkü tatları dede evinden bildiğimiz taşbaskıya benzer.

Natürel sızma zeytinyağının kalp ve damar hastalıkları, Alzheimer ve kansere karşı önleyici ve tedavi edici etkilerini gösteren epidemiyolojik araştırmaların sonuçları, artan popüler yayınların etkisiyle hızla daha geniş kitlelere yayılmaya başladı. Uzun ve sağlıklı yaşamak isteyen insanların dikkati Akdeniz diyetine yöneldi. Artık natürel sızma zeytinyağı, lüks gıdanın ötesinde ilaç olarak sunuluyor, hatta kimi yerlerde sağlık politikalarının bir parçası olarak görülüyor. Zeytinyağı değil, kusursuz natürel sızma zeytinyağı talep ediliyor. Bu talebi karşılamak için teknoloji üretiliyor, uluslararası standartlar koyuluyor, bu standartlara uymayanlara yaptırımlar getiriliyor.

Elbette zeytinle yeni tanışan “Yeni Dünya” ülkeleri de bu hızla büyüyen pazarda pay sahibi olmak istiyorlar. Dev zeytin fidanı şirketleri, Akdeniz dışında yaşayabilecek hatta Arabistan çölleri ya da Nepal dağları gibi uç iklim koşullarına bile dayanıklı, üstün verimli yeni türler oluşturmak için AR-GE çalışmaları yürütüyor. Zeytinyağı üretimi son 20 yılda ABD’de binden 15.000 tona, Avustralya’da sıfırdan 20.000 tona çıktı. Yeni dünyada artık bizim alışık olduğumuz klasik, el emeğine

göz nuruna dayalı zeytinliklere pek rastlanmıyor. Yeni işletmeler milyonlarca ağacın günler haftalar değil birkaç saat içinde mekanik olarak budanabildiği, hasat edilebildiği dev zeytin çiftliklerine dönüşüyor. En ileri teknolojiyle milyonlarca litre natürel sızma zeytinyağı üretiliyor, kuru, serin ve oksijensiz özel tanklarda muhafaza ediliyor, özel olarak tasarlanan şişelerde veya ambalajlarda dünyanın her yerine en etkin şekilde pazarlanıyor.

Bizler zeytin genetik çeşitliliğinin ve zeytinyağı kültürünün en eski, en zengin olduğu topraklarda yaşıyoruz. Dünyadaki 900 milyon zeytin ağacının 169 milyonu Türkiye’de. İspanya, İtalya ve Yunanistan’dan sonra dünyanın dördüncü (bu yıl 155.000 ton) en büyük zeytinyağı üreticisiyiz. Fakat sanki bu değer farkında değiliz. Kişi başı tüketimimiz bu ülkelerdekini dörtte biri bile değil. Kendi şartlarımıza uygun teknoloji geliştirmiyoruz. Dünya sağlık için natürel sızma ararken biz tadını beğenmiyoruz. Bunu bilinçli yapmadığımızdan alışkanlıklarımızı sorgulamıyor, neyi niye tercih ettiğimizi ifade edemiyoruz. Sonuç olarak ülke olarak binlerce yıllık tecrübemize rağmen hızla ilerleyen dünyanın gerisinde kalıyoruz.

En yüksek standartlarda çalışanlar var elbet ama sayıları az, ekonomik olarak dayanmaları kişisel özveriye dayalı. Tabii kimse pes etmiyor çünkü bizim eski, Akdenizli dünyamızda âdet öyledir, zeytinciliğe kar getirmese de devam edilir.

En nihayetinde her zeytin ağacı ona bakan ailenin parçasıdır.

¹Ege’de Atölye’nin kurucusu, Sabancı Üniversitesi öğretim görevlisi

Zeytinyağının Tadını Almak

Zeynep Delen Nircan¹

Bergama’nın en iyi köftecisindeyiz parmaklarımızı yemek üzereyiz. Taptaze ekmeklerimizi bol zeytinyağlı piyaza bandırıyoruz. Her şey harika. Gözüm kapının yanındaki rafta yan yana dizilmiş zeytinyağı şişelerine takılıyor. Dört adet ikişer litrelik pet şişe, sonuncusu yarı dolu, üzerlerine vuran güneşle altın gibi parlıyorlar. Ne kadar zamandır orada durduklarını bilmiyorum ama hasat zamanında olduğumuza ve lokantadaki hızlı sirkülasyona bakılırsa çok uzun süre olmamalı. Ne şanslıyız diye geçiriyorum içimden. Böyle bir tazeliği ve bolluğu çoğu yeni dünyalı hayal bile edemez.

Yine de içimden lütfen bu şişeleri gölgeye koyun, hatta ne olur zeytinyağını koyu renkli şişeye alın demek geliyor çünkü biliyorum ki güneş ışınlarıyla bilenen oksijen her geçen saniye zeytin ağacının bin bir emekle ürettiği moleküllere saldırıyor. Onları korumaya yeminli polifenoller antioksidanlık yapıp kendilerini feda ediyorlar. Fotooksidasyon denen bu arbedede moleküller parçalanıyor, şekil değiştiriyor. Bu durum zeytinyağının ransid olmasına yani tat ve kokusunda bozulmaya neden oluyor.

Zeytinyağı diğer yağlara göre oksidasyona daha dayanıklı. Bunun nedeni yağ asitlerinin çoğunu oluşturan oleik asidin sadece bir çift bağı olması. (Hatırlarsanız buna tekli doymamış deniyordu.) Ayrıca bol miktarda antioksidan içerdiği için doğal bir oksidasyon yavaşlatma mekanizması var. Ama tüm dayanıklılığına rağmen en nihayetinde taze meyveden çıkan bir şey. Kayısıyı, limonu haftalarca güneş vuran mutfak masasında bırakmıyoruz, bunu niye bırakalım?

Dahası zeytinyağında daha kolay okside olabilen yağ asitleri de var. Gündelik hayatta omega-3 ve omega-6 olarak da bildiğimiz linoleik ve linolenik asitler. Bunlara vücudumuz mutlaka ihtiyaç duyduğu ama kendi kendine üretemediği için esansiyel yağ asitleri deniyor. Normal şartlarda günde 60 mL (7-8 yemek kaşığı) natürel sızma zeytinyağı sağlık bakanlığının önerdiği günlük omega 6 ihtiyacının tamamını, omega 3 ihtiyacının da yarısını karşılamış oluyor. Sembolü “ω” olan “omega” tüm havalılığına rağmen aslında sadece Yunan alfabesinde bir harf. Omega’nın yanındaki sayı ise yağ asidinin kuyruğundan başlayarak sayıldığında çift bağı kaçınıcı karbondaki başladığını gösteriyor. Tabii zeytinyağı güneşte kaldığında bu değerli yağ asitlerinin ne kadarının telef olduğunu bilemiyoruz.

Kusursuz zeytinyağının tespiti

Köftedeki zeytinyağı taze olabilir ama yasalar nezdinde natürel sızma olarak satılabilmesi için “kimyasal” ve “duyusal” analizlerden geçer not alması gerekiyor.

Dünyada zeytinyağı artık dev bir ticari sektör. Uluslararası standartları ve yaptırımları olan bu dev sektörde kötü saklama koşulları, kalitesi düşük veya ucuz yağların havalı şişelerde, dudak uçuklatan fiyatlara satılması gibi olumsuzluklara yer olmamalı. Her şeyin en mükemmelini, en sağlıklı olanı sunduğunu iddia eden lokantalar, oteller, marketler, tüccarlar haksız yere para kazanamıyor olmalı. Ne var ki bazen bilinçsizce bazen de kötü niyetle yapılan kandırmacaların tespiti her zaman kolay değil.

En sık rastlanan sahteciliklerden birisi “tağşiş”, yani etikette beyan etmeden zeytinyağını daha düşük kalite yağla seyreltmek. Tom Mueller’in *Extra Virginity* kitabında yazdığı hikâyeye göre 1991’de Türkiye’den İtalya’ya giden iki tanker fındık yağı İtalya’ya zeytinyağı olarak giriş yapıyor, şişelenip çok bilinen firmalara satılıyor. Bu tağşiş olayı, uyanık İtalyan tüccarın yakalanıp hapiste yatmasıyla sonuçlanıyor².

Bu tür olayların engellenebilmesine yönelik laboratuvar yöntemleri ve cihazları icat edilmesini teşvik etmek için Avrupa Komisyonu 2014’te Horizon 2020 kapsamında 5 milyon Euro’luk çağrı yapmıştı³.

Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), gaz kromatografisi (GC) dahil günümüzün en ileri kimyasal analiz cihazları kullanılarak zeytinyağının yağ asidi profili, serbest yağ asidi oranı, oksidasyona ne ölçüde maruz kaldığı, ne kadar peroksit ne kadar polifenol içerdiği, yağın ne kadar eskimiş olduğu tespit edilebiliyor. Ama tüm bunlar bazen yine de yetersiz kalabiliyor. Örneğin fındık yağının oleik asit

miktarı da yüksek, kimyasal olarak zeytinyağından ayırmak zor.

Zeytinyağının saflığını ve kalitesini kuşkuya yer bırakmayacak şekilde tespit etmek mümkün. Bunun için işin içine herhangi bir aletten binlerce kat üstün hassasiyete sahip insan duyu organları – dil ve burun– giriyor.

Duyusal analiz “Zeytinyağı Tadım Panelleri” tarafından yapılıyor. Her panel duyu organlarını en iyi ve bilinçli şekilde kullanmak üzere özel olarak eğitilmiş en az sekiz uzman tadımcıdan oluşuyor. Tadım panelleri dünyanın her yerinde bulunuyor. Akredite paneller uluslararası üst kurumlar tarafından tanınıyor ve güvenilirlikleri sürekli kontrol ediliyor.

Panelist olmak şart değil. Kusursuz zeytinyağının ve sık rastlanan kusurların tatlarını öğrenmek yeterli. Tanıdığınız, güvendiğiniz üreticilerden temin edebileceğiniz natürel sızma zeytinyağını alışık olduğunuz diğer yağlarla karşılaştırabilirsiniz. Ulusal ve uluslararası zeytinyağı yarışmalarını takip edebilir, buralarda derece alan yağları tadabilirsiniz. Bir zeytinyağı fabrikasının yanından geçerken mola verip üretimi gözlemleyebilir, üreticilerle konuşabilirsiniz. İnsan denedikçe ve bu konuda konuştuğunda ustalaşılıyor, kelime dağarcığı genişliyor. Zeytinyağının mis gibi meyvemsi aromasını arar, küf, ransid gibi olumsuzlukları farkediyor.

Kusurlar ve nedenleri

Ransid: Açıkta kalmış yağlarda (oksidasyon sonucu) olur. Mutfakta kullandığınız şişeyi tekrar doldurmadan önce koklayın.

Küf: Küflenmiş zeytinlerden elde edilmiş zeytinyağında olur.

Kızışma: İşlenmeden önce çuvallarda beklemiş zeytinlerden gelir.

Çamursu tortu: Posasıyla temasta kalmış yağlarda olur.

Bizler, biraz kusur kadı kızında da olur deriz. Hayatın zor şartlarına göğüs germiş delikanlı yağlara alışığızdır, el bebek gül bebek üretilmiş kibar natürel sızma zeytinyağları biraz keskin, acı, yakıcı gelebilir (genel kanının aksine acılık asitten kaynaklanmaz). Bu tatların oleokantal, antioksidan polifenoller gibi sağlığa faydalı moleküllerin varlığının göstergesi olduğunun farkında olursak doğanın burnumuzun dibinde üretip elimize verdiği bu mucizevi nimetlerin ziyanını azaltabiliriz.

¹Ege’de Atölye’nin kurucusu, Sabancı Üniversitesi öğretim görevlisi

²Julie Butler, “EU offers 5 Million Euros to fight Olive Oil Fraud”, Olive Oil Times, Ocak 2014.

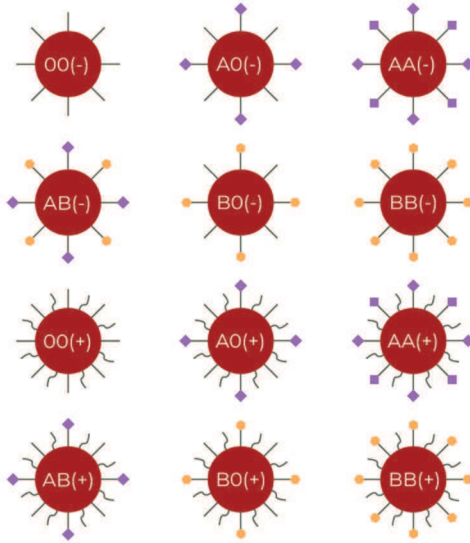
³Tom Mueller, “Extra Virginity: The Sublime and Scandalous World of Olive Oil”, W&W Norton, NewYork, 2012.

Kan Grubu Nedir?

Canan Atılğan¹

Kan nakli Ortaçağ'dan beri biliniyor, ancak grubunuza göre, rastgele birinden aldığınız kanla yaşama ihtimaliniz % 7-100 arasında! Nedeninin anlaşılması 20. yüzyıla kaldığından, önceleri kan nakli yapılması yasaktı.

Alınan kanın vücutta algılanması, alyuvarların yüzeyinden çiftler halinde sarkan farklı şeker gruplarının (olasılıklara A, B veya yok diyelim) bağışıklık sistemince tanınmasıyla başlar. Bir başka sarkan grup da tek tipi bulunabilen bir protein uzantısıdır; olasılıklara var (+) veya yok (-) diyelim. Olasılıklar aşağıdaki Resim'de gösteriliyor. Birey bunları vücudunda doğuştan bulunduruyorsa sistem yabancı kanı tehdit olarak algılamaz, ama onun için yeni bir maddeyse bağışıklık sistemi tetiklenir.



Görsel 16: Kan gruplarına göre alyuvarlardaki sarkan şeker ve proteinler

Örneğin, AO(+) olan birinin sistemi A'yı ve (+)'yı tanır, 0 ve (-)'de tanınacak bir şey yoktur zaten. Bu birey AA(+), AO(+), OO(+), AA(-), AO(-), OO(-) gruplarının tamamını kabul eder. Kan gruplarını A/B/0, +/- tiplerleriyle genelliyoruz. Yani yalnız A şekerini taşıyan tüm kan gruplarına A, yalnız B şekerini taşıyan tüm kan gruplarına B grubu diyoruz. Bu şekilde 8 farklı genellenmiş kan grubu oluyor (A+, B+, 0+, AB+, A-, B-, 0-, AB-).

Alyuvarlarda bulunabilecek başka dışarı sarkan kimyasallar farklı tipleri tanımlayabilir. Böyle az bulunan kan gruplarına sahip olanlar, cüzdanlarında kendileri gibi olan ve yakınlarında yaşayanların bilgilerini bulunduruyorlar!

		Vericiler							
Alıcılar	Kan Grubu	0-	0+	B-	B+	A-	A+	AB-	AB+
	AB+								
	AB-								
	A+								
	A-								
	B+								
	B-								
	0+								
	0-								

Görsel 17: Kan gruplarının hangi kan gruplarından kan alabildiğini gösteren tablo.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Katarakt Nedir?

Canan Atılğan¹

Katarakt kelimesi Latince “şelale”den geliyor. Kataraktlı gözler şelalelerin düşerken oluşturduğu sisli görüntüye benzer şekilde görüyor dünyayı.

Retinaya ışığı odaklayan göz lensi embriyonik gelişme sırasında çekirdek, ribozom ve başka organellerini kaybetmiş fiber hücre demetlerinden oluşuyor. Bu hücrelerde çok yüksek yoğunlukta bulunan kristalin adı verilen proteinler gerekli saydamlık ve kırılım özelliklerini sağlıyor. Lensin orta bölgesinde protein devir oranı çok düşük olduğundan, doğuştan itibaren orada bulunan bu proteinlerin ömür boyu sıvıda çözünür kalmaları gerekiyor.

Katarakt olma ihtimalimiz yaşla artıyor, çünkü zamanla kristalinler toplaşıp birbirleriyle etkileşerek çözünürlüklerini kaybediyorlar. Işık lensten geçeceğine, bu molekül kümelerine çarpıp saçıldığından lens opaklaşıyor.

Yaşlanmayla görme kaybını çoğumuz normal karşılarsa da bununla yaşamak zorunda değiliz. Günümüzde katarakt ameliyatla gideriliyor. Oluşmasını önlemede E vitamini ağırlıklı diyetin etkin olduğu düşünülüyor. Güneşli günlerde mutlaka ultraviyole ışığı tamamen bloklayan güneş gözlükleri takılması öneriliyor.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Sivilce Nedir?

Canan Atılğan¹

Herkesin sivilce denen belayla hayatının bir noktasında uğraştığını düşünürüz; ama anlaşılan ortalıkta mutlu bir %10'luk azınlık da var. Biz kalan dertli % 90 için, sivilcenin ne olduğuna bir bakalım...

Öncelikle söylenecek şey, sivilcenin beslenmeyle direkt ilişkisinin gösterilmemiş olduğu. Yani dilediğinizi yiyebilirsiniz gibi görünüyor. Benzer şekilde, kontrol edilemeyen cinsel dürtü ya da hijyene dikkat etmemek de sivilcelere neden olmuyor.

Sivilce üç aşamalı bir süreçle ortaya çıkıyor. Önce cilt altındaki yağ bezlerinin fazla çalışmasıyla salgılanan yağlar, tüylerin çıktığı gözeneklerde birikiyor. Sonra da kıl köklerinde yaygın bulunan ve oksijensiz ortamda büyümeyi tercih eden *P. acnes* isimli bakterilerin salgıladığı enzimler yağ moleküllerini yıkıyor (parçalıyor). Yıkılan moleküller bu bölgede birikip tıkanmalara neden oluyor ve iltihaplanmalara yol açıyor. Burada hangi süreç diğerini nasıl etkiliyor, hâlâ araştırma konusu. Ama ister ince deliklerde oluşan beyaz ister daha kalınlarda oluşan siyah başlı sivilceler olsun, bunların altındaki birikim kabarık ve hassas şişkinliklere hatta daha derin topraklara ve nodüllere dönüşebiliyorlar. Hassasiyet bünyeye göre değişiyor.

Araştırmacılar hâlâ tam olarak sivilce oluşumunu yöneten biyokimyasal olayların sıralamasını araştırırlar, var olan tedaviler sürecin değişik aşamalarına yönelik sürdürülmekte. Etkin tedaviler yağ salgısını azaltarak, bakteri büyümesini sınırlayarak ya da tıkanıklıkları açmak için deri hücrelerinin doğal dökülme sürecini dengeleyerek iş görüyor. Her ne kadar kötü hijyen sivilcenin oluşmasına yol açmıyorsa da çıkan sivilcenin hızlı kaybolmasında ilk önerilen sabunlu suyla günde iki defa cildi yıkamak. Abartılı yıkamak ve ovalamak ise işe yaramadığı gibi başka cilt sorunlarına yol açabilir! İşin içinde üremeye meraklı mikroplar olduğundan, sivilce sıkmanın neden hemen her zaman daha kötü sonuçlara yol açtığını da daha rahat anlayabiliyoruz. Reçetesiz satılan kremlerin önemli kısmı, *P. acnes*'i yok eden antibiyotikler içeriyor; antibiyotik direnci problemi nedeniyle bunların etkisi giderek azalıyor. Başka bazı ilaçlar hormonları kontrol ederek yağ salgılamayı azaltmaya yöneliyor; elbette yan etkileri de aşırıya kaçabiliyor.

İlk aşamadaki yağ salgısını tetikleyen ana hormon testosteron – ki erkeklerde olduğu gibi kadınlarda da artışı ergenlikle başlıyor. O nedenle sivilcelerin genellikle ortaya çıkışı bu yaşlara denk geliyor. Öte yandan ergenken bu sorunla tanışmamış kişiler ilerleyen yaşlarda hormon düzeylerindeki değişimlerle sivilce çıkartmaya başlayabiliyorlar! Sorununuz su ve sabunla çözemiyorsanız, doktorunuzla görüşmeden ilaç kullanmamanız gerektiğini hatırlatalım.

Parlak ciltli günler...

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

İnsan Embriyolarında CRISPR ile Gen Mutasyonlarının Düzeltilmesi

Tamer Önder¹

Genomumuzda yaklaşık 20.000 adet gen var. Bunlardan yaklaşık beşte birinde herhangi bir mutasyon olduğunda genetik hastalıklar ortaya çıkabiliyor. Mutasyona uğramış ve genetik hastalıklara yol açan genlerin bir sonraki nesle geçmesi engellenebilir mi? Çok yakın bir zamana kadar bu sorunun cevabı “hayır” idi. Ancak CRISPR teknolojisiyle artık bu mümkün –*Nature* dergisinde geçtiğimiz günlerde (Ağustos 2017) yayınlanan makalede insan embriyolarında mutant bir genin düzeltildiği bildirildi.

Çalışmanın konusu, her 500 kişiden birini etkileyen, kalıcı bir tedavisi bulunmayan ve ani ölümlere yol açabilen hipertrofik kardiyomiyopati. *MYBPC3* genindeki mutasyonlar bu hastalığa yol açıyor. Hastaların mutasyonu çocuklarına geçirme riski yüzde 50. Çalışmada, hasta bir erkekten alınan sperm ile sağlıklı bir kadından alınan yumurtalar tüp bebek teknikleri kullanılarak döllenip “hastalıklı” embriyolar oluşturuluyor. Aynı anda embriyolarda CRISPR kullanılarak spermden gelen mutant *MYBPC3* **geni düzeltiliyor** ve embriyolar hastalıktan kurtuluyor.

Embriyolarda gen düzeltmesi için CRISPR’in **üç** bileşeni gerekiyor: (1) DNA kesici CAS enzimi, (2) CAS enzimini *MYBPC3* genine hedefleyen sentetik rehber RNA, ve (3) kesim sonrası hücrenin DNA tamiri sırasında kalıp olarak kullanılabileceği normal *MYBPC3* genine ait kısa bir DNA parçası. Bu üç bileşen, tüp bebek prosedürü sırasında spermle beraber yumurtaya enjekte ediliyor. Embriyoların kültür ortamında gelişmesi sağlanıyor ve 8 hücreli hale geldiklerinde, DNA’ları incelenerek mutasyonun düzgün bir şekilde tamir edilip edilmediği belirleniyor. Görülüyor ki embriyoların büyük bir çoğunluğunda spermden gelen mutant *MYBPC3* yerine genin normal, yani düzeltilmiş kopyası bulunuyor.

Bu çalışmada üç önemli nokta dikkat çekiyor. Birincisi, CRISPR bileşenlerinin yumurtanın içine spermle beraber enjekte edilerek embriyoların mozaik olma olasılığının azaltılması. Mozaiklik embriyoyu oluşturan hücrelerin genetik olarak birbirinden farklı olması demek. Örneğin, 8 hücreli bir embriyoda 6 hücre mutasyondan arınmışken, diğer iki hücrede gen mutant olarak kalabiliyor. Bu da klinik uygulamalarda kabul edilemez bir durum.

Dikkat çeken ikinci nokta, spermden gelen mutant genin tamiri sırasında kalıp olarak enjekte edilen DNA’nın değil de *MYBPC3* geninin anneden gelen kromozomdaki normal kopyasının kullanılması. Embriyolardaki tamir mekanizmasının diğer hücrelerden farklı işlediği ve dışarıdan verilen DNA’ları kullanmak yerine eş kromozomlardaki genetik materyalin tercih edildiği anlaşıyor. Dolayısıyla, CRISPR kullanılarak embriyolara herhangi bir kromozomda bulunmayan ekstra DNA parçalarının eklenmesi sanıldığından zor olabilir.

Üçüncü önemli nokta ise yapılan gen düzeltmesinin hassasiyetiyle ilgili. CRISPR sisteminde rehber RNA hangi DNA bölgesiyle eşleşirse CAS enzimi o bölgeyi keser. Ancak RNA-DNA eşleşmesinin tam tamına olmadığı, kısmi eşleşmelerin gerçekleştiği DNA bölgelerinde de kesim olabileceği biliniyor. Bu tip kesimler CRISPR'in hedef-dışı etkileri olarak tanımlanıyor. Embriyolarda hedef-dışı etkilerin olup olmadığını belirlemek çok önemli, çünkü hastalığa yol açan mutasyon düzeltilirken, genomda başka bir yerde mutasyon yaratmamak gerekiyor. Araştırmacılar, embriyolarda potansiyel hedef-dışı kesimlerin olabileceği tüm DNA bölgelerini detaylı bir şekilde incelediklerinde, herhangi bir yeni mutasyona rastlamamışlar.

Genomumuzda genetik hastalıklara yol açan mutasyonların dışında, fiziki ve zihinsel kapasiteyle ya da hastalıklara yatkınlıkla ilişkilendirilmiş pek çok varyasyonun olduğu biliniyor. CRISPR, istediğimiz şekilde DNA değişikliği yapma imkânı verdiğinden tabii ki akla pek çok soru geliyor. Embriyolarda bazı varyantların silinmesi ya da bunların istenilen özelliklerle ilişkilendirilmiş varyantlarla değiştirilmesinin etik açıdan çok tartışma yaratacağı kesin.

Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi yayınladığı görüşünde³, embriyolarda normal ve doğal kabul edilen fiziksel ya da zihinsel özelliklerin iyileştirmesine yönelik bir DNA değişikliği yapılmaması gerektiğini vurguluyor. Ancak, genetik hastalıkların geçişini engelleyecek başka bir yöntem olmadığı nadir ve özel durumlarda bu teknolojinin embriyolar üzerinde uygulanmasının uygun olabileceği belirtiliyor. Bu görüş ve *Nature*'da yayınlanan son makalenin ışığında, en azından genetik hastalıklar için, insan embriyolarında CRISPR kullanımının önünün açılmış olduğunu söyleyebiliriz.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi öğretim üyesi

²Hong Ma, Nuria Marti-Gutierrez, Shoukhrat Mitalipov, (2017). "Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos, *Nature*, 548, ss. 413-419 .

³National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, . "Human Genome Editing: Science, Ethics, and Governance". The National Academies Press Washington, DC 2017.

YER BİLİMLERİ

Anadolu’da Neden Sık Sık Deprem Oluyor? Deprem Türkiye’nin Kaderi mi?

Yücel Yılmaz¹

Deprem, yer kabuğunu oluşturan kayaların zorlanarak kırılmasıyla ortaya çıkan hareketin, dalgalar halinde yayılıp, ulaştığı yerleri sarsması ve hasara neden olmasıdır.

O halde depremin oluşabilmesinin ana nedeni yerkabuğunun kırılmaya zorlanmasıdır. Bu soru hemen şu soruyu da beraberinde getiriyor. Anadolu’da yerkabuğu, harekete çok mu zorlanıyor?

Gerçekten de Anadolu kıtasal alanlarda dünyanın en hızlı hareket ettiği yörelerinden birisidir.

Kıtasal alan hareketlerinin hızlarını ve yönlerini; yani hareket vektörünü çok iyi ölçebiliyor ve gelişmesini izleyebiliyoruz. Bu hareketleri incelediğimizde Anadolu’nun önemli bir gücün etkisi altında harekete zorlandığını görüyoruz. Arabistan kuzeye doğru ilerleyerek Doğu Anadolu’yu bir dozer gibi sıkıştırıyor. Doğu Anadolu, kuzey-güney yönünde sıkışıp kısıp kalınlaşıyor ve yükseliyor. Doğu Anadolu’nun dağlık ve yüksek bir plato oluşunun nedeni de bu. Bu sıkışmayı karşılayabilmek için Doğu Anadolu’da kayalar kırılarak faylar oluşuyor ve faylar boyunca, kayaların bağıl (göreceli) hareketleriyle oluşan deprem dalgaları yöreyi sık sık sarsıyor.

Doğu Anadolu’nun, Arabistan’ın sıkıştırmasını kendi hacmi içinde karşılayamaz bir konuma ulaştığı yakın bir jeolojik dönemde, Anadolu’yu boydan boya kesen iki büyük fay gelişti ve bu fayların arasında bağımsız bir parça oluştu. Bu parçaya *Anadolu Levhası* adı veriliyor.

Arabistan’ın kuzeye ilerleyip Doğu Anadolu’yu sıkıştırması sürdükçe fayların arasında kalan bölge (Anadolu Levhası) batıya doğru kaçıyor ve doğudaki sıkıştırma gücünün bir kısmını batıya iletiyor. Bu hareket, kör bir makasın kalın bir kartonu kesmeye çabalaması ve kesilemeyen kartonun makasın arasından kayarak uzaklaşmasına benzetilebilir.

İki büyük faydan kuzeydeki Kuzey Anadolu Fayı, güneydeki ise Doğu Anadolu Fayı olarak bilinir. Bu faylar boyunca hareket yan yana iki hatta, farklı yönlerde giden trenlerin hareketine benzetilebilir. Bu nedenle bu tür faylara “yanal atımlı fay” diyoruz.

İstanbul’da yakın bir gelecekte olması beklenen deprem, Kuzey Anadolu fayı boyunca uzun bir süredir birikmekte olan bu gücün boşalmasının sonucu olarak ortaya çıkacak ve büyüklüğü 7’nin üzerinde olacaktır.

Anadolu Levhasının batı yönünde kaçması Batı Anadolu ve Ege bölgesinde kuzey-güney yönünde gerilmeye yol açıyor. Bu bölgede Doğu Anadolu'nun tersine olarak kıta kabuğu uzuyor ve inceliyor. Kıta kabuğundaki bu incelme ve uzamanın sonucunda, Batı Anadolu'da bölgede doğu-batı uzanımlı dar, ince ve uzun dağ sıraları gelişmiştir. Bu sırtların arasında da, Büyük Menderes, Gediz gibi bölgenin başlıca akarsularının yatakları yerleşmiştir. Dağ sırtlarıyla arada kalan vadilerin sınırları da faylıdır. Ancak Doğu Anadolu bölgesindekilerden farklı olarak bu faylar sıkışmayla değil gerilmeler sonucunda gelişmiştir. Batı Anadolu'daki fayların boyları kısa olduğundan Anadolu'yu boydan boya kesen Kuzey Anadolu Fayı kadar büyük depremler oluşturmazlar.

¹İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü emekli öğretim üyesi

Bir Kent Depreme Nasıl Hazırlanır?

Naci Görür¹

Son yıllarda özellikle İstanbul'da deprem beklentisi öne sürülerek “Kentsel Dönüşüm” çalışmaları yapılıyor. Maalesef, bu çalışma deprem odaklı olmak yerine rantsal odaklı bir görünüm veriyor.

Her şeyden önce, deprem odaklı kentsel dönüşümün bir müteahhitlik projesi olmadığını ve sadece yapı stokunu güçlendirmekle bir kentin depreme hazırlanmayacağını çok iyi bilmek gerekir. Bir kenti depreme hazırlarken o kentin tüm bileşenlerini deprem güvenli hale getirmek gerekir. Kentin ana bileşenleri şunlardır: altyapı, yapı stoku, **çevre**, toplum, yönetim ve ekonomi.

Görüldüğü gibi, sadece yapı stokunu ele alıp diğer bileşenleri göz ardı ederseniz o kenti deprem güvenli hale getiremezsiniz. Deprem güvenli şehirler yaratmak ancak aşağıda kısaca açıklanacak olan tüm bileşenlere bütüncül bir anlayışla yaklaşmakla olur.

Yapı stokunu yenilemek yetmez

Altyapısal öğeler kentin can damarlarıdır. Yollar, viyadükler, köprüler, içme suyu şebekesi, doğal gaz şebekesi, elektrik şebekesi, iletişim şebekesi kanalizasyon, arıtma, barajlar, vb. belli başlı alt yapı örnekleridir. Bu yapılar depremde en fazla zarar görebilecek unsurlardır. Tahrip olmaları halinde depremin zarar etkisini daha da artırır. O nedenle deprem güvenli olduklarından emin olmak, değilse yenilemek veya güçlendirmek gerekir.

Yapı stoku deprem açısından öncelikle önem verilmesi gereken bir bileşendir. Deprem kentindeki binalar, daha doğrusu yerleşim alanları, depremi ön plana alarak planlanmalı ve uygulanmalıdır. Bina tasarımları, boyutları, mimari özellikleri, yapı malzemeleri, temel ve yapım şekilleri depremin yıkım gücüne karşı koyabilecek şekilde olmalıdır. Yüksek ve lüks yapılardan ve aşırı bina yoğunluğundan kaçınılmalı-

dır. Depreme hazırlık için hem vaktimiz hem mali gücümüz sınırlı. Lüks inşaatlar yerine daha ekonomik binaları çok miktarda ve hızlı yapabiliriz. İstanbul'da yüksek binaların nasıl denetlenmesi gerektiği önemli bir sorun. İstanbul İnşaat Mühendisleri Odası'na göre henüz daha yapılan gökdelenlerin belli bir yönetmeliği de yok.

Deprem aynı zamanda en büyük çevre felaketidir. Depremden sonra ortaya çıkacak olan milyonlarca ton yıkılmış bina molozlarının bertaraf edilmesi sırasında oluşacak çevre kirliliği en az depremin vermiş olduğu zarar kadar önemlidir. Molozların dışında sanayi tarafından kullanılan parlayıcı, patlayıcı ve toksik malzemelerin de ortaya saçılabileceğini unutmamak gerekir. Bu kirleticiler tarafından kirlenen havanın, suyun ve toprağın besin zinciri vasıtasıyla canlılara verebileceği zararı tahmin etmek güç değildir.

Deprem kentinde yaşayan toplum, kentin bu özelliğinin farkında olmalı ve yaşamalarını buna göre düzenlemelidir. Deprem öncesinde, sırasında ve sonrasında neler yapmaları gerektiğini çok iyi bilmeli, evlerini deprem güvenli döşemeli ve bir aile afet planına sahip olmalıdırlar. Ev ve işyerlerinde depremle ilgili basit tatbikatlar yapılmalı ve belirli aralıklarla eğitimler verilmelidir.

Yönetim bir bakıma kentin beyni durumundadır. Deprem tehlikesinin nereden ve nasıl geleceğini, hangi büyüklükte olacağını, semtleri hangi şiddette etkileyeceğini ve buna bağlı olarak riskin nasıl dağılacakını araştıran, bilen ve önlem alan kurum veya kurumlardır (valilik ve belediye). Bu kurumların yöneticilerinin afet ve risk yönetimini çok iyi bilmeleri ve bu konularda eğitilmiş olmaları gerekir. Ancak o zaman riski azaltma konusunda gerekli yapılanmayı başarabilir, bu yapılar arasındaki organizasyonu yapar ve etkin uygulama içerisine girebilirler.

Büyük boyuttaki bir yıkım nedeniyle oluşabilecek can ve mal kaybı ve akabindeki toparlanma süreci kent ekonomisine çok büyük bir darbe vurabilir. İşyerleri yıkılır, işle ilgili ekip, ekipman, araç ve gereç telef olur, iş kaybı gerçekleşir. Ekonomik kayıplar ve onun sonuçları zaten moral bozukluğu içerisindeki toplumu daha da fazla sıkıntıya sokar.

¹ Bilim Akademisi üyesi

Türkiye'nin Doğal Hazinesi: Bor

Cahit Helvacı¹

Bor nedir?

Bor, atom numarası 5 ve sembolü B olan kimyasal bir element. Doğada serbest halde bulunmayan bor, diğer elementler ve oksijen ile bir araya gelerek bor tuzlarını oluşturur. Sodyum, magnezyum ve kalsiyumlu tuzları en yaygın bulunan bor tuzlarıdır. Dünyada bilinen 250'den fazla bor içeren mineralin ortak yanı bor oksit yani B_2O_3 içermeleri. Bu farklı mineraller 250 farklı sanayi ürününde kullanılıyor.

Bu yazıda kısaca borun tarihi, kullanım alanları, Türkiye’deki keşfi ve zenginliğine değiniyor ve borla ilgili politikaların düzenlenmesinin önemini anlatıyoruz.

Borun tarihte kullanımı ve Türkiye’de keşfi

Borun ilk kez Tibet’te 4000 yıl önce kullanıldığı biliniyor. Babiller altın işlemede, Mısırlılar mumyalamada, Romalılar cam yapımında eski Yunan ve Romalılar ise temizlikte kullanmışlardı. Araplar 875 yılında boru ilk kez ilaç yapımında kullandılar. Avrupa’ya Marko Polo tarafından getirildi.

Bor 1790 yılında Güney Amerika’da And Dağları’nda bulundu. 1850 yılında, İstanbul’da Fransız mühendis Camille Desmazes’e hediye edilen alçı taşından yapılmış heykelin yüksek oranda bor içermesiyle Anadolu’da borun varlığı anlaşıldı. Heykelin geldiği yöre olan Susurluk ilçesinin Sultançayırı’nda pandermite (presit) madeni bulundu. 13. Ve 14. Yüzyılda işlenen bu cevher bir bor mineralidir. Pandermite uzunca bir süre Avrupa’ya alçıtaşı olarak satıldı.

1923’ten sonra Türkiye Anadolu’da bor madenlerini işleten yabancı şirketlerden kurtulma savaşı verdi. Fakat Cumhuriyet devrinde de yabancı şirketlerce bor madeni çıkarılması önlenemedi. 1935’te ETİBANK kurulduğunda ve 1978’de bor cevherinin geliştirilmesi sonucu kısmen de olsa kontrol altına alındı.

1978’de bor cevherlerinin kamulaşınca ETİBANK 660 Milyon ton olan rezervi kısa sürede 2,5 milyar tona çıkardı. Reservdaki payımız % 16’dan % 64’e yükseldi ve üretimdeki dünya payımız % 11’den % 31’e ulaştı. 1980-2008 yılları arasında Türkiye dünyanın en büyük kolemanit üreticisi durumuna geldi.

Borun kullanım alanları

Cam elyafı, borosilikat camlar (borcam), deterjan, emaye, tarımda suni gübre, ilaç sanayi, nükleer reaktörlerde koruma malzemesi, havacılık için kompozitler, fotoğrafçılık kimyasalları, rüzgâr tribünlerinde kullanılan güçlü mıknatıslar gibi 250 farklı sanayi ürünüde bor elementi kullanılıyor.

Ticari olarak en önemli bor minerallerini boraks (tinkal), üleksit ve kolemanit oluşturuyor. Türkiye’de üleksit ve kolemanit Bigadiç ve Emet yataklarından, boraks ise Kırka yatağından çıkarılıyor.

Bor dünyada neden az bulunuyor?

Bor mineralleri dağ aralarındaki kapalı tuzlu sığ (playa) göllerinde oluşur. Borun oluşması için birçok farklı koşulun sağlanması gereklidir. Kurak veya yarı kurak iklim koşulları, göl suyunun 8,5-12 arasında pH değeri olması, volkanik aktiviteyle ilişkili sıcak su kaynaklarının bulunması önemlidir. Çöküntü alanlarında dışarıya açılımı olmayan sığ göller, grabenleri de oluşturan normal faylarla oluşur. Bu faylar boyunca derinlerden gelen hidrotermal sıvılar bor ve diğer elementlerce zengindir. Bu çözeltilerin göllere taşınması bor oluşumu için gereklidir.

Tüm bu koşulların sağlanmasıyla oluşan bor yatakları dünya üzerinde oldukça sınırlıdır.

Türkiye'deki bor rezervleri

Dünya'da bor, Anadolu dışında California (ABD), Orta Andlar (Güney Amerika) ve Tibet'te (Orta Asya) bulunur. Türkiye'deki bor yatakları Balıkesir'de Bigadiç, Sultançayır, Bursa'da Kestelek, Kütahya'da Emet ve Eskişehir'de Kırka'da bulunuyor. Bu rezervlerden kolemanit (% 64), üleksit (% 4) ve boraks (% 32) tuzları çıkıyor.

224 milyon ton B_2O_3 rezervi Türkiye'de mevcut. Henüz kullanılmayan ekonomiye katılmamış rezervleri dikkate alırsak 563 milyon ton B_2O_3 'ten söz edebiliyoruz. Bu de dünya toplamının % 64'üne denk geliyor.

Türkiye'deki rezervlerin ömrü de yüzlerce yılla ölçülüyor. Türkiye'deki görünür rezervlerin dünya ihtiyacını 155 yıl boyunca, toplam rezervlerin ise dünya ihtiyacını 389 yıl boyunca karşılayabileceği öngörülüyor.

Bor politikaları ve gelecek²

Keskin bir ekonomik savaşın yoğunlaştığı ve araştırmaların doğal kaynaklar üzerinde toplandığı günümüzde, büyük bir bor rezervi oluşu Türkiye için son derece önemli bir fırsat. Dünya, kolemanit üretiminde tamamen, üleksit üretiminde ise kısmen Türkiye'ye bağımlı.

Borun etkin olarak değerlendirilebilmesi için arama, üretim, değerlendirme, işletme ve pazarlama birimlerini kapsayan ulusal bor politikalarının uygulanması gerekli. Bor tuzlarının hammadde yerine işlenmiş (uç) ürünler olarak yurtdışına satılması ve iç tüketimin artması için gerekli yatırımların yapılması son derece önemli.

Eti Maden A.Ş. ekonomik ve siyasi baskılardan ve etkilerden korunmak için bağımsız ve özerk bir yapıya kavuşturulmalı. Ancak böyle daha etkin üretim ve yapılanma içine girebilir ve rekabet gücünü arttırabilir.

Borlardan sanayiye yönelik her türlü ürünü geliştirmek ve üretmek için disiplinler arası kısa ve uzun vadeli çalışmalar yapılmalı. Projelerin oluşturmak üzere malzeme, makine, kimya ve elektrik-elektronik mühendislik alanlarında uzman kişiler görevlendirilmeli.

Ülkemizin sahip olduğu bu kadar önemli bir yeraltı kaynağını ülke ekonomisine en fazla getiri sağlayacak şekilde değerlendirebilmemiz için bor işletmeciliği yeniden yapılanmalıdır.

- Pazar payını, ürün kalite ve çeşidini arttıracak
- Kendi öz kaynaklarıyla uç ürünlere yönelik araştırma ve yatırımları finanse edebilecek
- Pazar şartlarına göre hızlı ve sağlıklı karar verebilecek
- Siyasi otoritenin etkilerinden korunabilecek
- Uluslararası şirketlerle rekabet edebilecek
- Gerektiğinde uç ürünler konusunda yerli ve yabancı şirketlerle ortaklıklar kurabilecek şekilde özerk bir yapıya kavuşturulmalıdır.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi

² Cahit Helvacı, (2015). “Bor Yataklarının Genel Değerlendirmesi ve Gelecek Öngörüsü”, Madencilik Türkiye, Sayı 47, ss. 66-78.

SOSYAL BİLİMLER

Türkiye Nüfusunun 2000 Yıllık Kısa Tarihi

Şevket Pamuk¹

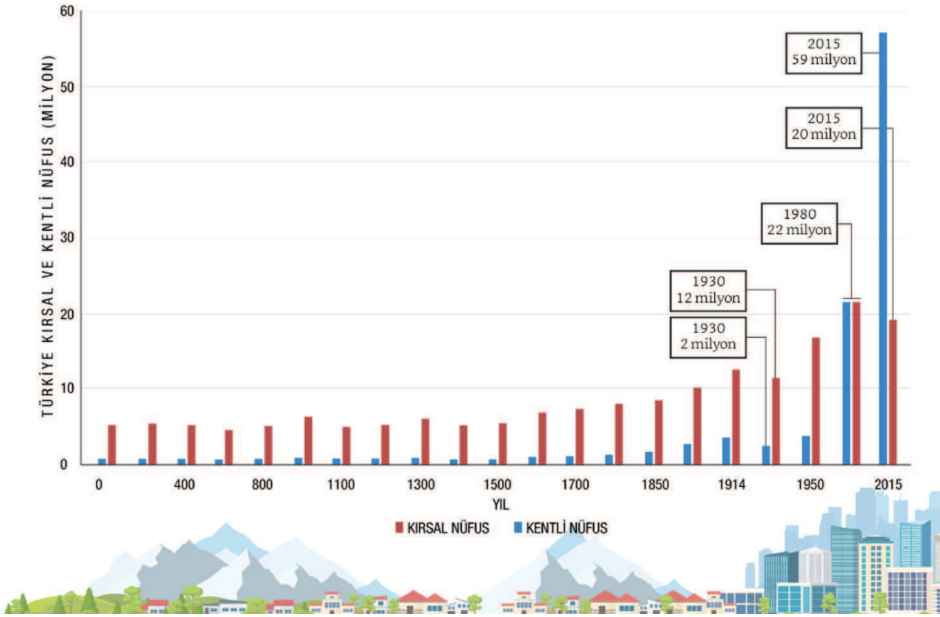
Türkiye'nin nüfusu 80 milyona ulaştı. Oysa bugünkü Türkiye sınırları içinde kalan alanın nüfusu 200 yıl öncesine kadar hiçbir zaman 10 milyonu aşmamıştı. Bugünkü Türkiye nüfusunun yaklaşık dörtte üçü kentlerde oturuyor. Oysa 200 yıl öncesine kadar nüfusun yaklaşık yüzde 90'ı kırlarda oturuyor ve tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlıyordu. Bu kısa yazıda Roma ve Bizans dönemlerinden günümüze kadar bugünkü Türkiye sınırları içinde kalan alanın 2000 yıllık öyküsünü sayılarla özetleyeceğim².

Roma, Bizans ve Osmanlı dönemlerinin büyük bir bölümünde Türkiye'nin nüfusu salgın hastalıklar, savaşlar ve göçler nedeniyle dalgalanmalar gösterdi ama hiçbir zaman 10 milyonun üzerine çıkamadı. MS 540'lı yıllarda başlayan ve tüm Akdeniz bölgesine yayılan Justinyen Vebası 8. yüzyıla kadar Türkiye'yi de etkisi altına aldı. Daha sonra 1340'larda, Osmanlıların tarih sahnesine çıkmaya başladıkları dönemde, Karadeniz'in kuzeyinden gelerek tüm Orta Doğu ve Avrupa'yı etkisini altına alan ve Batılıların Kara Ölüm adını verdikleri veba salgını da 1830'lu yıllara kadar Türkiye ve Doğu Akdeniz'i sık sık ziyaret etti. 20. yüzyıl öncesinde nüfusun artmasının en önemli nedenlerinden biri de bebek ölümlerinin yüzde 30-40 dolaylarında seyretmesiydi.

19. yüzyılın ortalarından itibaren, vebanın kaybolması ve bir miktar iktisadi gelişmeyle birlikte Türkiye'nin nüfusu toparlanmaya başladı. Kırım'dan, Kafkaslar ve Balkanlar'dan Osmanlı Devleti'nden ayrılan bölgelerdeki Müslüman nüfusun Türkiye'ye göç etmeleriyle toplam nüfus 1840'larda 10 milyondan 1914'te 16,5 milyona kadar yükseldi. Ancak Birinci Dünya Savaşı ve sonrasında Türkiye'nin nüfusu büyük bir darbe aldı, yüzde 20 kadar azaldı. 1927 yılında yapılan Cumhuriyet döneminin ilk sayımında nüfus 13,5 milyondur.

1950 sonrasında hem bebek hem de yetişkin ölümlerinin azalmasıyla nüfus hızla artmaya başladı, 1950 yılında 21 milyona, 1980 yılında 44 milyona yükseldi. Son dönemde kentleşme ve yükselen eğitim düzeyi ile birlikte doğum oranı düşüyor. Önümüzdeki dönemde Türkiye'nin nüfusundaki artışlar daha sınırlı olacak.

Son 200 yılda Türkiye'nin nüfusu 7 kat arttı ama dünya nüfusu da yaklaşık o kadar artmış olduğundan Türkiye'nin dünya nüfusu içindeki payı yüzde 1'e çok yakın seyretti.



Görsel 18: Bugünkü Türkiye sınırları içinde yaşayan kırsal ve kentli nüfusun 2000 yıllık değişimi.

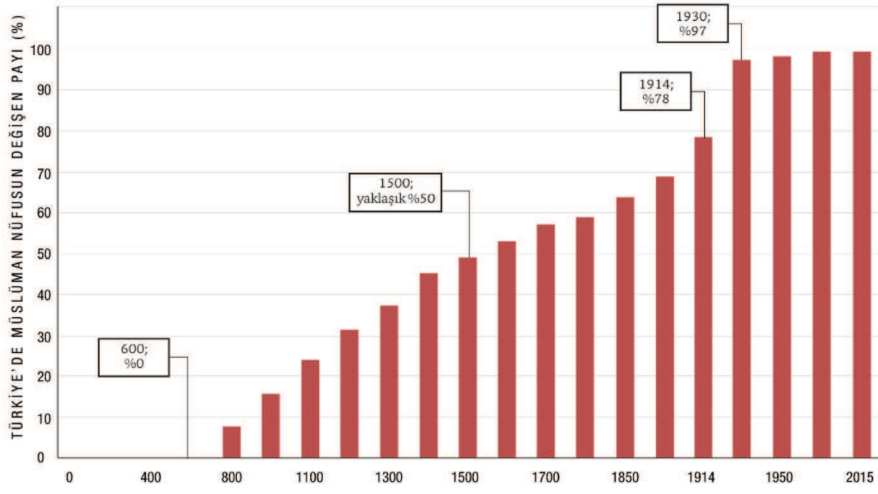
Türkiye nüfusunun kırlar ve kentler arasındaki dağılımı da bize ilginç bir tablo sunuyor. 1950'ye kadar, yüzyıllar boyunca Türkiye nüfusunun büyük çoğunluğu, nüfusu 10.000'in altında kalan köy ve kasabalarda oturuyor ve tarım ve hayvancılıkla uğraşıyordu. Kırsal nüfusun bir bölümünü de göçerler oluşturuyordu.

Türkiye nüfusunun kentleşmesi esas olarak 1950 sonrasında hız kazandı. Nüfusu 10.000'in üzerinde olan yerleşim merkezlerinde yaşayan toplam nüfus, 1914 ve 1950 yıllarında yaklaşık olarak sadece 4 milyondan, 1980 yılında 22 milyona ve bugün 60 milyona yükseldi. Bir başka deyişle, Türkiye nüfusu son iki-üç kuşakta kentleşti.

Son olarak da nüfusun Müslümanlaşmasına değineceğim. Bugünkü Türkiye sınırları içindeki alanda, Müslümanlara 7. yüzyıldan itibaren rastlanıyor. 19. yüzyıl öncesi için elimizdeki sayısal veriler sınırlı olsa da 10. yüzyıldan itibaren Orta Asya'dan göç eden Türklerin Anadolu'ya girmesiyle birlikte Müslüman nüfusun oranının yükselmeye başladığını biliyoruz. İlerleyen yüzyıllarda göçler ve din değiştirmeler ile Müslüman nüfusun payı artmaya devam etti. Birinci Dünya Savaşı sırasında tehcir politikasıyla Ermeni nüfusun, daha sonra Yunanistan'la imzalanan Mübadele anlaşmasıyla da Rumların payı azaldı. Böylece Müslümanların nüfus payı 1914 yılında yüzde 80'nin altındayken, 1920'lerde yüzde 97'ye kadar yükseldi.

¹Bilim Akademisi üyesi, Boğaziçi Üniversitesi emekli öğretim üyesi

²Şevket Pamuk, Türkiye'nin 200 Yıllık İktisadi Tarihi, Türkiye İş Bankası kültür Yayınları, İstanbul, 2014, (1820'den günümüze nüfus konusu kitabın 63-80 sayfalarında anlatılıyor)



Görsel 19: Bugünkü Türkiye sınırları içindeki Müslüman nüfus.

Anayasalar Hakkında Bir Not

Ersin Kalaycıoğlu¹

Siyasal sistem ve rejim nedir?

Sistem kavramı siyaset bilimi yazınına İkinci Dünya Savaşı sonrasında girmiştir. 19. yüzyılda fizikçi Carnot veya Clausius'un sistem kavramını kullandıkları bilinse de matematikten sosyolojiye kadar geniş bir alanda sistem kavramı biyolog Ludwig von Bertalanffy'nın genel sistem kuramını 1945'te yayımlandıktan sonra kullanılmaya başlanmıştır. Sosyolog Talcott Parsons ve Edward Shils ve siyaset bilimciler David Easton, Karl Deutsch, Gabriel A. Almond ve J. Bingham Powell, sistem kavramını toplum bilimlerinde kullanmayı önermişlerdir.

Latin ve Grek kökeninden gelen bir kavram olan sistem birbirine karşılıklı bağımlılık ilişkileriyle bağlı parçalardan oluşan bütüne verilen addır. Sistemin en önemli özelliği en ufak bir parçası bile değişse, bütünün bundan etkilenmesi ve değişmesinin kaçınılmaz olmasıdır.

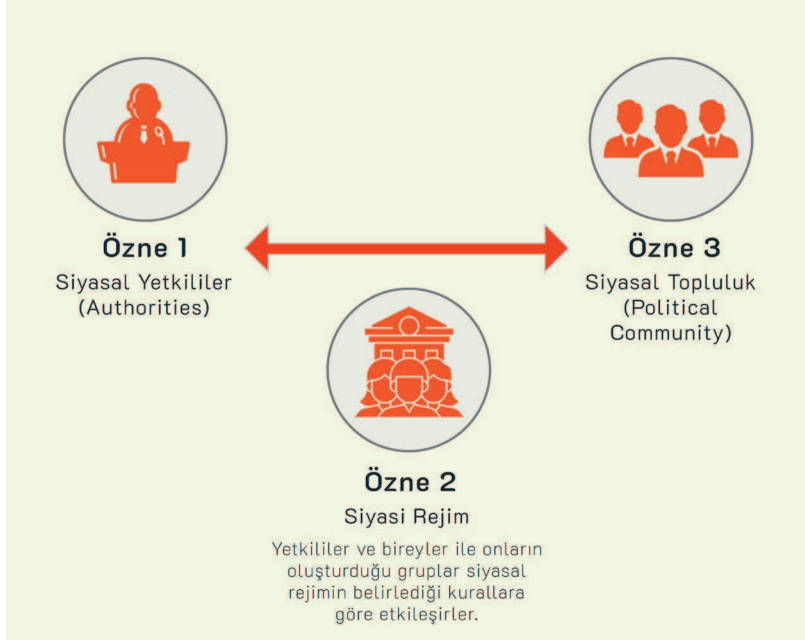
Bu parçaların ne olduğu farklı kuramcılar tarafından farklı şekilde ifade edilmiştir. Örneğin, Almond'a göre bunlar yasama, yürütme, yargı, parti, medya ve basın, çıkar grupları vb. gibi siyasal yapılardır. Farklı kuramcılar bu parçaların üzerinde fazla durmamışlar, siyasal sistemlerin toplumsal, iktisadi, kültürel, uluslararası çevrenin içinde konumlu olduğuna vurgu yaparak, o çevreyle olan etkileşimlerini araştırmışlardır. Easton için “*çevreden gelen etkiler ve siyasal sistemin buna ne dercede yanıt verebildiği*” onun varlığını veya hayatta kalmasını sağlayacak temel ve en önemli sistemik özelliktir. Sisteme çevreden gelen girdiler ve sistemin çevreye tepkime olarak verdiği çıktılar siyasal sistemin varlığını ve sürdürülebilmesini sağlamakta en kritik olan etkileşimlerdir².

Siyasal sistemin işleyişini sağlamakta etken olan, çevreden gelen girdilerin çıktılara dönüşmesini sağlayan yapılar ve bunların gördüğü işlevlerdir. Bu yapılar arasında çıktılar üreten mekanizma hükümet olup onda görev alan “yetkililer” (*authorities*) ve onların çalışma esasları, görev ve yetkileri ile bunların birbirlerine olan ilişkileri sisteme çevreden gelen girdilerin nasıl ve ne kadar hızlı olarak işlenerek çıktılara dönüştürüleceklerini belirleyecektir. Almond bu sebeple yetkilileri siyasal sistemin temel öznelerinin başında saymıştır.

Onların birbirleriyle olan ilişkilerini belirleyen, yetki alanlarını çizen ve uygulamada belirli yazılı yazısız kurallara göre çalışmasını sağlayan “siyasal rejim”dir. Siyaseti bir tiyatro oyununa benzetirsek, onun senaryosunu oluşturan oyunun kurallarına siyasal rejim adı verilmiştir. Siyasal rejim bir siyasal ideolojinin de etkisiyle tasarlanan kural, davranış, gelenek, görenek ve resmi yönetim doktrinine verilen addır ve siyasal sistemin ikinci temel öznesidir.

Nihayet, siyaset bir toplumda oluştuğunda o toplumun siyasete konu olan tüm

üyelerinin oluşturduğu topluluğa, “siyasal topluluk” (*political community*) adını veren Almond, onu da üçüncü temel özne olarak tanımlamıştır.

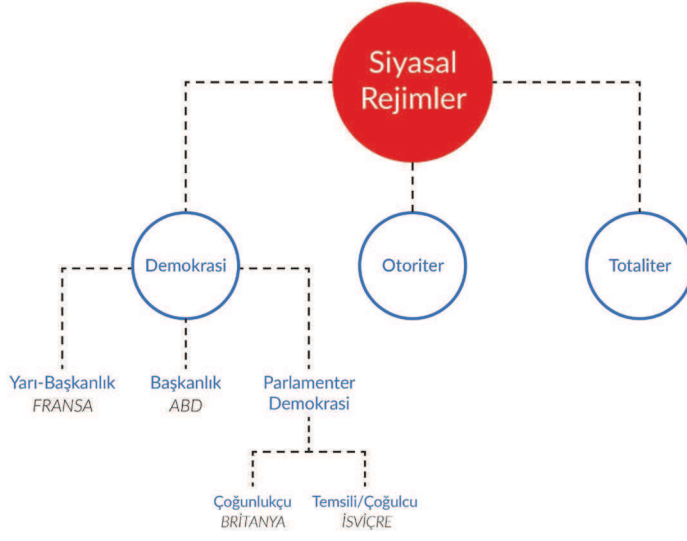


Görsel 20: Siyasal sistemin özneleri.

Bir anlamda siyaset olgusu siyasal topluluğun tekil üyeleri, onların oluşturduğu gruplar ile siyasal yetkililer (otoriteler) arasında siyasal rejimin kurallarına göre oluşan etkileşimlerden ibarettir.

Siyasal rejim gerek siyasal yetkililerin gerek siyasal topluluğu oluşturan tüm bireylerin etkileşimlerini düzenleyen yazılı ve yazısız kural, norm, ilkelerden oluşur ve temelinde anayasa vardır. Siyasal rejimi dar anlamda anayasa ve siyasal yasalar (seçim, seçimlerin finansmanı, partiler yasaları, meclis içtüzüğü vb.) olarak da anlayabiliriz. Siyaset bilimindeki sistem yaklaşımına göre anayasa değiştiğinde siyasal rejim, siyasal rejim değiştiğindeyse siyasal sistem değişir.

Siyasal rejimlerse siyaset biliminde üç değişik tip olarak sınıflandırılırlar: Demokrasiler, otoriter ve totaliter rejimler.



Görsel 21: Siyasal rejimler ve uygulama örnekleri.

Demokrasiler üç temel tip olarak sınıflandırılırlar:
Parlamber demokrasiler, başkanlık ve yarı-başkanlık demokrasileri.

Parlamber demokrasiler de iki değişik yapıdadırlar:
Çoğunlukçu (majoritarian) parlamber demokrasiler ve *temsili/çoğunlu (representative/pluralist)* parlamber demokrasiler.

Bunlar genel ideal tiplerdir. Bu tiplerin hiçbirinin özellikleri hayattaki görgül (ampirik) örnekleriyle tıpa tıp benzeşmez; benzeşmesi de gerekmez. Bunlardan birisine en ziyade benzeyen hükümet işleyişine siyaset biliminde yukarıda sayılan rejim tiplerinden birisinin adı uygun görülür. Örnek vermek gerekirse, İsviçre çoğunlu demokrasî, Britanya çoğunlukçu demokrasî, Fransa yarı-başkanlık, Amerika Birleşik Devletleri de başkanlık rejimi olarak anılırlar.

Siyasal Rejimler: Tanım ve Uygulama Örnekleri³ **Demokrasiler: Parlamber, başkanlık ve yarı-başkanlık**

Örnek 1: Britanya'nın çoğunlukçu demokrasîsi

17. yüzyılda Britanya'dan donatılan gemilerle Afrika kıtasının Batı sahillerine uğranarak oradan temin edilen emek (siyahi köleler) Atlantik Okyanusu'nun batısındaki Jamaika veya Louisiana'ya götürülüp satılıp bunun karşılığında şeker kamışı veya pamuk alınmıştı. Bu mallar Britanya'nın limanlarına getirilip orada satıldıklarında yatırılan her bir sterline karşı 10-11 sterlin gibi muazzam bir kâr söz konusu olmaya başladı. Bu yüzyılın sonunda Britanya'daki Birleşik Krallık'ta, sigorta şir-

ketlerine, onların kurduğu ve sahibi oldukları bankalara, bankaların iştirakleri olan şirketlere sahip olan, gelir ve sermayesini devletin ve hükümetin yaptıklarından bağımsız olarak edinen bir toplumsal sınıf ortaya çıktı. Bu girişimci işadamları ve tüccarlardan oluşan, kentlerde yaşayan sınıfa “burjuva sınıfı” veya toplumun en üstündeki aristokrat sınıfın altında ama işçi ve köylü sınıflarının ise daha üstünde bir mevkide olmaları hasebiyle “orta sınıf” adı verildi.

Devleti mutlakiyetle yöneten kral bu orta sınıfın gelirine, malına mülküne el atıp da onlardan bol vergi alıp ordu kurmaya ve savaşlarını finanse etmeye yönelince dirençle karşılaştı. Önce 1648’de sonra da 1688’de iki defa krallığa karşı savaşan İngiliz orta sınıfı bu mücadeleyi kazanarak kralın yetkilerini kendi temsilcileri eliyle ve kendilerine hesap veren Parlamento’nun alt kamarası olan Avam Kamarası’nda toplamaya başladılar. Bu süreç 1832’deki siyasal reformlarla tamamlandığında devlet başkanı olan kralın sadece başbakanı atamaktan ve hükümetin yazıp da kendisine verdiği hükümet programını okumaktan başka siyasal bir yetkisi kalmadı. Başbakanlar o kadar güçlendi ki 1850’lerde başbakan olan Gladstone için, başbakanı daha güçlü Amerikan başkanlarından biraz daha güçsüz olma anlamında yarı-başkan (*semi-president*) tabiri kullanılmaya başlandı⁴.

Britanya’da bu dönemde sadece tek bir derin toplumsal fay hattı vardı. Bu hat ülkeyi, aristokrat (toprak soyluları ve kralın akrabaları), burjuvazi (orta sınıf, işadamları ve tüccarlar), proleterler (işçi sınıfı), çiftçiler ve lumpen –proleterler (hiçbir işte çalışacak beceri ve yeteneği olmayan alt sınıf) olarak çeşitli toplum sınıflarına sosyoekonomik olarak ayırıyordu. Renk, etnik köken, dil, din, mezhep, cins vb. ayrımlar Britanya toplumunda önemsenmiyordu. Siyaseten etkili olabilecek bir seferberliğe temel hazırlayabilecek bir içerik de bulunmuyordu. Bu ortamda iktidarı Parlamento’nun alt kamarasını denetlemek suretiyle elinde bulundurmak için yapılan temsilci seçiminde en fazla oyu alanın kazandığı tek sandalyeli seçim uygulaması (*first-past-the-post*) yeterli görüldü. Seçimde yalnız orta ve aristokrat sınıflara mensup erkekler oy verebiliyordu.

Bu çoğunlukçu espriyle düzenlenen seçimlerle seçim günü kimin seçildiği belli oluyor, ondan hesap sormak ve onu icabında değiştirmek de kolaylaşıyordu. Böylece hesap sormanın kolaylığını vurgulayan, ama yeterince çoğunluk olmadığında küçük bir azınlığın oyuyla, seçim çevresini pek de temsil etmeyen bir biçimde seçilmenin önem arz etmediği bir uygulama yerleşti. Bu sistem, uygulamada çoğunluğa her zaman ulaşamadığı için en çok oyu alanın seçilmesiyle sonuçlanıyordu. O zaman da örneğin en çok oyu alan aday % 21 oy aldığı anda oy verenlerin % 79’u temsil edilmemiş oluyordu. Ancak, bu temsil adaletsizliğini Britanyalılar önemsemiyorlardı. Onlar için kimin birinci olduğu (ipi ilk göğüslediği) önemliydi, çünkü hesap sorabilecekleri kişinin kim olduğunu böylece saptamış oluyorlardı. Onlar için temsilcilerinden hesap sormak, her oy verenin oyunun temsil edilmesinden daha önemliydi.

Parlamento’da da sandalye çoğunluğuna sahip olan siyasal grubun (partinin) yönetmesi, diğerinin de azınlıkta muhalefet olarak kalması yoluyla bir yönetim kabul edildi. Zaten toplumda iki sınıf, aristokrasi ve burjuvazi ve Parlamento’da da muhafazakâr Tory ve liberal Whig grupları bulunduğundan bu sistem 18. ve 19. yüzyıllar boyunca aristokrasi–burjuvazi uyuşmasıyla “meşruti monarşi” olarak fazla sorun oluşturmada çalıştı. Ancak, 20. yüzyılda işçi sınıfının güçlü bir biçimde siyasete girme talebinde bulunmasıyla sistem değişti. İki partili parlamento ağırlıkları, Whig’lerin zamanla güç kaybına neden olsa da bu yapı sürdü. Bu süreçte yargı bağımsız, tarafsız, dürüst ve ehil bir yapı olarak kuruldu ve çalıştı.

Merkezi bir sistem olan bu çoğunlukçu yapıda, Parlamento halkın yokluğunda temsilcilerinin halkın onlara verdiği yetkiyle aynen halk olarak hareket etme yetkiyiyle donatıldıklarından, “yasama üstünlüğü” esasında ve yazılı olmayan bir anayasa ile yönetildi. Parlamento’nun çoğunluğunun desteğini alan yetkililerin yürütmede de başbakan ve bakanlar kurulunu oluşturmaları nedeniyle bir yasama–yürütme füzyonuna neden olmasına karşın parlamento grubu içinde başbakan ve bakanlara hesap sorma, zaman zaman kıdemsiz milletvekillerinin (*back-benchers*) ayaklanmaları diye adlandırılan karşı koymalarla yasama denetimi de oluştu ve sürdü. Britanya bugün demokrasi denildiğinde çoğunlukçu demokrasisiyle yönetilen bir temel demokrasi modeli olarak anımsanıyor.

Örnek 2: Farklı toplumsal yapılar ve çoğulcu demokrasi ihtiyacı – İsviçre örneği

Buna karşılık birçok toplumda toplumu oluşturan farklı din, mezhep, etnik vb. gruplar Britanya’dakinden çok daha güçlü bir biçimde toplumda fay hatları oluşturur. Ayrıca, kentli–köylü, kilise–laikler, yerliler–göçmenler, beyaz–siyah derililer ayrımları da aynı derecede sürekli, derin ve ayrımcılıklara neden olan toplumsal fay hatlarıdır⁵. Bu toplumları sadece sosyoekonomik tabakalar itibarıyla ayrılmış olarak kabul ederek yönetmek mümkün değildir.

İsviçre, Katolik–Protestan, Fransız, Alman, İtalyan dil ve milli grupları olarak bölünmüş kantonlar halinde yaşayan bir toplumdan oluşur. Burada din, mezhep, dil, laiklik gibi konular etrafında büyük farklılıklar, duyarlılıklar ve çatışmalar ortaya çıkabilmektedir; nitekim 1850’lerde İsviçre bir iç savaş yaşadıktan sonra son derece gevşek bir birlik (konfederasyon) olarak bir arada kalmayı becerebilmiştir. Bu durumda bir çoğunluğun hep seçim kazanması, diğerlerinin hep azınlıkta kalmaları seçimlere ve temsili demokrasiye olan inancın azalmasına ve siyasal çatışmaların doğmasına yol açmaktadır. Onun için bu tür toplumlarda seçim sistemlerinin hesap vermeyi kolaylaştırmasına fazla önem verilmezken, siyasal temsilin hiçbir azınlığı sürekli olarak dışarıda bırakmamasına özen gösterilir.

Seçimler temsili olduğu gibi yasama organındaki gruplar (partiler) da bu temsiliyeti yansıtmak biçimde irili ufaklı çok sayıda olur. Artık bir partinin çoğunluğuna

dayanan bir yönetim söz konusu değildir; tersine, ülkeyi olabildiğince geniş olarak temsil edilen partilerin bir araya gelerek ittifak kurdukları koalisyon hükümetleri yönetir. Parlamentodaki muhalefette de bu durumda çok sayıda parti olacaktır. Bu da yeterli görülmediğinden, halkın yeterli sayıda imza toplayarak kanun teklifi sunması (*inisiyatif*), bazı konuları doğrudan halk oyuna sunarak kanunlaştırması (*referandum*) ve göreve seçilmiş bir yetkiliyi, yeterince imza toplayarak halk oyuyla görevden azletmek (*recall*) gibi doğrudan katılımcı demokrasi süreçleri de hayata geçirilmiştir.

Burada çoğulculuk, herkese eşit söz hakkı vermek, herkesi adam yerine koymak, hiç kimseyi dışlamamak, herkesi süreç ve kurumlara dahil etmek, kucaklayarak ortak çalışmak, müzakerelerle ortak politikalar üretmek yoluyla yönetim ile söz konusudur. Bu durumda da yürütmeyi denetleyen çok sayıda siyasal parti, adeta veto yetkisi kullanarak yasama organında yer alır. Ayrıca, bireyden sivil toplum gruplarına kadar geniş bir çevre de özgürce şikâyet etmek, doğrudan demokrasi araçlarını kullanmak, protestoda bulunmak vb. yollarla yürütmeyi kontrol altında tutar. Bu demokrasi rejimine çoğulcu, temsili, uzlaşmacı (*consociational*) gibi adlar verilmiştir. İsviçre çoğulcu/temsili demokrasi tipinin temel modeli olmuştur. Dünyadaki bütün demokrasi uygulamaları ya Britanya'daki ya da İsviçre'deki bu iki modelden birisinden türemiştir.

Örnek 3: Başkanlık

Üçüncü demokrasi tipi ABD'de Başkanlık diye anılan, 1780'lerde kurulan katı kuvvetler ayrılığına ve kurumsal denge ve denetlemeye dayalı bireysel özgürlükleri garanti altına alan rejimdir. Başkanlık rejimi Britanya'daki çoğunlukçu rejimden türemiştir. Bundan önce ele aldığımız iki rejim monarşilerde de çalışabildiği halde, Başkanlık rejimi sadece cumhuriyetlerde çalışabilir.

1776'da Britanya'ya karşı yürüttüğü Bağımsızlık Savaşı'nı kazanan ABD'li vatanseverler (*patriots*) yeni kuracakları hükümetin esaslarını tartışmaya başlamışlardı. Krallık olan Britanya rejimini bir zulüm (*tyranny*) olarak tanımladıklarından monarşiyi reddetmiş ve yerine cumhuriyet kurmaya karar vermişlerdi.

O zaman cumhurbaşkanını halkın iki dereceli seçimiyle seçmeye karar vermişlerse de yazarlığı James Madison'a atfedilen *Federalist Papers*'ta belirtildiği üzere, halkın oylarıyla da seçilse iktidara gelen bir Başkan'ın iktidarın yozlaşması yasası gereği suistimal edilebileceğini ve bunun da adil bir sonuç olmayacağını vurgulamışlardı. *Federalist Papers* "O zaman neden Bağımsızlık Savaşı verdik, vatanseverler niye öldüler?" diye sormuştu. Halkın oyları adil olmayan bir uygulama sonucunda oluşanı kendiliğinden adil hale getirmeyecektir kabulünü yaptıktan sonra, asıl olanın muktedit olanın zulmetmesini engelleyerek uğruna savaştıkları özgürlükleri (*civil liberties*) garanti altına almak olduğuna karar vermişlerdi.

O zaman Başkan'ın yönetimi de sınırlı bir hükümet yönetimi olmak zorundaydı. Bunu garanti etmenin tek yolu da onun karşısına güçlü, yetkili kurumlar koymak ve bunların Başkan'a direnmesi, onun kararlarını veto etmesi olarak görülmüş-tü. O halde yasama, yürütme ve yargı ayrı ayrı doğrudan veya dolaylı olarak halk tarafından seçilecek, bunların yetkileri birbirinden farklı olacak, hiçbirinin alanına müdahale edemeyecek ve her üçü bir konuda hemfikir olmazsa hükümet hiçbir karar, yasa, tüzük, yönetmelik üretemeyecek ve halkın özgürlüklerini yapacakları düzenlemelerle (*regulations*) sınırlayamayacaktı.

Ayrıldıkları Britanya'dan farklı olarak bu tür bir düzenleme için yazılı bir anayasayı zorunlu görmüşlerdi. Ayrıca, o tarihte bir konfederasyon olan ABD'nin merkezi (*federal*) hükümeti ile onu oluşturan devletler (*states*) arasındaki yetki dağılımını da düzenlemek için yazılı bir anayasaya gerek duymuşlardı. Bu anayasaya uyulmasını gözetmek için de yargıyı yetkili olarak kabul etmişlerdi. ABD'de herhangi bir yargıç bir yasanın anayasa aykırılığına karar verebilirse de buna yapılacak olan itirazların en son karara bağlandığı merci en üst temyiz makamı olan Yüce Mahkeme'dir. 1803 tarihinde Yüce Mahkeme aldığı bir kararla anayasaya uygunluk konusunda da kendisini son temyiz mercii olarak tanımlamış ve o günden beri anayasa yargısı olarak da çalışmıştır.

Örnek 4: Yarı-başkanlık – Fransa

Dördüncü ve son demokrasi tipi ise 1919 yılında, hem o tarihte Rusya'dan yeni ayrılarak bağımsız olan Finlandiya'da, hem de Almanya'da kurulan, ama 1958'den itibaren Fransa'da kurulduktan sonra daha çok Fransız Beşinci Cumhuriyeti ile anılan *yarı-başkanlık sistemi*dir.

Almanya'daki Weimar Cumhuriyeti 1933'te Nazilerin iktidara gelmesiyle çökmüş, Finlandiya da 1919'da anayasasını değiştirerek parlamenter rejime geçmiştir. Fransız Beşinci Cumhuriyeti bir Başkanlık ve Çoğunlukçu Parlamenter demokrasi kırması, melez bir uygulamadır. Halk hem devlet başkanını hem de yasama meclisini seçer. Meclisten çıkan bir başbakan ve bakanlar kurulundan oluşan hükümet meclise karşı güvenoyu alarak sorumlu olur. Başkan Meclis'e karşı sorumlu olmakla birlikte, Meclis'in çıkarttığı yasaları veto edebilir, Meclis'i feshedebilir, altı aya kadar olağanüstü hal ilan edebilir. ABD uygulamasında Başkan'ın yasaları ve bütçeyi veto yetkisi olmakla birlikte, Meclis'i feshedemez. Onun için yarı-başkanlık uygulaması, özellikle başkan ve yasama çoğunluğu aynı partinin elindeyse, bir başkanlık yönetimine dönüşür, başbakan ve bakanların esamisi pek okunmaz. Ancak bunun tersi söz konusuysa, o zaman başkan ile başbakan ve bakanlar kurulu farklı politikalar izlemek istediklerinde çatışırlar. Fransızlar bunu bir siyasal centilmenlik anlaşması olan *cohabitation* ile çözmelerine ve başkan, yönetimi başbakan ve hükümetine bırakmasına karşın bunun hukuki bir garantisi bulunmuyor. Bu sistem hem Britanya'daki gibi çoğunlukçu demokrasi hem de ABD'deki gibi başkanlık rejimi olarak işlemeye yaklaşıyor. Fransız siyaset bilimcilerinden Duverger bu sisteme bir çeşit seçilmiş krallık adını vermişti. Başkan bazen mutlakıyetçi bir kral yönetimi, ba-

zen de Britanya'daki gibi simgesel devlet başkanı yönetimi göstermektedir. Yasama organı bir hayli güçsüzdür; yine de yargının bağımsız, tarafsız, dürüst ve ehil olarak çalışmasıyla hukuk devletine dayalı bir demokrasi uygulaması sürebilmektedir.

Bu dört demokrasi tipinin hepsinde de esas olan halkın halk tarafından ve halk için yönetimini sağlamaktır. Onun için seçmenin siyasal karar alırken olabildiğince şeffaf bir siyasal süreci izleyebilmesi, bilgiye olabildiğince kolay ve engelsiz ulaşabilmesi, farklı ideoloji, çıkar ve sermaye gruplarının yönettiği özgür basın ve medya kurumlarının haberlerini izleyebilmesi, fikirlerin özgürce ifade edildiği bir ortamda kararını oluşturması esastır. Bu tür seçimlerin demokratik dürüstlüğünden bahsedilebilir. Seçim yasalarının kampanya koşullarını tüm parti ve adaylar için eşit kıldığı bir ortamda yapılan yargı denetimindeki seçimlerde adil ve özgür bir sürecin oluştuğu kabul edilir. Gizli oy verilip sonuçların açık sayımla ilan edildiği seçimler demokraside siyasal katılma ve siyasal temsilin kesiştiği kurumsal yapıyı oluştururlar. Siyasal katılma seçimle sınırlı olmayıp, toplantı, barışçıl gösteri, siyasal parti ve örgütlere üyelik, yetkililerle temas, görüşme, hesap sorma gibi eylemleri de içerir. Siyasal temsille birlikte siyasal katılma, halkı yönetimde söz sahibi kılma, dahil etme araçlarıdır.

Bunların yanı sıra çağdaş demokrasilerin tümünde siyasal muhalefetin özgürce, rahatça, hiçbir taciz, sansür, kısıtlama ve saldırıya uğramadan çalışması esastır. Muhalefet demokrasi tanımının ayrılmaz temel parçasıdır. Muhalefetin olmadığı veya göstermelik olduğu ortamlarda demokrasi yoktur. Demokrasiler halkın karar almaya dahil edilmesini (*inclusivity*) ve beğenmediği siyasal kararları eleştirmesi, değiştirmeye çalışması (*contestation*) esasına göre çalışan rejimlerdir. Bunun için de siyasal katılma, temsil ve muhalefetin büyük saygı ve itibar gördüğü ortamlarda demokrasiler çalışır.

Otoriter ve totaliter rejimler

Otoriter rejimler yukarıda saydığımız iki koşulun, halkın siyasal karar alma süreçlerine dahil edilmediği, dışlandığı ve muhalefetin baskılandığı rejimlerdir.

Bu tür rejimler halkın yeterli bir kısmının oyunu alarak iktidar olan bir siyasal partiye dayansa bile, halkın ve halk için yönetimi olmayıp, halk tarafından bir azınlığın çıkarına hizmet eden bir yönetim biçimidir. Bu rejimlerde siyasal katılma, iktidar tarafından seferber edilmediği zaman başkaldırı; siyasal temsil, iktidardaki parti ve güçlere destek vermek için yapılan merasim ve muhalefet, fitne, fesat ve fücür olarak kabul edilir.

Bu süreçlerin tamamen denetlendiği, halkın siyasal katılmasının sadece plebisit mahiyetindeki seçimlerde iktidara destek vermek veya iktidarı destekleyen miting ve gösterilerde yer almaktan ibaret olduğu, temsilin de sadece iktidardakilere destek ve meşruluk temini için yapılmak zorunda olduğu ve en ufak muhalif sesin bastırıldığı uygulamalar ise “totaliter rejimler” olarak kabul edilirler.

Totaliter rejimler adlarından da anlaşılacağı gibi total, mutlak kontrol amaçlayan rejimlerdir. Herkes her dakika her ortamda gözlenmekte ve dinlenmektedir. İnsanların rüyalarını bile iktidarda olanlar belirleyecektir. Sovyetler Birliği'nde çocuklar okullarında, anne ve babalarının evde konuştuklarını siyasal yetkililere rapor etmekle görevlendirilmişlerdi. Haber alma kaynaklarının tamamı denetim altında olacak, insanların birbirleriyle konuşmaları, dedikodu dahi yapmaları, duyulmaksızın, denetlenmeksizin olmayacaktır. Otoriter rejimlerde, belki de siyasal gücün yetersiz olması dolayısıyla bir nebze mahrem hayat olsa da totaliter rejimlerde bu tür bir serbesti kabul edilmez.

Teknik olarak belirtmek gerekirse, demokrasiler sivil toplumun çok güçlü olduğu, devletin buna saygı gösterdiği rejimlerdir. Totaliter rejimler ise sivil toplumun hiç olmadığı, kişinin hiçbir mahrem hayatı bulunmamasına özen gösterilen, her şeyin ve herkesin devletin denetiminde olduğu rejimlerdir. Totaliter rejimler bu yaklaşımlarını meşru kılan bir siyasal ideolojiyle yönetilirler. Otoriter rejimler ise sivil toplumun zayıf, devletin geniş bir alana yayıldığı demokrasi ile totaliter rejimler arasında kalan uygulamalardır. Bunların bir kısmında rejimi meşrulaştıran bir ideoloji de mevcut değildir; özellikle askeri darbe sonrası kurulan rejimlerin temel vurgusu siyasal istikrarı tesis etmek gibi dar kapsamlı ve geçici hedeflerdir.

Demokrasi için kişi özgürlükleri ve insan hakları ve onları koruyacak bağımsız, tarafsız, dürüst ve ehil çalışan yargı vazgeçilmez araçlar olurken, totaliter rejimler için bu değerler yerine faşizm uygulamalarında devlet, millet, kahramanlık; komünizm uygulamalarında da devrim, burjuva sömürsünü sonlandırma, emperyalizmle savaş, proletarya ihtilali vb. idealize edilir.

Otoriter rejimlerse ideolojik değerleri itibarıyla türdeş değildir, ama muhafazakârlık, aile, din, spor (futbol) vb. geleneksel pragmatik ideallere ve uygulamalara halkı özendirirler. Portekiz'deki otoriter rejimin diktatörü Salazar, Portekiz'i üç "F" sayesinde yönettiğini iddia etmiştir: Fado (folklorik müzik), Futbol ve Fatima (din).

20. yüzyıldan itibaren dünyadaki siyasal sistemlerin çok büyük çoğunluğu kitlesel siyasetin ürettiği ve dolayısıyla halka dayandığını iddia eden uygulamalar olmuşturlardır. Bu açıdan en totaliter rejimler bile, örneğin Kuzey Kore veya eski Sovyetler Birliği halka dayandığını ispat için zaman zaman seçim yapmışlar, tek parti ve tek liste ile yapılan seçimlerde plebisit mahiyetinde destek temin etmişlerdir. Bugün çeşitli ölçüde kısıtlı rekabet koşullarında yapılan seçimlerle meşruluklarını ispat etmeye çalışan otoriter ve totaliter rejimler mevcut olup bunlara rekabetçi otoriterlik (*competitive authoritarianism*) adı uygun görülmektedir. Dolayısıyla, son yıllarda demokrasi modelleri istikrar kazanırken, çeşitli otoriter uygulama tipleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Burada sayılan rejim tipleri arasında en fazla çeşide sahip olanı otoriter rejimler olmaya devam etmektedir.

Değerler / Uygulamalar	Demokrasi	Otoriter	Totaliter
Özgürlükler ve Haklar	Var	Sınırlı	Yok
Eşitlik	Var	Yok	Yok
Katılma	Var	İktidar Onayıyla	Yok
Temsil	Var	İktidar Onayıyla	Yok
Sosyal Adalet	Var	Yok	Yok
Kuvvetler Ayrılığı	Var	Yok	Yok
Kurumlararası Güç Dengesi	Var	Yok	Yok
Kurumların Birbirini Denetimi	Var	Yok	Yok
Yargı Bağımsızlığı	Var	Yok	Yok
Yargı Tarasızlığı	Var	Yok	Yok
Yargının Dürüstlüğü	Var	Yok	Yok
Yargıda Ehliyet/Liyakat	Var	Yok	Yok

Görsel 22: Demokratik, otoriter ve totaliter rejimler ve bu rejimlerdeki değerler ve uygulamalar.

Özet

Buraya kadar yapılan anlatımdan ortaya çıkan görüntü tabloda sunuluyor. Bu tablodaki her hücrede gösterilen özellikler doğal olarak ideal bir ortamda söz konusudur. Görgül olarak dünyada ortaya çıkan uygulamalarda bu tablonun hücrelerini oluşturan veriler bir dereceye kadar mevcut olup, her zaman tam ve mükemmel olarak mevcut değildir. Onun için de demokrasi konusunda dünyada yapılan ölçümlerde, örneğin *The Economist Intelligence Unit*'in ürettiği demokrasi endeksinde, demokrasiler tam demokrasi, defolu (*flawed*) demokrasi, melez rejimler ve otoriter rejimler olarak dört kategoride, tablodaki değer derecesine göre sınıflandırılırlar⁶.

¹ Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Sanat ve Sosyal Bilimler Fakültesi öğretim üyesi

² Bu konudaki siyaset bilimi kuramlarına ilgi duyanlar için bakınız: İlder Turan, *Siyasal Sistem ve Siyasal Davranış*, (İstanbul: İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, 1977), Ersin Kalaycıoğlu, *Çağdaş Siyasal Bilim: Teori, Olgu ve Süreçler*, (İstanbul: Beta, 1984).

³ Bu konuda daha ayrıntılı bilgi edinmek için bakınız Sabri Sayarı ve Hasret Dikici Bilgin, *Karşılaştırmalı Siyaset: Temel Konular ve Yaklaşımlar*, İstanbul: Bilgi Üniversitesi, 2014 ve Ersin Kalaycıoğlu ve Deniz Kağınioğlu (der.) *Karşılaştırmalı Siyasal Sistemler*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi, 2014.

⁴ Robert Elgie, *Semi-Presidentialism: Sub-types and Democratic Performance*, Oxford University Press, Oxford, London 2011.

⁵ Reinhard Bendix ve Seymour Martin Lipset (der.), *Party Systems and Voter Alignments*, New York: Free Press, 1967 ve Lauri Karvonen, Stein Kuhnle (der.) *Party Systems and Voter Alignments Revisited*, New York: Routledge, 2001.

⁶ The Economist Intelligence Unit, *Democracy Index*, 2016.

Özgürlük ve Anomie (Kuralsızlık) Üzerine

Ersin Kalaycıoğlu¹

2018 yılı başından itibaren mümtaz sanatçılarımız ülkemizdeki özgürlüğün içeriği ve boyutları hakkında, dünyadaki karşılaştırmalı siyaset bilimi araştırmalarıyla pek de örtüşmeyen görüşler belirtmeye başladılar. Ülkemizde isteyenin istediği gibi hareket edebileceğini belirttikten sonra, örneğin ABD’de bazı ifadelerin *New York Times* gibi gazeteler tarafından devlet büyüklerine karşı kullanılamayacağı gibi ne demokrasilerdeki özgürlükten ne de Amerikan siyasal sisteminden pek de haberdar olmadıklarını gösteren açıklamalarda bulundular. Bazı kural ve yasa tanımaz davranışların Türkiye’de Batı’nın liberal temsili demokrasilerinde rastlanmayan kolaylıkta yapılabileceğini ifade ve ima ettiler.

Peki, özgürlük ile kural tanımaz keyfilik arasındaki bu bağ nasıl bir içeriktedir ve neden kolaylıkla karıştırılabilir?

Özgürlük, toplumsal ve hukuki kurallar ve keyfi serbesti

Aslında iki farklı olgunun birbirine karıştırılmasıyla karşı karşıya olduğumuzu düşünebiliriz: Özgürlük ve *anomie* (kuralsızlık).

Özgürlük kavramı Türkçeye ünlü yazar Namık Kemal’in Arapça “hur” kökünden türettiği bir Türkçe kelime olan “hürriyet” ile 19. yüzyılda girmişti. Bu kavram, 1876 Kanun-u Esasi’sinin öngördüğü meşruti monarşiyi askıya alıp, mutlak monarşiyi doğru geri dönmekte olan padişah II. Abdülhamit rejimini istibdat olarak tanımlayan bir kuşağın, siyasal erkin bireyin düşünme ve davranmasını sınırlayan ve engelleyen girişimlerini durdurma veya sonlandırmasına hürriyet adını layık görmesiyle vücut bulmuştu.

Bu hürriyet tanımı, Batı dillerinde *liberty* olarak kullanılan ve kökü Perikles dönemi antik Grek siyasal hayatına kadar uzanan bir olguyu veya hakkı çağırıyordu. Bu anlamda özgürlük önceleri sadece bir zümre, sınıf veya topluluğun, siyasal erkin müdahalelerinden korunması, özellikle dini topluluklara duyulan hoşgörü (tolerans) veya onların bağımsızlık çağrısı anlamına geliyordu².

Daha sonraları bireyin toplum içinde bir toplumsal varlık olarak statüsünün tanınması ve kabulü ile birlikte, topluluklara özgü bağımsızlık anlamı yanında hürriyetin bir de ikinci ve bireysel bir anlamı ortaya çıktı (İngilizcede *freedom* veya *individual liberty* olarak da anılır). Bu kez bireyin esaretten, kölelikten kurtulması (*freedom from bondage*) anlamı yüklenen özgürlük, bireyin kendi düşünce ve tercihlerine göre davranmasının serbest bırakılması anlamını kazandı³.

Özgürlük toplumsal ilişkilerden ve toplumdaki her türlü iktidar ilişkisinden bağımsız olarak var olamaz. Özgürlük, bir topluluğun veya bir bireyin, siyasal, toplumsal, iktisadi ve kültürel iktidarlardan müdahale ve etkisinden bağımsız olmasıyla ilgili olduğundan, toplumsal bir ilişkinin ürünüdür. Toplumsal bir olgu olan öz-

gürlük o toplumun zihniyet, düşünce, değer ve inanışlarıyla olduğu kadar, o toplumda yaşayanların varlıkları ve haklarıyla da ilgilidir. Bir topluluğa veya bireye özgürlük tanımak aynı zamanda ona bir ayrıcalık tanımak anlamına gelebileceği gibi, aynı zamanda başkalarının haklarının kısıtlanması anlamına da gelebilir. Liberal düşünürler bir yandan burjuvazinin (kent soyluların) ve serbest piyasada burjuva bireyin iktisadi özgürlüğünü savunurken, diğer yandan bu hakkın işçi sınıfına tanınmasından çekindikleri için de işçilerin oy hakkı olmamasının toplumsal istikrar için iyi olacağını savunabilmişlerdir. İktisadi özgürlük böylece bir sınıfın üyeleri için tanınırken onunla iş ilişkisinde bulunan bir başka sınıfın üyelerine tanınmamıştır. İşçi sınıfı, özgürlüğü için ayrıca mücadele etmek zorunda kalmıştır; bu mücadele de öncelikle burjuva çıkarlarını tehdit olarak algılanarak dirençle karşılanmıştır.

Burada bireyin sadece siyasal veya iktisadi iktidardan değil, aynı zamanda kültürel-dini yetkililerin etki ve müdahalelerinden de korunması söz konusudur. O nedenle toplumlar ve iktidar, anlayışları ve konumları değiştikçe özgürlük algı ve anlayışları da değişmiştir. Özgürlük her zaman, bazı davranışlarda bulunma, bazı hakları kullanmakta serbest olma anlamındadır ve herkes için toplumsal sonuçları olan bir olgudur. Onun için eğer bir topluluk veya bireye davranışlarından dolayı yetkililerin (*authorities*) müdahalesi olmayacaksa, bu durumdan toplumdaki diğer topluluk ve bireylerin nasıl etkileneceğini de düşünmek gerekir.

Özgürlük toplumsal olgu olarak hep başka toplumsal olgular ve hedeflerle orantılı olarak algılanmış ve tanımlanmıştır. Demokrasilerde özgürlükler, kamu yararı, kamu sağlığı, ahlak, etik, kamu güvenliği gibi toplumsal olgular ve değerler göz önüne alınarak hukuken, mahkeme kararıyla sınırlandırılabilmiştir⁴. Bunun için özgürlükler sınırsız değildir; başka toplumsal değerleri tehdit ettikleri zaman, birey veya toplulukların sadece kendi düşünce ve tercihlerine göre istedikleri gibi davranmaları kabul edilemez; demokrasilerde yargı kararıyla sınırlandırılabilirler. Bu sınır da toplumların gelişme ve demokratikleşme düzeyine göre geniş veya dardır.

Örneğin Amerikan uygulamasında ifade, Amerikan Anayasası'nın birinci değişikliği (*first amendment*) ile garanti altına alınmıştır ve ilke olarak sınırlandırılmaz. Ancak, bir kişinin çocuk pornografisi veya çekeşlilik övgüsü gibi yasalar tarafından suç sayılan fiilleri işlemesine de olanak tanınmaz. Çok ender durumlarda ve belirgin hallerde ancak yargı kararıyla ifadeye bir sınırlandırma getirilebilir. Ancak bu sınırlamalar hemen hemen hiçbir zaman siyasetçileri kapsamaz. Bir gazeteci de sokaktaki bir kişi de herhangi bir Amerikan siyasetçisini hedef alan ve hakaret içeren ifadeler de kullanarak eleştiride bulunabilir. ABD Anayasası'nın birinci değişikliği bu tür ifadeleri ve onları söyleyenleri korur. Onun için bugün ABD'de Başkan Trump için küfür dahil her türlü aşağılayıcı ifade kullanılarak eleştiri özgürce yapılabiliyor ve yayınlanabiliyor. Aynı durum dün de Başkan Obama ve ondan önceki Başkanlar için de söz konusuydu.

Ancak, bireyin kendi düşünce ve tercihlerine göre serbestçe hareket edebilmesi anlamında bir özgürlük anlayışı, herhangi bir yetkili (otorite) veya kural tanımaksızın olabildiğince serbest hareketi de içerecek biçimde tanımlandığında ve hoşgörüyü karşılaştığında kavramsallaştırma sorunlarıyla karşılaşırız.

Kuralsızlık (Anomie)

Ünlü Fransız sosyoloğu Emile Durkheim bireyin sanki herhangi bir toplumsal ve moral kural yokmuş gibi keyfince ve sınırsız olarak davranmasına “*anomie*”⁵ adını vermiştir. Emile Durkheim’a göre toplumların köklü değişim dönemlerinde eski dönemin bireysel davranışa rehberlik eden değerleri ve etik kuralları yok olurken onların yerine geçecek yeni toplumsal ve etik kuralların oluşması hemen gerçekleşmeyebilir. Bu durumda toplumda ortak olarak kabul edilen değer ve etik kuralları kalmayabilir. O zaman bireylerin adab-ı muaşeret başta olmak üzere temel toplumsal, etik kuralları ve uygulamalarını veya onların mevcudiyetini algılamaları veya anlamlandırmaları zorlaşır. Toplumsal başarılı olma tanımı muğlaklaşır ve bireylerde hayatın anlamının ve amacının yitirilmesi, sosyal hayatın boş, hatta nafiye olarak algılanması söz konusu olur. Durkheim bu toplumsal durumun en ciddi sonucunun intihara kadar varan bireysel davranış bozuklukları olduğunu ileri sürmüştür. Daha sonraki yıllarda yapılan toplumsal ve sosyal psikolojik araştırmalarda da kuralları yok sayma, normsuzluk durumunun bireyleri toplumsal yasaları da görmezden gelerek bencilleşmeye, içine kapanmaya, kendine olan saygısını kaybetmeye, suç işlemeye hatta isyana yönelttiği saptanmıştır⁶.

Türkiye toplumu hızlı kentleşme ve sanayileşmenin etkisi altında büyük bir toplumsal hareketlilik döneminden geçiyor. Eski tarım toplumunun değerleri bağlayıcılığını ve davranış rehberliğini kaybederken, yeni kentli sanayi toplumunun değerleri de henüz oluşup genel kabul görmediğinden, genel bir kuralsızlık, normsuzluk yaşanıyor. Bu ortam yasaların da genel toplumsal kuralların da bağlayıcılığının ciddiye alınmadığı bir ortamdır. Aklına estiğince davranmak, kapalı yerlerde sigara içmek, küfürlü konuşmak vb. davranışlar da, trafik yasaları yokmuş gibi davranarak tek yön olan sokağa otomobiliyle ters yönden girmek, park yapılmaz levhasının altında otomobilini park etmek, su isale hattından keyfince bağlantı yaparak evine saatten geçmeden su temin etmek, imar planı uygulaması dışına çıkarak inşaat yapmak vb. davranışlar da kuralsızlık veya yasadızlık (anomie) davranışının çeşitli toplumsal norm veya hukuk dışı uygulama örnekleri olarak belirgin, düzenli ve sık görülüyorlar. Bunlar özgürlük değildir; çünkü bu davranışlar toplumsal, ahlaki sonuçları dikkate alınmadan, hatta onların varlığını dahi algılamadan yapılan davranışlardır; özgürlükte söz konusu olduğu gibi toplumsal ilişkilerin belirlediği, başkalarının haklarını gözetmek gibi sınırları yoktur. Buradaki serbesti toplumsal ortamın kabul ettiği, saygı duyduğu bir serbesti olmayıp, bir tür başıbozukluktur. Bunun toplumsal sonucu suç patlaması veya toplumsal yaşantının reddine kadar giden bir anarşi ortamıdır. Bunun özgürlük olarak tanımlanması da toplum bilimleri açısından kabul edilemez.

Sonuç: Özgürlük ve demokrasi, anomie ve anarşiye karşı

Özgürlük, demokrasinin sağladığı siyasal ilişkilerin yaşamasını ve gelişmesini sağlar; antropolog Bronislaw Malinowski'nin deyimiyle, özgürlük demokrasinin eyleme dönüşmesidir⁷. Liberal temsili demokrasi aynı zamanda bir kurallar ve kurumlar rejimidir. Onun için özgürlük, demokrasinin kurum ve kurallarının da saygınlık kazanmasını sağlar; özgürlük de kurallar ve kurumların liberal demokrasilerde hukukun üstünlüğüne göre uygulanması sayesinde yaşar ve gelişir.

Özgürlüğün yaygın olduğu ve bireysel özgürlüğün büyük saygı gördüğü Britanya, İsviçre, ABD, Fransa, Hollanda, İtalya, Avustralya, Kanada vb. ülkelerdeki siyasal sistemlerde yazılı, yazısız ve yasal kurallar mevcuttur. Bunların görmezden gelinmesi toplumsal olarak ayıplanmaya, toplumdan dışlanmaya (*ostracism*) veya suç söz konusuysa, hukuken ceza almaya kadar uzanan neticeler doğurur. Onun için o toplumlarda özgürlükler yaygın ve yoğun olarak yaşanır. Bizim durumumuzdaki hızlı bir toplumsal değişimle üçüncü dünya toplumu konumundan çıkmaya çabalayan toplumlardaysa kural ve yasaların bağlayıcılığı az olduğundan özgürlükler az, anomi ise çoktur. Anominin yaygın ve yoğun olarak mevcut olması, özgürlüğün pek de mevcut olmadığının bir işaretidir. Anomi, demokrasinin kural ve kurumlarıyla, hukukun üstünlüğüne dayalı olarak çalışmasını engeller. Devletin yasalar, yönetmelikler, tüzükler, kurallar çerçevesinde çalışmasıyla anomi taban taban zıddır. Anomik davranışların yaygınlaşması devletin kural ve kurumlarının da zayıflamasına neden olacağı gibi, hukukun üstünlüğünü de erozyona uğratar. Bu durumda demokrasinin de ötesinde, hukuk devletinin zaafiyete uğramasına yol açan sonuçlar doğar. Anominin en yaygın olduğu ülkeler Libya, Yemen, Suriye, Afganistan, Somali ve benzeri siyasal coğrafyalardır. Buralarda bazı insanlar akıllarına gelen her şeyi, tam bir sorumsuzluk ve hesap vermezlik fütursuzluğuyla, gayet ağır insan hakları ihlalleri doğuracak biçimde yapıyorlar; ama bu ülkelerde özgürlük olmadığı gibi demokrasi de gelişmiyor.

Her serbestiyi özgürlük zannederek anomiye prim verirse, hukuk devletini erozyona uğratarak çağdaş temsili liberal demokrasinin işlemlerini zora sokacağımız gibi, bir anarşik ortamın gelişmesine de olanak ve hatta destek sağlamış olabileceğimizi unutmamakta yarar var.

⁷Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Sanat ve Sosyal Bilimler Fakültesi öğretim üyesi

²Encyclopedia of the Social Sciences, New York, Chicago: The Macmillan Co., 1957, vol IX-X: 442-447.

³Lawson, K., The Human Polity: A Comparative Introduction to Political Science, Boston, Toronto: Houghton Mifflin Co., 1993, 47. Özgürlüğün de çeşitli alt kavramları zamanla türemiştir; örneğin siyasal özgürlük (political freedom) herhangi bir cezalandırılma korkusu duymaksızın iktidardan farklı ve hatta aykırı düşünmek ve davranmak (...dissent without fear of punishment...) anlamına gelmektedir (Aynı eser: 48). Örneğin Malinowski, B. (1960) Freedom and Civilization, (Bloomington, Indiana: Indiana University Press): 53-60 arasında kültürel (antropolojik) açıdan özgürlüğün sekiz değişik tezahürü (manifestation) olabileceğini göstermiştir.

⁴Bu liste de ülkeden ülkeye değişir. Anglo Amerikan dünyasında, ABD veya Britanya'da ırkçılık suç değildir; ancak Fransa veya Avusturya'da özellikle Yahudi soykırımını inkârı dayalı ırkçılık suçtur. Yahudi soykırımı reddiyecisi olan bir İngiliz tarihçi Britanya'da herhangi bir soruşturmayla uğramadığı

halde, Avusturya’da aynı konuda bir sav ileri sürdüğünde mahkemece suçlu bulunabilir. Buna karşılık ABD ve Britanya’da nefretle işlenen suçlar (hate crimes) mevcuttur. Burada bir dini veya etnik zümreye duyulan nefretle onun üyelerine yapılan şiddet içeren saldırılar suç teşkil eder ve nefret suçu olarak anılırlar. Liberal demokrasiler arasındaki farklar ülkelerin toplumsal konumları, tarihleri ve onların bugüne yansımaları olan kültürleriyle ilgilidir.

⁵Durkheim anomie kavramını Grekçe kural anlamına gelen “nomos” (kural, yasa) kavramının başına “a” ekleyerek üretmişti. Fransızcadaki kelimelerin başına gelen “a” takısı yokluk anlamında olup Arapça “la” ile aynı anlamdadır. Örneğin, Frenkçe “amoral” Arapça “la-ahlaki” ile eşanlamlıdır; ahlaklı veya ahlaksız olmayıp ahlakla ilgisi bulunmayan anlamındadır. Anomie de kuralla veya yasayla ilgisi olmayan, kural/yasa algılamayan, kural dikkate almayan anlamında “kualsızlık” demektir. Durkheim, E. (1893/1960). *The Division of Labor in Society*. (G. Simpson, Trans.) (New York: The Free Press) ve Durkheim, E. (1897/1951). *Suicide: A Study in Sociology*. (J. Spaulding, & G. Simpson, Trans.) (New York: The Free Press) iki eserinde anomie kavramını geliştirip kullanmıştır. Daha yakın tarihli sosyal psikolojik araştırmaların taraması ve ölçüm önerileri için bakınız: Seeman, M. (1990) “Alienation and Anomie” Robinson, J. P, Shaver, P.R ve Wrightsman L. S. (der.) *Measures of Personality and Social Psychological Attitudes*. (New York, NY: Academic Press): 291 – 372. Türkiye’deki anominin durumu hakkında bakınız Çarkoğlu, A. ve Kalaycıoğlu, E. (2009) *The Rising Tide of Conservatism in Turkey*. (New York, NY: Palgrave – Macmillan): 43 – 47.

⁶Seeman, M. (1990) “Alienation and Anomie” Robinson, J. P, Shaver, P.R ve Wrightsman L. S. (der.) *Measures of Personality and Social Psychological Attitudes*. (New York, NY: Academic Press): 291 – 372.

⁷“...Democracy is freedom in action”, Malinowski, B. (1960), aynı eser: 22

Karşılaştırmalı Verilerle Türkiye’de Kadın-Erkek Eşitsizliği

Ayşe Buğra¹

Türkiye toplumsal cinsiyet eşitliği konusunda epeyce sorunlu bir ülke. Medyada sık sık yer alan kadına yönelik şiddet veya çocuk evliliği vakalarının yanı sıra, Türkiye’yi başka ülkelerle karşılaştırmaya imkân tanıyan uluslararası veri tabanlarına baktığımız zaman kadınların ekonomiye ve siyasete katılımıyla ilgili pek hoş olmayan bir resimle karşılaşırız.

Türkiye’de kadınların işgücüne katılım oranı, kadınların çalışma hayatındaki yeriyle ilgili en çarpıcı verilerden biri. İş gücüne katılım 15-64 yaşları arasında çalışan (veya iş arayan) kadınların aynı yaş grubundaki toplam kadın nüfusuna oranı diye tanımlanıyor. 2016 verilerine göre bu oran Türkiye’de % 36,2; OECD ortalaması ise % 63,6. Türkiye’de erkeklerin işgücüne katılım oranı ise % 77,6².

Türkiye sadece üyesi olduğu OECD ülkeleri arasında değil, bütün dünyada kadınların işgücüne katılım oranının en düşük olduğu birkaç ülkeden biri. Nitekim Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı’nın 2016 tarihli İnsani Gelişim Raporu’na göre, kadınların işgücüne katılım oranı dünya ortalaması % 49,6 ve Türkiye’deki-nin epeyce üzerinde³.

2016 yılı toplumsal cinsiyete göre işsizlik verilerine baktığımızda Türkiye’de kadın işsizliğinin (% 14) OECD ortalamasının (% 9,8) üstünde olduğu görülüyor. İşsizlik, referans dönemi içinde çalışmamış olan ama son üç ayda iş aramak için girişimde bulunmuş kişilerin işgücü içindeki oranı olarak tanımlanıyor. Yani Tür-

kiye’de hem iş arayan veya bir işte çalışan kadınların 15-64 yaş kadın nüfusuna oranını gösteren işgücüne katılım oranının çok düşük olduğunu hem de çalışma hayatı içindeki kadınların ciddi bir işsizlik tehdidi altında olduklarını görüyoruz⁴.

Çalışma hayatı içinde yer alan kadınların işteki konumları açısından da dezavantajlı konumda oldukları görülüyor. Kayıtdışı istihdam, sosyal güvenlikten yoksun çalışan kadın (veya erkek) nüfusunun çalışan kadın (veya erkek) nüfusuna oranı olarak tanımlanıyor. Çalışan kadınların % 40’ından fazlası kayıt dışı çalışıyor ve sosyal güvenceden yoksun. Bu oran erkekler için % 29,3. Buna paralel olarak, ücretsiz aile işçiliği çalışan kadınlar arasında ciddi biçimde yaygın (çalışan kadın nüfusuna oranı % 24,1), erkekler arasında ise epeyce önemsiz (çalışan erkek nüfusuna oranı % 4)⁵.

Kadınların çalışma hayatındaki eşitsiz konumları, ekonomik gelir eşitsizliğine de yansıyor. Kişi başına brüt gayri safi milli hasıla verilerinin kadınlar ve erkekler arasında nasıl farklılaştığını görüyoruz. Kadınların gayri safi brüt milli gelir payları bütün ülkelerde erkeklerinkinden daha düşük. Ama Türkiye’deki toplumsal cinsiyet temelli gelir eşitsizliği OECD ve dünya ortalamalarının gösterdiği eşitsizlikten daha fazla. Türkiye’de kadınlar için kişi başına düşen brüt milli gelir erkekler için olanın % 39,3’ü; OECD ortalaması % 59,6, dünya ortalaması ise % 55,5 (2015 verileri)⁶.

Eğitim düzeyinin yükselmesi, kadınların ekonomik hayattaki yerlerinin düzelmesinde oldukça önemli bir rol oynuyor. Nitekim Türkiye’de yüksekokul ve üstü eğitim görmüş kadınların işgücüne katılım oranı % 70’in üstünde⁷. Fakat Türkiye’de kadınlar için ortalama eğitim süresi erkekler için olandan daha düşük (sırasıyla 7 yıl ve 8,8 yıl) ve aradaki fark OECD (11,2 yıl ve 12 yıl) ve dünya (7,7 yıl ve 8,8 yıl) ortalamalarından daha fazla (2015 verisi)⁸.

Ayrıca, Türkiye’de ne yaygın ve örgün eğitimde ne de çalışma hayatında yer almayan 15-24 yaş arası gençlerin bu yaş nüfusuna oranına baktığımız zaman, bu oranın erkekler için % 13,5 kadınlar için % 32,6 olduğunu görüyoruz⁹.

Yani, Türkiye’de 15-24 yaş arası kadın nüfusunun üçte biri, eğitim ve çalışma hayatının dışında kalıyor ve bu durum onların toplum hayatına katılma biçimleri konusunda gelecekte yapabilecekleri seçimleri önemli bir biçimde kısıtlıyor.

Burada istatistiklerle göstermeye çalıştığımız sorunların aşılması için, bu sorunları sahiplenen ve seslendiren kadınların mecliste yer alması gayet önemli. Bu bağlamda, kadın milletvekili sayısının toplam milletvekili sayısına oranı da düşündürücü¹⁰. Türkiye’de bu oran % 14,9 ve hem OECD ortalamasının (% 27,7) hem de dünya ortalamasının (% 22,5) altında. 8 Mart’ta kadınların bugün karşı karşıya oldukları sorunları ve bunları aşmak için yapılması gerekenleri düşünürken kesinlikle ihmal edilmemesi gereken konulardan biri kadınların siyasete katılımı konusu.

¹Bilim Akademisi üyesi, Boğaziçi Üniversitesi öğretim üyesi

²OECD (2018), OECD Labour Force Statistics 2017, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/oecd_lfs-2017-en ve <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STLABOUR#> Son Erişim: 04.03.2018.

³United Nations Development Program (UNDP), Human Development Report 2016, s. 217.

⁴OECD (2018), OECD Labour Force Statistics 2017, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/oecd_lfs-2017-en ve <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STLABOUR#> Son Erişim: 04.03.2018.

⁵TÜİK İşgücü İstatistikleri 2017, Son Erişim: 04.03.2018

⁶United Nations Development Program (UNDP), Human Development Report 2016, ss. 211, 213.

⁷TÜİK İşgücü İstatistikleri 2017, Son Erişim: 28.02.2018

⁸United Nations Development Program (UNDP), Human Development Report 2016, ss. 211, 213

⁹[3] Çalışmayan ve eğitimde (örgün ve yaygın) olmayan 15-24 yaş arası gençlerin, toplam genç nüfus içindeki oranı. TÜİK İşgücü İstatistikleri, 2017, Son Erişim: 04.03.2018

¹⁰United Nations Development Program (UNDP), Human Development Report 2016, ss. 215, 217.

Halep İstanbul Hattı: Göçmenler, Mülteciler ve Sosyokültürel Ağlar

Ayhan Kaya¹

William I. Thomas ve Florian Znaniecki'nin *The Polish Peasant in Europe and America* (Avrupa ve Amerika'da Polonyalı Köylü; 1918) adlı çalışması ile Manuel Castells ve Gustavo Cardoso'nun *The Network Society* (Ağ Toplumu; 2005) adlı çalışmalarında göçmenlerin sahip oldukları sosyokültürel ağları takip ettikleri konu edilir.

Bu yaklaşıma göre, göçü belirleyen unsurlar daha çok ekonomik koşullar, iktidar politikaları, toplumsal değerler ve ulaşım imkânları gibi etkenlerdir. Göçmenler ve hatta mülteciler, toplumsal ve kültürel ağlar içinde hareket ederler. Bu ağlar tarihsel süreçler içinde oluşurlar ve göçmenler kendilerinden önce göç eden akraba veya yakınlarının izlerini sürerek göç güzergâhlarını çizerler. Göç süreçlerinde kimin gidip kimin kalacağına karar veren birtakım toplumsal, kültürel ve geleneksel kontrol mekanizmaları vardır. Bu mekanizmalar, ailece mi, yoksa sadece tek bir kişinin mi (genç erkek veya kadın) göç edeceğine karar verilmesinde etkili olur.

Suriyeli mültecilerin hareketliliğini anlayabilmek için de bu teorinin bizlere yol gösterdiği düşünülebilir. Suriyeli mültecilerin savaşın başlamasıyla birlikte sınırın hemen ötesinde bulunan akrabalarının veya tanıdıklarının yanına sığınmaları ya da İstanbul'da mevcut olan akrabalık veya hemşerilik ağlarını takip ederek daha uzağa gitmeleri bu teorinin yardımıyla daha kolay anlaşılabilir. Öte yandan, Avrupa Birliği ülkeleri arasında Almanya'nın Suriyeli mülteciler tarafından büyük ölçüde tercih edilme nedenlerinden birisinin yine Almanya'daki mevcut sosyal ağların olduğu görülüyor.

Mevcut aile, akrabalık ve tanıdık bağları, göçmenlere ve mültecilere göç edilen ortama uyum sağlamaları açısından da çok önemli. Mültecilerin karşılaştıkları misafirperverliğin, tanıdık yüzlerin, değerlerin, dilin ve kültürün onlara dostane ortamlar sunmak açısından çok önemli olduğu biliniyor. Öte yandan, ailevi ağlar çok önemli olsa da zaman zaman birtakım problemleri de beraberinde getirebilir. Ai-

levi bağlar ve akrabalık ilişkileri, göçmenler ve mültecilerin göç edilen yeni mekân konusunda büyük beklentiler içine girmelerine neden olurken, bu beklentilerin gerçekleşmemesi durumunda ailevi ilişkilerin büyük hasar görmesine de neden olabilir. Tüm bunların yanı sıra, bu tür sosyokültürel ağlar aynı zamanda, insan ticareti ve kaçakçılığı için de zaman zaman istismar edilebilir.

2016 yılında Hayata Destek Vakfı ile birlikte İstanbul'da ikamet eden Suriyelilerle yapılan 120 kadar anket araştırmasında anavatandan uzakta var olan kültürel, etnik, dilsel ve dinsel bağların Suriyelilerin İstanbul'u tercihlerinde çok önemli olduğunu gözlemledik.

Bu tür bağlar, mültecileri anavatandan uzakta gündelik hayatın zorluklarından koruyup, onlara etnik, kültürel, dinsel ve dilsel yakınlığın sağladığı sıcaklığı getiriyor ve böylece yeni kentsel mekâna daha hızlı bir şekilde uyum sağlamalarına yardımcı oluyor. Bu tür güçlü veya zayıf ağlar, internetin sosyal ağlara erişimini kolaylaştırmasıyla birlikte göç güzergâhlarını şekillendirmekte daha da belirleyici hale geldi².

Tarihi bellekte Halep'in izleri ve toplumsal ağlar

İstanbul'da yaşayan Suriyeli mültecilerin % 86'sı Halep kökenli. Türkiye genelindeki Suriyelilerin yine aynı oranda Halepli oldukları biliniyor. Suriye İç Savaşı başlar başlamaz, Suriyeli mültecilerin canlarını kurtarabilmek için Türkiye, Ürdün ve Lübnan gibi ülkeleri tercih etmelerini sadece bu ülkelerin coğrafi anlamda Suriye'yle komşu olmalarıyla açıklamak yeterli olmayacaktır. Geçmişte Osmanlı coğrafyasının parçası olan bir ülkenin yurttaşları, yani Suriyeliler, yine aynı coğrafyanın diğer parçaları olan Türkiye, Ürdün ve Lübnan'daki akrabalarının ve yakınlarının yanına gitmeyi tercih ettiler. Kilis, Gaziantep, Urfa, Hatay gibi kentlerin Osmanlı İmparatorluğu zamanında İstanbul ve İzmir'den sonra imparatorluğun üçüncü büyük metropoliten ve kozmopolit vilayeti olan Halep'e idari olarak bağlı oldukları gerçeği de hatırlanacak olursa, Halep ile bölgede Türkiye sınırları içinde kalan kentlerin tarihi ilişkisi daha iyi anlaşılacaktır.

İstanbul'da, özellikle Fatih'te yaşayan Suriyelilerin neden bu kenti kendileri ve aileleri için tercih ettikleri sorusuna verdikleri yanıtlarda da Osmanlı'dan bugüne devam eden kültürel, dinsel ve tarihsel bağların fazlasıyla altının çizildiği görülmektedir. Bizim İstanbul'da yaptığımıza benzer bir diğer çalışmayı 2016'da Kristin Fabbe, Chad Hazlett ve Tolga Sinmazdemir, Urfa, Gaziantep, Hatay ve İstanbul'da gerçekleştirdiler ve benzeri gözlemlerde bulundular.

Savaş öncesi dönemde Suriye'nin en önemli ticaret bölgelerinden biri olan çok kültürlü ve kozmopolit Halep, bugün harabeye dönmüş durumda. Haleplilerin önemli bir kısmı canlarını kurtarabilmek için özellikle Türkiye'deki akrabalarının, tanıdıklarının yanına, kendileri için açılan kamplara veya daha uzaklarda bir yerlerde var olan sosyal sermayelerini kullanarak yeni coğrafyalarda sığınmak durumunda kalmışlar.

Bilindiği üzere, Osmanlı İmparatorluğu tebaasını etnik kimlikler üzerinden değil, dini kimlikler üzerinden tanımlar ve kaydederd. Ancak yine de 1903 tarihli Salname, Halep'in etno-kültürel açıdan ne denli kozmopolit bir vilayet olduğu konusunda önemli ipuçları veriyor³. Söz konusu Salname'nin bize söylediğine göre Halep vilayetinin nüfusu, Müslüman Türkler, Araplar, Türkmenler, Çerkesler, Maruniler, Kürtler, Ortodoks Rumlar, Katolik Rumlar, Ermeniler, Süryaniler, Protestanlar, Keldaniler, Latin Katolikler ve Mirzahi ve Safarad Yahudilerden oluşuyordu. 1922 yılına kadar Beyrut'un yanı sıra Halep, Ermenilerin yoğun olarak yaşadıkları bir merkez haline gelmişti. Bu dönemde Halep'te yaşayan Türkçe konuşan Ermeni sayısının elli bini aştığı görülüyor. 1918 yılı itibarıyla Osmanlı'nın egemenliğinin son bulunduğu kentte yaşayan Türklerin, şehri idare eden yeni idareciler tarafından terki diyar etmeleri istenmişti. Dönemin Halep vilayetini yönetenler aynı zamanda pan-Arabist ideolojinin de kurucuları olan ve Hicaz Emiri olarak da bilinen Prens Faysal önderliğindeki Arap kabileleri olmuştu.

İstanbul'u tercih nedenleri

Görüşme yapılan Suriyeli mültecilere İstanbul'u neden tercih ettikleri sorulduğunda % 55'lik bir kesimi iş fırsatlarının fazlalığını ifade ederken, yaklaşık % 31'i sahip oldukları sosyal ağları, % 13 kadarı güvenli bir kent olmasını ve % 1 kadarı ise Avrupa'ya gitme olanakları sunma ihtimalinin altını çizdiler. Görüldüğü üzere, İstanbul'un istihdam olanaklarının ve mevcut sosyal ağların fazlalığı nedeniyle tercih edildiğini söylemek mümkün. Bu iki önemli unsurun yanı sıra, İstanbul'un savaşın yaşandığı Suriye topraklarına uzaklığının da yine İstanbul'un tercih edilmesinde önemli bir rolü olduğu görülmektedir. İstanbul'un Avrupa'ya açılan kapı olması nedeniyle tercih edildiğini söyleyenlerin oranı ise yok denecek kadar az.

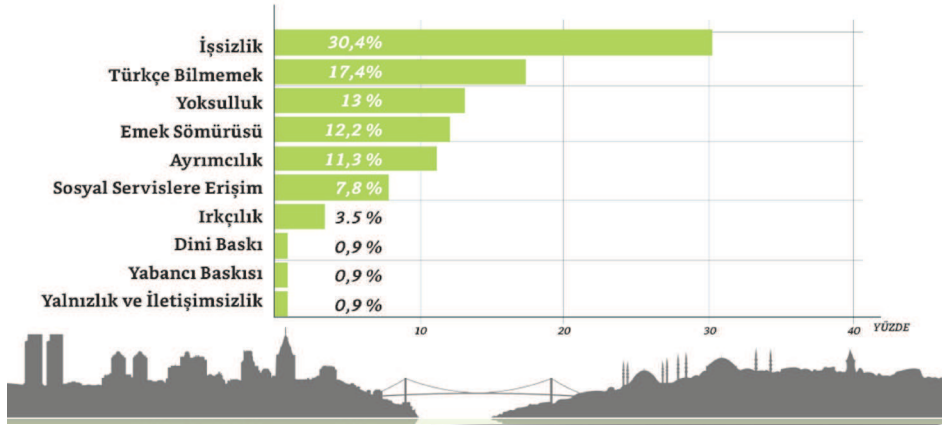
İstanbul'un mültecileri veya göçmenleri cezbeden bir diğer yanı ise konut piyasasının mültecilerin ihtiyaçlarına yanıt verebilecek seçenekler sunması. Konut arzının fazlalığı, mültecilerin özellikle Fatih, Bağcılar ve Başakşehir gibi ilçelere yerleşmelerinde etkili olmuş. Görüşme yapılan Suriyeli mültecilerin % 95'i kiraladıkları apartman dairelerinde yaşadıklarını ifade ederken, bu dairelerin çoğunlukla ekonomik zorluklar nedeniyle apartmanların birinci katı veya bodrum katında olmaları dikkat çekiyor. Yaşadıkları ilçelerin bir kısmında Suriyelilerin birtakım diasporik alanlar yaratıkları gözleniyor. Halep'ten bir parçaymış gibi uzaklarda bir yerlerde inşa edilmiş diasporik alanların en iyi örneklerini Fatih ilçesinde görmek mümkün. Bu tür diasporik mekânlarda, üzerlerinde Arapça yazıların dikkat çektiği restoranların, kafelerin, pastanelerin, küçük işyerlerinin, atölyelerin ve *call-shop*ların (telefonla arama noktaları) sıklığı dikkat çekiyor.

İstanbul'un görüşme yapılan Suriyeliler tarafından güvenli bir yer olarak tanımlandığı görüldü. Savaşın yaşandığı bölgeye uzaklığını göz önünde bulunduran mültecilerin % 93 kadarı İstanbul'da kendilerini güvende hissettiklerini söylerken, % 7 kadarı güvende hissetmediklerini ifade etmişlerdir. Çapraz tablolamalar, kendilerini güvende hisseden mültecilerin İstanbul'u sadece savaş bölgesine uzaklığı ne-

deniyle değil, aynı zamanda kültürel ve dinsel açıdan kendilerine yakın görmeleri nedeniyle tercih ettiklerini göstermiştir. Öte yandan, İstanbul'da bulunan belediyelerin sağladığı iâse (barınma, beslenme) hizmetlerinin, cami gibi geleneksel dini nitelikli dayanışma mekanizmalarının ve uluslararası yardım kuruluşlarının varlığının da Suriyeli mültecilerin İstanbul'da kalmaya yönelik motivasyonlarını artırdığı saptandı. Her ne kadar sosyal hizmetler, eğitim ve sağlık hizmetlerine erişim konusunda sıkıntıların çok olduğu ifade edilmiş olsa da savaş coğrafyasına uzaklığı, tarihsel-kültürel-dinsel yakınlığı, konut ve iş piyasasının sağladığı imkânlar nedeniyle İstanbul'un Suriyeli mülteciler için cazip bir metropoliten kent olduğu görülüyor.

Gündelik hayatın zorlukları...

Gündelik hayatta karşılaşılan sorunların niteliklerinin de araştırıldığı bu çalışmada, Suriyeli mültecilerin öncelikli olarak işsizlikten yakındıkları görüldü (% 30). Karşılaşılan diğer zorluklara bakıldığında ise, Türkçe konuşamama (% 17), yoksulluk (% 13), iş piyasalarında sömürü (% 12), ayrımcılık (% 11) ve sosyal hizmetlere erişim (% 8) gibi konularda karşılaşılan sorunlar dile getirildi. Öte yandan, toplumsal cinsiyet ve gündelik hayatta karşılaşılan sorunlara ilişkin çapraz tablolamaların verdiği sonuçlara göre, kadınlar gündelik hayatta ayrımcılık ve Türkçe dilini anlayamamak-konuşamamaktan kaynaklanan sorunlarla daha fazla karşılaştıklarını ifade ederken, erkekler ise işsizlikten yakındılar. Suriyeli mültecilerle yapılan odak grup görüşmelerinde de görüldüğü üzere, kadınların gündelik hayatta ailenin sağlık, eğitim ve komşularla olan ilişkiler konusunda erkeklere oranla çoğunluk toplumunun bireyleriyle daha fazla müzakere etmek durumunda olduklarından yukarı-



Görsel 23: İstanbul'daki Suriyeli mültecilerin karşılaştıkları başlıca zorluklar.

Suriyeli mültecilere, geçici bir süre için de olsa eğitim, sağlık ve barınma hizmetlerine erişim hakkı veren Geçici Koruma Yönetmeliği'ne (2014) tabi olan Suriyelilerin, bu statünün kendilerine sağladığı hakların geçici olması nedeniyle kendilerinin ve ailelerinin geleceğini yeterince güven içinde görmedikleri ve bu nedenle kendile-

rini bir tür limbo içinde hissettikleri anlaşıyor. Bu limbo durumunun Suriyelilerin içinde bulundukları sosyal alanlara yeterince entegre olabilmelerini, çocuklarının eğitim kurumlarına kanalize olabilmelerini, daha sağlam temellere oturan komşuluk ilişkileri geliştiremedikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca, Türkçe dilini öğrenecek motivasyonu geliştiremedikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca, Türkçe dilini öğreten programların ve kurumların sınırlılığı da görüşme yapılan kişilerin bir kısmı tarafından ifade edildi. Mülteciler tarafından dile getirilen diğer bazı sorunlar ise, onların psikolojik ve psikiyatrik destek konusunda ne denli büyük bir ihtiyaç içinde olduklarını gösteriyor. Yalnızlık ve dışlanma hissi ile yasta olma hali sıklıkla dile getirilen sorunlar arasında bulunuyor.

Ancak, yoksulluğun Suriyeli mülteciler için en önemli sorun olarak tecrübe edildiği görülüyor. 2016 yılı Ocak ayı itibarıyla İstanbul'da yaşayan altı kişilik bir Suriyeli ailenin aylık gelirinin ortalama yaklaşık 1500 TL olduğu saptandı. Bu rakamı dört kişilik bir ailenin yoksulluk sınırı ve açlık sınırına kıyasladığımızda, 2015 yılı Aralık ayı verilerine göre saptanan 1385 TL'lik açlık sınırına yakın olduğu ve 4714 TL civarındaki yoksulluk sınırının ise çok altında olduğu görülüyor. Suriyelilerin gıda tüketimine bakıldığı zaman, hanelerde en çok ekmek ve makarna gibi karbonhidrat ve mümkün oldukça sebze ve meyve tüketimi yapıldığı, diğer alanlarda tüketimin yeterli olmadığı görülüyor. Evrensel ölçekte yapılan çalışmalarla bu veriler kıyaslandığı zaman, mültecilerin % 12'sinin yiyecek tüketim skorunun çok zayıf olduğu, % 15'inin sınırda olduğu ve % 73'ünün ise ortalama değerlerde seyrettiği görülüyor.

Sonuç: Kalmak mı yoksa gitmek mi?

Suriyeli mültecilere Avrupa'ya gitmeyi isteyip istemedikleri doğrudan soruldu ve yine yaklaşık % 1,5'lik bir kesimin bu soruya olumlu yanıt verdiği görüldü. % 98,5'lik bir ezici çoğunluk ise İstanbul'da yaşamaktan görece mutlu olduklarını ifade ettiler. Bunun nedeni sorulduğunda ise büyük ölçüde İstanbul'un güvenli bir yer olması, kültürel açıdan yakın hissetmeleri, yakınlarının yaşadığı bir yer olması ve iş olanaklarının fazla olması gibi nedenler öne çıktı.

Kristin Fabbe, Chad Hazlett ve Tolga Sinmazdemir'in geçtiğimiz yıl Urfa, Gaziantep, Hatay ve İstanbul'da gerçekleştirdikleri alan çalışmasında da⁴ mülakat yapılan 1200 Suriyeli'nin sadece % 5'inin Avrupa'ya gitmeyi planladıkları saptandı. Gerek bizim gerekse diğer araştırmacıların saptamaları, bugün Avrupa Birliği ülkelerindeki mevcut korkunun aslında ne denli asılsız bir korku olduğunu gösteriyor. Suriyeliler akın akın AB ülkelerine göç etme arzusunda değiller. Onlar, savaşın bir an önce bitmesiyle birlikte kendi ülkelerine geri dönme niyetindeler. Bizim saptamalarımız, yine Türkiye'deki mevcut korkunun da maddi temeller üzerinde oturmadığını gösteriyor. Bizim çalışmamızda İstanbul'da yaşayanların % 80 kadarının, Kristin Fabbe, Chad Hazlett ve Tolga Sinmazdemir'in çalışmalarında ise mülakat yapılan kişilerin % 90 kadarının savaşın bitmesiyle Suriye'ye dönmeyi arzu ettikleri görülüyor.

Öte yandan, yeri gelmişken bir dipnot vermekte fayda var. Uluslararası Göç Örgütü (IOM) tarafından 2017 yılında Türkiye’de bulunan Irak, Afganistan, İran ve Somali mültecilerle yapılan geniş ölçekli bir araştırmada bu kişilerin % 73’ünün AB ülkelerine gitmeyi arzuladıkları tespit edilmiştir. Bu kişilerin daha çok tek bireyler halinde yolculuk yaptıkları, Suriyelilerin ise yoğunluklu olarak aileler şeklinde hareketlilik içinde bulundukları unutulmamalı. Dolayısıyla, göçün türü ve kaynağı göç sürecindeki kararları belirliyor. Suriyelilerin hiç istemedikleri bir savaşın neticesinde evlerinden uzaklaşmak zorunda olduklarını hatırlatmakta fayda var. Ancak, bu durum Suriyeli olmayan ve sayıları yaklaşık olarak 500.000’i geçen diğer mültecilerin göç etme nedenlerini de azımsamamızı gerektirmez.

Göç her haliyle travmatiktir. Göçmenleri ve mültecileri, kendi ülkemizde bulundukları sürece, toplumsal yaşantımızın her alanına entegre ederek onların insanca yaşamalarına katkıda bulunmuş olacağımızı hatırlamakta fayda var. Komşularımız, kendi ülkelerine dönme zamanı geldiğinde burada yakaladıkları mutluluğu, birikimi ve yetenekleri de beraberlerinde götüreceklerdir. Böylelikle, bizler kendimizi onlara iyi komşuluk yapmış ve aynı zamanda küresel adaletin sağlanmasına katkıda bulunmuş insanlar olarak görebiliriz.

¹Bilim Akademisi üyesi, Bilgi Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Bölümü öğretim üyesi

²Araştırmanın detayları için: http://hayatadestek.org/yayinlarimiz/2016_istanbul_rapor.pdf (10 Ekim’de erişildi)

³K.D. Watenpaugh, (2005). “Cleansing the Cosmopolitan City: Historicism, Journalism and the Arab Nation in the Post-Ottoman Eastern Mediterranean,” *Social History*, 30(1), ss. 1-24.

⁴Kristin Fabbe, (2017).Chad Hazlett ve Tolga Sinmazdemir, “What Syrians want their future to be?”, *Foreign Affairs*, .

Türkiye Göçmen Olarak Kimi Tercih Ediyor?

Ali Berker¹

Uluslararası göç olaylarında ülkeler birbirlerini iktisadi ve siyasi olarak olumlu ve/veya olumsuz etkiler. Ulus devletler kendi topraklarına yönelen göçlerin olumlu etkilerini arttırmak ve olumsuz etkilerini azaltmak için göçmen sayısı, göçmenlerin yaşı, eğitim seviyesi ve mesleki becerileri gibi kişisel özellikleri konusunda seçici olmaya çalışır. Ev sahibi toplumun da beraber yaşayacakları göçmenlerin kişisel özellikleri konusunda tercihleri vardır ve bu tercihler göçmenlerin toplumsal uyumunun gerçekleşmesi için önemlidir. Bu yazıda göçmen hareketlerinin ev sahibi ülkedeki etkilerini değerlendirdikten sonra kamuoyunun göçmen olarak kimi tercih ettiği ve bunun ne anlama geldiği inceleniyor.

Uluslararası göçün ev sahibi ülkeye etkileri

Ev sahibi ülke perspektifinden bakıldığında, mevcut ya da olası göçmen hareketlerinin etkileri ikisi iktisadi, ikisi siyasi olmak üzere dört konu başlığı altında değerlendirilebilir. Birinci iktisadi konu, yeni gelenlerin iktisadi büyümeye katkı yapıp yapmadıklarıyla alakalıdır. İkinci iktisadi konu ise, göçmen hareketlerinin ev sahibi

toplumdaki gelir dağılımını ne yönde ve ne ölçüde değiştirdiği sorundur. Göçün iktisadi etkilerinin olumlu olması için, göçmenlerin işgücü piyasasında başarılı olmaları, yerli halkın istihdam olanaklarını artırmaları, ücret düzeylerini yükseltmeleri veya en azından aşağıya çekmemeleri, daha fazla vergi geliri ve kamu harcamalarında sınırlı artışa sebep olarak kamu maliyesine katkıda bulunmaları gerekir.

Yalın bir beşeri sermaye modeli kapsamında değerlendirildiğinde, göçün arzulanan bu olumlu ekonomik etkileri yapması için göçmenlerin mesleki nitelikli olması, eğitilmiş olması ve ev sahibi ülkenin dilini bilmesi gibi şartları sağlamaları gerekir. Bu tür özelliklerle donanmış göçmenlerin seçilmesi için uygulanan sistem liyakat-temelli (başarı-temelli) göçmen seçim sistemi olarak adlandırılabilir. Bu liyakat-temelli göçmen sistemini uygulayan ev sahibi ülkeler, esas olarak yüksek-vasıflı göçmenlerin gelmesini hedefler.

Yine ev sahibi ülke perspektifinden bakıldığında, ülkeye yeni gelenlerin siyasi ve güvenlik açısından etkileri de önemlidir. Göçmen hareketlerinin ulus devletin kimlik rejimini oluşturan ırk, etnik köken, din, dil, kültür ve insan haklarına verilen önem derecesi gibi unsurları olumlu ya da olumsuz yönde etkileyip etkilemediği önemli bir meseledir. Başka bir mesele ise göçmen hareketlerinin kamu düzeni ve güvenliğine olası etkileridir. Yukarıda açıklanan liyakat-temelli göçmen seçim sistemi, göçmenlerin iktisadi başarıları ve uyumuna ağırlık vererek, dolaylı olarak göçün olumsuz siyasi ve güvenlik etkilerini engellemeyi amaçlar. Burada temel varsayım, göçmenlerin iktisadi uyumunun kültürel ve siyasi uyuma da yol açacağıdır. Ev sahibi ülkeler ayrıca, göç alanı ile eğitim gibi alanlarda uyguladıkları politikalar aracılığıyla, yeni gelenleri dil ve dinsel eğilim gibi benzeri kimlik özellikleri açısından seçmek yönünde çaba haralayabilir. Böylelikle, göçmenlerin hem ekonomik hem de siyasi ve kültürel etkilerinin olumlu olması hedeflenir.

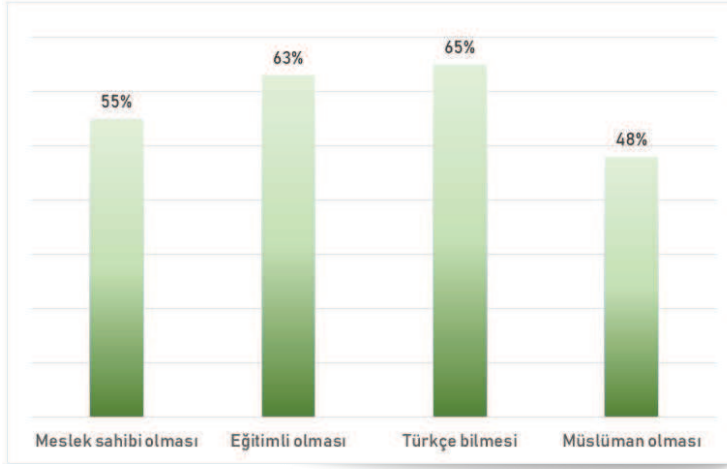
Türkiye toplumunun uluslararası göçmen tercihleri

Uluslararası göç hareketlerini, yukarıda tanımlanan konular bağlamında değerlendirmek yalnız göçle ilgili süreçleri yöneten kamu makamları için önemli değildir. Ev sahibi ülkede sivil toplum da benzer şekilde, göçmen hareketlerinin iktisadi ve siyasal sonuçlarını bilişsel ve/veya duygusal olarak tetkik ederek, beraber yaşamak istedikleri göçmenlerin kişisel özellikleri konusunda tercihler oluşturur. Bu bağlamda, ev sahibi ülkedeki kamuoyunun göçmen seçimi konusundaki tercihlerinin çözümlenmesi, kamu makamlarının politika oluşturmaya önemli bir girdi sağlayabilir. Kamuoyunun göçmen seçimindeki kriterleri ayrıca, ev sahibi toplumun ekonomik ve siyasi konularda tavırları hakkında dolaylı şekilde bilgi sunar.

KONDA Araştırma ve Danışmanlık A.Ş.'nin 2016 yılının Şubat ayında yaptığı Barometre araştırması (KONDA Barometresi) kapsamında, Türkiye toplumunun uluslararası göçmenlerin sahip olması gereken kişisel özellikleri hakkında tercihleri sorulmuştur. Spesifik olarak araştırmada, 18 yaş ve üzerindeki yetişkinlerden göçmenlerin belirtilen özelliklere sahip olmasının ne kadar önemli olduğunu belirt-

meleri istenmiştir: i. Meslek sahibi olması, ii. Eğitimli olması, iii. Türkçe bilmesi, iv. Müslüman olması. Aşağıdaki analizlerde, bu göçmen seçme kriterlerinin “çok önemli” veya “önemli” olduğunu ifade edenlerin toplamının toplam kişi sayısına oranı veriliyor.

Türkiye’de 18 yaş ve üstü yetişkin nüfusun en az yarısı ülkeye gelen göçmenlerin bazı kriterleri sağlamasının önemli olduğunu belirtiyor. Görsel 24’de gösterildiği üzere, yetişkin nüfusun % 63’ü göçmenlerin “eğitimli olması”nın ve % 65’i “Türkçe bilmesi”nin, % 55’i “meslek sahibi olması”nın ve % 48’i “Müslüman olması”nın göçmen seçiminde önemli olduğunu ifade ediyor. “Müslüman olması” dışındaki diğer kriterlere odaklanıldığında, bu göçmen seçiminin temel özellikleri bakımından liyakat-temelli bir yaklaşımı içerdiği ileri sürülebilir.



Görsel 24: Uluslararası göçmen seçiminde kriterlerin önemli olduğunu belirtenlerin yüzdesi (%).

Bu göçmen seçme yaklaşımını oluşturan kriterlere yönelik tercihlerin kişilerin demografik, sosyoekonomik ve kimlik özelliklerine göre değişip değişmediği, şayet değişiyorsa bu değişimin ne yönde ve ne ölçüde olduğuna bakalım.

Cinsiyete göre göçmen tercihleri

Göçmen seçme yaklaşımına yönelik tercihlerin cinsiyete göre fark gösterip göstermediği soruşturulduğunda, iki kriter öne çıkıyor. Erkeklere kıyasla, kadınlar daha yüksek oranla göçmenlerin “Türkçe bilmesi”nin (% 64 kadın, % 58 Erkek) ve “Müslüman olması”nın (% 50 kadın, % 48 erkek) önemli olduğunu ifade ediyorlar. Öte yandan, göçmenlerin “meslek sahibi olması” ile “eğitimli olması”nın önemi için tercihler cinsiyete göre fark göstermiyor.

Yaşa göre göçmen tercihleri

Kişilerin yaşı ile göçmen seçimindeki kriterlere yönelik tercihleri arasındaki ilişki araştırıldığında, yaşa göre bir ayrışma ortaya çıkıyor. Bu ayrışmayı 18-29 yaş grubunun oluşturduğu gençler ile 60 ve üstü yaş grubunun oluşturduğu yaşlılar ara-

sında gerçekleşiyor. Sözgelimi, gençlerin % 53'ü göçmenlerin “meslek sahibi” olmasının önemli olduğunu ifade ederken, bu oran yaşlılar arasında 10 puan artarak % 63'e yükseliyor. Yaşlılar ile gençler arasındaki bu fark göçmenlerin “Müslüman olması” kriteri için 15 puan (gençler % 39, yaşlılar % 54), “Türkçe bilmesi” kriteri için 5 puandır (gençler % 60, yaşlılar % 65). Göçmenlerin “*eğitilmiş olması*” kriterine yönelik tercihte kuşaklar arasında bir fark görülüyor.

Eğitim düzeyine göre göçmen tercihi

Yaşa bağlı olarak göçmen seçiminde meydana gelen ayrışmanın benzeri kişilerin eğitim düzeyine göre analiz yapıldığında da ortaya çıkıyor. Bu seferki ayrışma lise düzeyinden daha az eğitim alanların oluşturduğu düşük eğitimliler ile yükseköğretim kurumundan mezun olanların oluşturduğu yüksek eğitimliler arasında gerçekleşiyor. Yüksek eğitimliler ile düşük eğitimliler arasındaki en büyük fark göçmenlerin “Müslüman olması” kriterine yönelik tercihte görülüyor: Düşük eğitimlilerin % 60'ı göçmenlerin “Müslüman olması”nın önemli olduğu belirtirken, bu oran yüksek eğitimliler için sadece % 26'dır. Benzer bir şekilde, düşük eğitimliler göçmenlerin “Türkçe bilmesi” kriterine yüksek eğitimlilerden daha fazla önem veriyor (düşük eğitimliler % 63, yüksek eğitimliler % 56). Ancak göçmenlerin “*eğitilmiş olması*” kriterine yönelik tercihlerde ise bu fark ters yönde cereyan ediyor: Yüksek eğitimlilerin % 71'i bu kriterin önemli olduğu belirtirken, bu oran düşük eğitimliler için % 59'a düşüyor.

Siyasi parti seçimlerine göre göçmen tercihleri

Bu çalışmada ayrıca, kişilerin kimlik özellikleri ile tercih edilen göçmen seçme kriterleri arasındaki ilişki araştırıldı. İlk olarak, göçmen seçim kriterlerine verilen önemin siyasi parti tercihlerine göre dağılımı incelendi. Farklı siyasi partilerin seçmenlerinin büyük çoğunluğunda göçmenlerin “meslek sahibi olması” veya “*eğitilmiş olması*” kriterleri üzerine tercihlerinin benzer olduğunu gösteriyor. Örneğin, AK Parti, CHP ve MHP seçmenlerinin % 56-57'si göçmenlerin “meslek sahibi olması”nın önemli olduğunu beyan etmişlerdir. % 46'lık bir oranla bu kriteri en az önemseyenler HDP seçmenleridir. Göçmenlerin “*eğitilmiş olması*”nı önemseyenler AK Parti, MHP ve HDP seçmenlerinde % 62-63 civarında iken, bu oran CHP seçmenlerinde % 68'e yükseliyor.

Buna karşılık, göçmenlerin “Türkçe bilmesi” ve “Müslüman olması” kriterlerine yönelik tercihlerde siyasi parti seçmenleri arasında daha fazla değişkenlik söz konusudur. Bu değişkenliğin temel nedeni, doğal olarak, siyasi parti seçmenlerinin kimlik özelliklerinin farklı olması ve seçmenlerin kendi kimlikleriyle uyumlu göçmen seçme kriterlerine daha fazla önem atfetmeleridir. Örneğin, MHP'li seçmenlerin % 70'i göçmenlerin “Türkçe bilmesinin” önemli olduğunu belirtirken, bu oran AK Parti'li seçmenlerde % 65, CHP'li seçmenlerde % 63 ve HDP'li seçmenlerde % 41. Göçmenlerin “Müslüman olması” kriterinde de ikili bir yapı ortaya çıkıyor: AK Parti'li seçmenlerin % 61'i ve MHP'li seçmenlerin % 54'ü bu kriterin önemli olduğunu ifade ederken, bu oran HDP'li seçmenler için % 33'e ve CHP'li

seçmenler için % 25'e düşüyor. Dolayısıyla bu bulgular, kişilerin kendi kimliklerini oluşturan öğeleri güçlendiren ya da en azından tehdit etmeyen özelliklere sahip göçmenleri tercih ettiğine işaret ediyor.

Etnik kökene göre göçmen tercihleri

Bu kimlik özellikleri bakımından benzeşme olması yönündeki tercih farkları en belirgin şekilde etnik köken gruplara göre göçmenlerin “Türkçe bilmesi” kriterine yönelik tutumlar sorgulandığında ortaya çıkıyor: Türk etnik grubunun % 64’ü, Kürt etnik grubunun % 48’i bu kriterin önemli olduğunu beyan ediyor. Bu fark kadar büyük olmasa da diğer göçmen seçme kriterleri için de bu iki grup arasındaki farklar benzer bir şekilde meydana geliyor. Kürt etnik grubuyla karşılaştırıldığında, Türk etnik grubu göçmen seçme kriterlerine daha yüksek oranda önem veriyor.

Dindarlık eğilimine göre göçmen tercihleri

Kişinin kimliğini oluşturan başka önemli bir öğe olan dindarlık eğilimi de göçmen seçme kriterlerine yönelik tercihlerle yakından alakalıdır. Dindarlık eğiliminin artması sonucunda daha yüksek oranda göçmenlerin kimlik özelliklerini yansıtan kriterler önem kazanıyor. Örneğin, inançsızların % 8’i göçmenlerin “Müslüman olması”nın önemli olduğunu belirtirken, bu oran çok dindarlar için % 67’e yükseliyor. Benzer bir pozitif bağ, dindarlık eğilimi ile göçmenlerin “Türkçe bilmesi” (inançsız % 35, çok dindar % 62) ve “meslek sahibi olması” (inançsız % 48, çok dindar % 60) kriterleri arasında da görülüyor.

Ancak göçmen seçimindeki bu iki kriterden farklı olarak, dindarlık eğilimi ile göçmenlerin “*egitimli olması*”na yönelik tercih arasında negatif bir ilişki gözleniyor: İnançsızların % 69’u bu kriterin önemli olduğunu beyan ederken, bu oran çok dindarlar arasında % 60’a düşüyor.

Sonuç

Sonuç olarak, Şubat 2016 KONDA Barometresi araştırmasının sonuçları Türkiye’de kamuoyunun göçmen seçilmesi konusunda seçkin bir yaklaşım benimsediğini gösteriyor. Nitekim göçmen seçme kriterleri tekil olarak incelendiğinde her iki kişiden biri ilgili kriterin önemli olduğunu ifade ediyor. Ayrıca, nitelikli göçmene yönelik bu tercihler kişilerin özelliklerine göre değişiyor. Sözgelimi, “*egitimli olması*” kriteri hariç, göçmen seçme kriterlerine yaşlılar gençlerden daha fazla önem veriyor. Yüksek eğitimliler ile düşük eğitimliler arasında benzer bir ayrışma bulunuyor: Göçmenlerin “Türkçe bilmesi” veya “Müslüman olması” yüksek eğitimliler için daha az önemli.

Kişiler kimlik özelliklerine göre gruplandırıldığında, tüm kimlik grupları göçmen seçimine yönelik seçkin bir anlayışa sahip olmakla birlikte, kendi aralarında bazı farklar bulunuyor. Genel olarak, farklı kimlik grupları kendi kimlik özelliklerine yakın göçmenleri daha yüksek oranda tercih ediyor. Örneğin, milliyetçi kimliğiyle ön planda olan MHP’nin seçmen kitlesinin büyük bir çoğunluğu için göçmenle-

rin “Türkçe bilmesi” önemlidir. Çok dindar olan kişiler benzer bir tutumu göçmenlerin “Müslüman olması” kriteri için gösteriyor.

Kamuoyunun tercih ettiği göçmenlere ait sunulan bulgular dikkate alındığında, Türkiye’nin en önemli meselelerinden biri olan Suriyeli mültecilere yönelik kamu politikaları açısından bazı çıkarımlar yapmak mümkündür. KONDA Barometre araştırmasının işaret ettiği tercih edilen göçmen profilinin aksine, Suriyeliler düşük oranlarda mesleki yeterliliğe, yüksek eğitim düzeyine ve Türkçe dilbilgisine sahiptir. Bu durumu düzeltmek için, yani Suriyelileri tercih edilen göçmenlere dönüştürmek için, mesleki donanımlarını artıracak, eğitim düzeylerini yükseltecek, Türkçe dilbilgisi becerilerini geliştirecek kapsamlı kamu politikalarına ihtiyaç vardır. Bu politikalar hem göçmenlerin refahını hem Türkiye’ye olumlu etkilerini hem de Suriye’nin yeniden inşasına yapacakları katkılarını nicel ve nitel olarak artırabilir. Aksi takdirde, Suriyeli mültecilerin kişisel özellikleri ile Türkiye’deki kamuoyunun tercihleri arasında uyumsuzluk, sadece Türkiye-Suriye göç sisteminde yer alan aktörlere değil bütün dünyaya olumsuz yönde tesir etmeyi sürdürecektir.

Ancak bu çıkarımları değerlendirirken en yüksek düzeyde özen göstermek gerekiyor. Çünkü kendi isteğiyle ve çoğu zaman ekonomik nedenlerle başka bir ülkeye giden ve “göçmen” olarak tanımlananlar ile kendi ülkelerinde yaşamlarını sürdürmesi mümkün olmayan ve zorunlu olarak başka bir ülkede bulunan ve “sığınmacı” veya “mülteci” olarak tanımlananlar, hareket halindeki farklı grupları oluşturur. Hem ulusal hem de uluslararası hukuk ilkeleri bakımından, göçmenler için seçme kriterleri uygulanması mümkünken, sığınmacılar ve mülteciler için böyle bir durum kesinlikle söz konusu değildir. Bu bağlamda, Suriyeli mültecilere herhangi bir seçme kriterinin uygulanması mümkün olmadığı gibi, böyle bir uygulamanın düşünülmesi bile insani değerlere ve insan haklarına aykırıdır.

Yaptığı araştırmaların veri setlerini kamuoyuyla paylaşan KONDA araştırma şirketine teşekkür ederim.

¹Hacettepe Üniversitesi Ekonomi Bölümü öğretim üyesi

²Şubat 2016 KONDA Barometresi araştırmasının sonuçlarına “Suriyeli Sığınmacılara Bakış” isimli rapordan ulaşılabilir. <http://konda.com.tr/tr/rapor/suriyeli-siginmacilara-bakis> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

³Bu bölümdeki grafikler için: Türkiye Göçmen Olarak Kimi Tercih Ediyor? <https://sarkac.org/2018/07/gocmen-tercihlere/> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

Avrupa Birliği’nde Merkeze Yaklaşan Sağ Popülizm

Ayhan Kaya¹

Avrupa Birliği kamuoyunu olduğu kadar Amerika Birleşik Devletleri gibi pek çok ülke kamuoyunu son yıllarda belki de en çok meşgul eden ve hatta kaygılandıran konuların başında sağ popülizm konusu geliyor. Amerika’da 2010’lu yılların başlarında büyük tartışmalara yol açan Sarah Palin yönetimindeki muhafazakâr *Çay Partisi*’nin (Tea Party) kullandığı sağ milliyetçi söylemin devamı niteliğindeki Donald Trump’ın söylemi, ABD’yi dünyanın geri kalanından uzaklaştırırken bildiğimiz tarzda “milliyetçi” bir üsluba sahip. Avrupa Birliği ülkelerinin çoğunda ortaya çıkan sağ popülist hareketler ise, özellikle İslam ve mülteci karşıtı söylemler kullanarak, milliyetçi unsurlardan ziyade kültürel tarzda Hristiyanlık anlayışını benimseyen uygarlıkçı bir içerikle, adeta kültürel ve dini açıdan farklı olan “ötekilere”, yani göçmenlere ve mültecilere karşı şovenist bir yaklaşım sergiliyorlar.

Bu yazıda özellikle yanıt bulmaya çalışacağım soru, günümüzün sağ popülist partileri, geçmişteki öncülleri gibi “aşırı sağ partiler” şeklinde mi, yoksa tabanlarını genişletmek suretiyle giderek siyasetin merkezine yerleşen “*catch-all*” (her seçmene erişmeyi hedefleyen) partiler şeklinde mi tanımlamak gerekir. Sorumuzun yanıtı eğer ikinci şık ise, bu partileri geçmişteki öncüllerinden ayıran unsurlar nelerdir sorusu, yazının ilerleyen kısımlarında yanıt bulacak asıl soru olacaktır.

Bu sorulara yanıt ararken, bir yandan mevcut popülizm literatüründen diğer yandan da hali hazırda yürüttüğümüz bir bilimsel araştırma projesinin sonuçlarından faydalanacağım. *CoHERE: Eleştirel Miras* başlıklı Ufuk 2020 Projesi kapsamında, Almanya (Dresden), Fransa (Toulon), Hollanda (Rotterdam), İtalya (Roma) ve Yunanistan (Atina) şeklinde beş AB ülkesinde, sağ popülist partilerin kaleleri olarak niteleyebileceğimiz şehirlerde, bu partilerin taraftarlarıyla Mart-Mayıs 2017 tarih aralığında 100 kadar derinlemesine görüşme gerçekleştirildi ve bu görüşmeler analiz edildi.

Alan çalışmasında da açıkça ortaya çıktığı üzere, günümüzün sağ popülist hareketlerinin, son yılların küresel finansal krizinin ve mülteci krizinin tetiklediği ve aslında otuz yılı aşkın bir süredir cemaatleri, kimlikleri, kültürel ve dinsel olanı ön plana çıkaran neoliberalizm ve küreselleşme süreçlerinin yol açtığı, sosyoekonomik ve politik güvensizliğin ve istikrarsızlığın bir sonucu olarak okunması gerekiyor². Dolayısıyla, sağ popülizm var olan sorunların nedeni olarak değil, aksine birkaç on yıldır neoliberal ekonomi-politiğin hâkim olduğu merkez siyasetin çözüm bulamadığı eşitsizlik, işsizlik, adaletsizlik, sanayisizleşme, otomasyon, üretimde robotikleşme, belirsizlik ve yabancılaşma gibi yapısal sorunların sonucu olarak tanımlanmalı.

Almanya’da Eylül 2017’de yapılan genel seçimlerde ülke genelinde % 20 üzerinde ve eski Doğu Almanya eyaletlerinin bazılarında ise % 40’a varan oy alan Almanya için Alternatif Partisi (AfD), Fransa’da Marine Le Pen yönetimindeki Milliyetçi

Cephe (Front National), İngiltere’de BREXIT’in mimarı olan Bağımsızlık Partisi, Macaristan’daki Viktor Orban’ın yönettiği iktidardaki Macar Yurttaş Partisi (Fidesz) ve ırkçı Jobbik Partisi, Avusturya’da *Özgürlük Partisi*, Finlandiya’da Gerçek Finliler Hareketi, Hollanda’da *Özgürlük Partisi*, İsveç’te *İsveç Demokratları Partisi*, Danimarka’da Halk Partisi, Belçika’da Flaman Bloğu, Norveç’te *İlerleme Partisi*, İtalya’da Lega Nord ve hatta Beş Yıldız Hareketi (M5S) ve Yunanistan’da Altın Şafak Partisi gibi pek çok sağ popülist hareketin mevcut ekonomik krizden ve mülteci krizinden de beslenmek suretiyle giderek güçlendiğini görüyoruz. Hatta bu partiler gerek yerel ve ulusal meclislerde gerekse Avrupa Birliği Parlamentosu’nda kendilerine yer buluyorlar.

Hiç şüphesiz, Avrupa’da sağ popülizm konusu bugüne özgü bir konu değil. Geçmişe bakıldığında Avrupa ve Latin Amerika gibi coğrafyalarda Nazizm, faşizm, Francoizm gibi ideolojilerin neden olduğu toplumsal ve siyasal sorunlar hatırlanabilir. Bugün de Pegida, Front National, AfD, Fidesz, Jobbik, İsveç Demokratları ve benzeri siyasal ve toplumsal hareketler gündeme geldiğinde bu hareketlerin karşısında yer alan partiler ve toplumsal gruplar, ister istemez tarihin ve toplumsal belleğin kendilerine sağladığı perspektiflerle yaklaşıyorlar ve tabii ki korkuyorlar. Bu korkularında haklı olmakla birlikte, ana akım siyasal partilerin ve pek çok farklı sivil toplum örgütünün altını kalın çizgilerle çizdiği söz konusu korkuların bazı önemli yapısal sosyoekonomik ve siyasal sorunların üstünü örtme ihtimali de olduğunu unutmamakta fayda olacaktır.

Geçmişin aşırı sağ partileri ve günümüzün sağ popülist partileri

Geçmişteki aşırı sağ hareketler ile bugünün sağ popülist hareketlerini birbirinden ayırmak gerekiyor. 1990’lı yıllara kadar Avrupa ülkelerinde gördüğümüz aşırı sağ toplumsal hareketler ve siyasal partiler, mevcut siyasal sisteme karşıt gelen özellikler gösterirken daha çok milliyetçi ve bazı durumlarda da çok yerel unsurların altını çiziyorlardı. Geçmişteki Alman NPD (Ulusal Almanya Partisi), REP (Cumhuriyetçiler), Fransa’da baba Jean-Marie Le Pen’in liderliğindeki FN (Milliyetçi Cephe Partisi), İtalya’daki Lega Nord (Kuzey Ligi Partisi), Avusturya’daki FP (Özgürlük Partisi), Hollanda’daki Pim Fortuyn hareketi ve Belçika’daki Vlaams Blok (Flaman Bloğu) gibi hareketler, kendi uzantıları gibi görünen bugünün sağ popülist partilerinden çok büyük farklılıklar gösterir. Geçmişin bu tür hareketlerinin ve partilerin iktidarı hedeflemediklerini ve daha çok ırkçı, bağınaz, yabancı düşmanı ve yerel-milliyetçi söylemlerden öteye gidemediklerini hatırlamakta fayda var.

Bugün durum çok farklı. Söz konusu sağ popülist partilerin çoğunluğu artık ırkçı, yabancı düşmanı, İslamofobik, göçmen karşıtı bir söylem kullanmakla yetinmiyorlar. Bu tür partiler, oylarını artırabilmek, farklı toplumsal gruplara erişebilmek ve iktidara talip olabilmek için, mevcut küresel sosyoekonomik ve siyasal sorunların altında ezilen grupların taleplerine karşılık verecek nitelikte daha çok katmanlı söylemler üretmeye özen gösteriyorlar. Bu hareketler, sanayisizleşme süreçlerinin işsizleştirdiği geçmişin yerleşik işçi sınıfını, yoksulları, işsizleri yani “küreselleşme-

nin kaybedenlerini” etkilemeyi başarıyorlar. Bunu da işsizlerin ihtiyaçlarını karşılamaktan uzak ve neoliberalizmin neredeyse işlevsiz hale getirdiği refah devleti politikalarını yeniden hatırlatmak suretiyle yapabiliyorlar.

Geçmişin ırkçı siyasal partileri de bu tür yoksul toplumsal grupları etkilemeye çalışmıştı ve kısmen de başarılı olmuşlardı. Ancak bugünün sağ popülist partileri sadece ırkçılık ideolojisini benimseyerek ve sosyoekonomik-siyasal anlamda küreselleşmenin kaybedenleri olarak nitelendirilen en alttakilerle sınırlı bir destekçi kitlesiyle yetinmiyorlar. Bu tür partilerin giderek geçmişte kendi öncülerine pek rağbet etmeyen orta ve orta üst sınıf kitlelerle birlikte kadınların ve eşcinsel grupların da desteğini almakta başarı sergiledikleri görülüyor. Bu desteği sağlarken, özellikle sağ popülist partilerin Batılı insanın hayat tarzını tehdit eden toplumsal, kültürel ve uygarlıksal nitelikli istikrarsızlıkların altını özenle çiziyorlar. Bu olayların bazıları El Kaide ve İŞİD radikal İslamcı grupların neden olduğu bilinen 11 Eylül, Londra, Madrid bombalama eylemleri, Charlie Hebdo ve Reina saldırısı gibi terör eylemleriyle birlikte 2016 yılbaşı akşamı Köln ve Hamburg’da mültecilerin neden olduğu dile getirilen cinsel taciz olayları.

Almanya’da AfD’nin eş yöneticilerinden Alice Weidel kamusal alanda cinsel kimliğini açıkça ifade ediyor. Hollanda’da Wilders özellikle LGBTİ üyelerine yönelik olumlu siyasal söylemler kullanıyor. Kendi yaşam tarzlarının radikal dini görüşler tarafından tehdit edildiğini gören bazı toplumsal grupların bu tür sağ popülist oluşumlara destek verdikleri görülüyor.

Öte yandan Marine Le Pen’in çizdiği Katolik Fransa halkı ve kadın olmanın beraberinde getirdiği gündelik hayatın zorlukları gibi vurgular, kadınları belli ölçüde sağ popülizme çekebildi. Bu çerçevede, özellikle popülist hareketleri değerlendirirken literatürde “femonationalism” (feminist milliyetçilik) ve “homonationalism” (homoseksüel milliyetçiliği) gibi kavramların da türetildiğini hatırlatmakta fayda olacaktır.

Başka bir örnek vermek gerekirse, Yunanistan’daki Altın Şafak Partisi’nin programında sürekli altını çizdiği “Anavatan-Din-Aile” vurgusuna değinebiliriz. Yine diğer ülkelerde olduğu gibi muhafazakâr değerlerin ön plana çıkarılması ve küreselleşmenin, insan hareketliliğinin, neo-liberalizmin aşındırdığına inanılan geleneksel değerlerin hatırlatılması suretiyle yoksulların dışında farklı toplumsal grupların da bu tür sağ popülist partileri desteklenmeleri sağlandı.

Öte yandan, geçmişin aşırı sağ partileri başta ırkçılık ideolojisi olmak üzere ayrılcık ve çatışmacı birtakım perspektifleri geliştiren seçkinler tarafından yönetildi. Bu nedenle bu tür partilerin “elit karşıtı” bir söylem kullanmaları pek söz konusu değildi. Bugün ise, hemen her sağ popülist partinin elit (seçkin) karşıtı net bir söylem geliştirdiğini söylemek mümkün. Bu söylem, mevcut siyasal partileri geçmişte halka rağmen elitist bir yaklaşımla ülkelerini yönettikleri iddiasıyla eleştiri-

yor ve Avrupa Birliği bütünleşme sürecinde neredeyse işsizlik, yoksulluk, eşitsizlik, mülteci krizi, finansal kriz gibi yaşanan bütün yapısal sorunların sorumlusu olarak Brüksel'deki AB komisyonu temsilcilerini gösteriyor. Söylem hep aynı: Yerli halkın taleplerine karşı elitin önceliklerinin her daim kazandığı iddiası. Bu iddiada gerçek payı olmakla birlikte hiç şüphesiz gerçeklik o kadar basit olmamalı.

Biliyoruz ki, popülizme destek veren AB vatandaşları, AB Entegrasyon sürecinin yol açtığı “farklılıkların birlikteliği” (*unity in diversity*), “Schengen sınırları içerisinde serbest insan hareketliliği” (*mobility*) gibi kazanımları pek de önemsemiyorlar. Çünkü bu insanların çok büyük bir bölümü zaten kendi yerel veya ulusal sınırları dışına reel veya sembolik anlamda çok da çıkmamış insanlar. Bu insanların mobilité karşısı olmaları veya kültürel anlamda görece dar ve homojen dünyalarını tehdit eden göç hareketlerinden, radikal İslami hareketlerden ve en önemlisi iş ve eğitim imkânı bulamadıkları için kendi köylerini, kasabalarını ve kentlerini terk edip metropoliten şehirlere giden çocuklarının boşalttığı dünyalarından rahatsız olmaları kaçınılmaz.

Yukarıda ifade etmeye çalıştığım nedenlerle artık Avrupa'nın mevcut siyasal ve toplumsal ikliminde giderek kök salan sağ popülist partileri, geçmişteki benzer siyasal parti deneyimlerimizden yola çıkarak “aşırı sağ” olarak tanımlamaya devam etmenin sakıncaları olacaktır. Mutlaka, bu tür partilerin aşırı oldukları yanlar vardır, özellikle İslam ve göçmenler gibi konularda takındıkları tavır göz önünde bulundurulduğunda. Ancak, bu tür partiler aynı zamanda merkez sağ partilerin, hatta sol ve çevreci partilerin altını çizdikleri sorunsalları da işlediklerinden ve programlarına koyduklarından giderek siyasetin merkezine taşınıyor ve öncülleri olan aşırı sağ partilerin sınırlı milliyetçi ve kültürelist söylemlerinden uzaklaşıyorlar.

Fransa'da Toulon şehrinde Mart-Mayıs 2017 aralığında FN seçmenleriyle gerçekleştirdiğimiz mülakatlardan birinde elli yaşındaki işsiz Sandrine'in söyledikleri biraz olsun bu farklılaşmaya ışık tutuyor: “Biz burada domates yetiştirebiliyorsak, neden o kadar karbon ayak izi bırakarak domatesi başka ülkelerden ithal etmek zorunda kalıyoruz?”

Çevreci öğeler içeren bu ve benzeri müdahaleleri Almanya'nın Dresden, İtalya'nın Roma, Hollanda'nın Rotterdam ve Yunanistan'ın Atina kentlerinde yaşayan sağ popülist parti seçmenleriyle yaptığımız 100 kadar derinlemesine mülakatta görme fırsatımız oldu.

Liberalizmi ve muhafazakârlığı aynı anda içinde barındıran günümüzün egemen ideolojisi olan neoliberalizmin yol açtığı sanayisizleşmeyle, diğer bir deyişle sanayileşmenin son otuz yılda giderek işgücünün ve üretim faktörlerinin daha ucuz olduğu çevre ülkelere ve doğuya kaymasıyla birlikte işlerini kaybeden niteliksiz yüz binlerce insanın tecrübe ettiği kronik işsizlik hali mülakatlarda sürekli dile getirildi. Almanya'nın Dresden kentinde, iki Almanya'nın birleşmesinden bu yana sosyoe-konomik ve siyasal beklentileri karşılanamayan, son yıllarda çok zenginleşen ülke-

lerinde hak ettikleri payı alamadıklarını düşünen, işsizlik ve eğitim imkânlarının sınırlı olması nedeniyle çocuklarının Münih ve Berlin gibi büyük kentlere gitmelerini izlemekten başka bir şey yapamayan ve yaş ortalaması Almanya geneline göre 4-5 yaş daha fazla olan insanların sistem karşıtı bir siyasal parti olan ve giderek merkeze taşınan AfD gibi sağ bir popülist partiye oy vermeleri daha kolay anlaşılabilir.

Sonuç: Yaşananları geçmişin penceresinden değil bugünün yapısal sorunları üzerinden okuyalım

Bu yazıda ifade etmeye çalıştığım ana tema, günümüzde AB ülkelerinde ve daha pek çok yerde tecrübe edilen sağ popülist hareketlerin ve partilerin geçmişteki öncülleri olan aşırı sağ, ırkçı, milliyetçi ve yabancı düşmanı partilerden çok farklı olduklarıdır. Bu hareketler, giderek siyasetin merkezine taşınan ve literatürde “*catch-all party*” olarak nitelendirilen, yani her seçmene erişmeyi hedefleyen partiler haline geldiler. Geçmişte bir lider kültü etrafında mobilize olan aşırı sağ partilerden farklı olarak, dar yerel motiflerle süslenen milliyetçi söylemleri bırakıp geliştirdikleri uygarlıkçı söylemleriyle, refah devletine vurgu yapan parti programlarıyla, çevreci unsurlar içeren politika önerileriyle, yaşam tarzlarının tehdit edildiğini düşünen orta-sınıf ve orta-üst sınıfların, kadınların, LGBTİ üyelerinin desteğini almayı hedefleyen yaklaşımlarıyla, liderin önemli olmadığını ve önemli olanın “elit” değil de “halk” olduğunu vurgulayan ve kulağa hoş gelen popülist söylemleriyle, gaf yapmaktan korkmayan, küfürlü konuşmaktan rahatsız olmayan, seslendikleri kitlelerle aralarına geleneksel kurumların girmesine izin vermeyen ve bunu da demokratikleşme olarak savunan parti yöneticileriyle aslında daha farklı bir elit modeli geliştiren bu sağ popülist hareketler demokrasileri tehdit etmeye devam ediyorlar.

Dünyayı siyah ve beyaz şeklinde basit ikilikler üzerinden okuyan, küreselleşmenin karmakarışık ve savunmasız hale getirdiği gündelik hayatlarındaki sorunlara ve tehditlere basit cevaplar arayan ve bu cevapları da popülist bir stil ve iletişim stratejisi kullanan liderlerin sözlerinde bulan kalabalıklar, öyle görünüyor ki, farklılıkların bir arada barış içinde yaşaması, insanların, hizmetlerin ve ürünlerin serbest hareketliliği, çokkültürlülük, liberalizm, uluslararası ticaret ve işbirliği gibi konularla pek ilgilenmek istemiyorlar. Öyle görünüyor ki, yaşadıkları mevcut problemlerin asıl sorumlusu olarak merkezdeki siyasal partileri, devlet aktörlerini, siyasetin ve ekonominin seçkinlerini ve son olarak da onların çözüm ona homojen kültürel yaşam dünyalarını farklılıklarıyla tehdit eden mültecileri ve Müslümanları gören bu kitleler, sistem karşıtı söylem geliştiren ve sorunlara çok basit yanıtlar bulan liderleri ve partileri, yani sağ popülisti tercih ediyorlar.

Son olarak, yıkıcı olma özelliği gösteren ve zaten giderek çözülen toplumsalı daha da zayıflatan bu tür hareketlerin beslediği sağ popülist partilerin analizini doğru yapmak gerektiğinin altını çizmek istiyorum. Bu tür siyasal oluşumları eğer, geçmişin Nazizm, faşizm gibi korkularını canlandıran patolojik özneler veya nesneler

olarak görürsek, yanılgıya düşeceğimiz kanaatindeyim. Almanya’da AfD’nin Eylül 2017 ayında düzenlenen genel seçimlerde gösterdiği başarı, merkezdeki seçmenler ve partiler tarafından geçmişteki korkularla paralel olarak yorumlandı. Burada dikkatli olmak gerekiyor. Çünkü bu partilerin asıl ortaya çıkma nedenlerinin yaklaşık otuz yıldan bu yana neoliberal bir çizgide siyaset yapan ve iktidarda bulunan ana akım siyasal partilerin ev ödevlerini layıkıyla yapmamış olmalarının bir sonucu olarak ortaya çıktıklarını, dolayısıyla neoliberal ekonomi-politiğin bir sonucu oldukları gerçeğini unutmamak gerekiyor. Yükselen sağ popülizmi anlamaya ve onunla mücadele etmeye çalışırken büyük ölçüde geçmişin korkularını hatırlayarak bu partilerle baş etmeye çalışmak sadece mevcut merkez siyasal partilerin kendilerini sorgulamaksızın yollarına devam etmelerine neden olacaktır. Dolayısıyla, asıl sorunun merkez siyasette ve neoliberal ekonomi-politik içinde olduğunun altını çizerek bu yazıyı sonlandırmak istiyorum.

¹Bilim Akademisi üyesi, Bilgi Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Bölümü öğretim üyesi

²CoHERE adlı Ufuk 2020 araştırma projesi hakkında ayrıntılı bilgi ve proje kapsamında bugüne kadar yayınlanan makaleler için <http://research.ncl.ac.uk/cohere/> ve <http://cohere-ca.ncl.ac.uk/#/grid> (Erişim Tarihi 11 Aralık 2018)

TEKNOLOJİ -BİLİŞİM

Nanoteknoloji Nedir?

Canan Atılğan¹

1 ile 100 nanometre boyutundaki yapıların belirli bir amaca hizmet etmesi için tasarlanması ve kullanılmasına nanoteknoloji diyoruz. Nano ölçeğini göz önüne getirmek için düşünelim: 1 metreyi (mesela bir masanın kenar uzunluğu) bine böldüğümüzde 1 milimetreyi (cetveldeki en küçük aralık) elde ediyoruz. Bunu bine böldüğümüzde 1 mikrona iniyoruz –mikroplar bu boyutta ve ancak mikroskopla görülebiliyorlar. Onu da bine böldüğümüzde nanometreye geliyoruz; onlarca atomdan oluşan kümeler! Peki, bu görülmez, koklanmaz küçüklükteki sistemler nasıl olur da bizim metre ölçekli dünyamızda bir amaca hizmet edebilir?

Hayal etmek için insanlığın nanoteknolojiyi bilmeden önce de kullandığı bir örneğe bakalım: Altın, nanoparçacık halindeyken rengi sarı değil kırmızı! 4. yüzyılda Eski Roma’da yapılmış Lycurgus Kupasının içinden ışık geçirildiğinde verdiği muhteşem görüntü camın içerisinde bu altın nanoparçacıkları barındırmasından kaynaklanıyor.

Nano boyutta malzemelerin sadece optik değil, mekanik, elektronik ve manyetik özellikleri de bizim alıştığımızdan çok daha farklı olabiliyor. Nano malzemeleri tek başlarına değil bizim kullandığımız boyutlardaki yapılarda ince kaplamalar olarak, ya da yapı içinde dağıtılarak bu tür özellikleri günlük yaşamımıza nasıl taşıyabileceğimizi de hayal edebilirsiniz.

Nanoteknolojinin uygulama alanları ise geniş: Bu sayede yiyeceklerimiz paketlerinde daha uzun süre taze kalıyor, güneş pilleri küresel ısınmaya büyük katkı veren fosil yakıtlarından daha ucuza geliyor ve spor malzemeleri mükemmel performansla destek oluyor.

Nanoteknolojik ürünlerin bilinçli tasarlanması için, öncelikle neden öyle davranacağını anlamamız gerekiyor – nasıl değil neden sorusunu yanıtlamak da nanobilimin işi.

¹Bilim Akademisi üyesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Üzerine

Hakan Ürey¹, Kaan Akşit²

Sanal ve artırılmış gerçeklik nedir?

“Sanal gerçeklik”, diğer adıyla “*Virtual Reality-VR*” sanal bir evrenin sanki içindeymiş gibi hissetmemizi sağlamaya çalışan bir takım kavramlar ve araçlar bütünüdür.

Bu kavramların temelinde, günümüzde akıllı telefonların ve tabletlerin yanı sıra yeni nesil sanal gerçeklik gözlükleri yatıyor. Bahsi geçen gözlükler şimdilik bizlere sadece başka bir sanal gerçekliği gösterebilme, sanal sesleri duyurabilme ve sanal nesneleri hareket ettirebilme özelliği sunuyor.

Sanal gerçeklik gözlükleri geliştirerek insan duyularının kandırılabilmesi fikri ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Bell laboratuvarlarında 1965 senesinde Ivan Sutherland tarafından sunuldu³. Sutherland, bu konu üzerine yazdığı bilimsel makalesinde sanal gerçekliğin gerçek kadar gerçek olabilmesi için bütün gereklilikleri sıralamıştı. Sutherland'ın makalesinde göze çarpan en önemli konu ekran teknolojilerinin gelişmesinin gerekliliği üzerinedir. Sanal gerçeklik, gereken teknolojik evrimini tamamladığında, var olan gerçekliğimizi iyileştirebileceği veya bize tamamen farklı bir gerçeklik sunabilecek hale geleceği savunuluyordu.

“Artırılmış gerçeklik” veya bir diğer adıyla “*Augmented Reality-AR*” ise gerçek dünyayı ve bilgisayar ürünü sanal dünyayı bir araya getiriyor ve gerçek dünyadan kopmadan dijital (sanal) dünya ile etkileşmemizi sağlıyor.

Bu gibi teknolojilerin ilk kullanım alanı savaş uçağı pilotları için geliştirilen kask takılan ekranlar olmuştur. Bu sayede pilotlar gözünü hedeften ayırmadan tüm kritik bilgilere ulaşabiliyorlardı. Bu kasklar ağır, hacimli ve pahalı olduğu için uzun süre başka alanlarda kullanılmadı. 2000’li yıllarda geliştirilen endüstriyel uygulama amaçlı ürünler denendi, ancak ekran ve algılayıcı (sensör) teknolojileri yeterince olgunlaşmadığı için başarılı olamadı (örneğin, Microvision tarafından geliştirilen Nomad sanal gerçeklik ekranı⁴).

Son on yılda gelişen diğer önemli AR uygulaması ise araç camlarına gömülü bilgi ekranlarıdır. Bu çeşit ekranlar, “*Heads Up Display-HUD*” olarak da biliniyor. Bu ekranlar sayesinde önemli gösterge bilgileri, gözlük gerektirmeden aracın ön camı hizasında gösterilebiliyor. 2000’li yıllarda mikroelektronik, mikromekanik ve mikrooptik teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde, algılayıcılar ve bilgisayarlar küçüldüler ve çok daha fonksiyonel hale geldiler. Yeni insan-bilgisayar etkileşim tabanı olan akıllı telefonlar bu gelişmeler sayesinde ortaya çıktı. Benzer şekilde giyilebilir cihazlar da daha akıllı olmaya ve küçülerek yavaş yavaş gözlük şekline gelmeye başladılar. Bunun ilk örneği ise Google firmasının ürettiği *Google Glass* oldu.

Bu çok heyecan verici teknolojik gelişmeler neticesinde, önümüzdeki yıllarda giyilebilir sanal ve artırılmış gerçeklik (VR, AR) gözlüklerinin akıllı telefonların yerini alarak veya onlara eşlik ederek yeni bir bilişim devrimi başlatacağı ve geleceğin insan-bilgisayar etkileşiminin gözlük üzerinde olacağı düşünülüyor.

Artırılmış veya sanal gözlük alanlarında söz ettiğimiz büyük hayallerin gerçekleşmesi için tüm dünyada bilim adamları, mühendisler ve bilgisayar programcıları yoğun şekilde çalışıyorlar. Bu bağlamda son beş yıl içerisinde öne çıkan uluslara-

rası şirketler arasında Google, Facebook-Oculus, Microsoft, Intel, Magic Leap, ve Nvidia gibi teknoloji devlerinin yanı sıra bu alanlarda yazılım ve donanım ürünleri geliştirmek üzere kurulan onlarca yeni şirket, bir çok üniversite ve araştırma grupları da bulunuyor. Bu gibi şirketler tarafından üretilen sanal ve artırılmış gerçeklik gözlükleri ve yazılımları giderek daha da çok kullanıcıya ulaşıyor.

Ülkemizde de bu konuda Koç Üniversitesi Optik Mikrosistemler araştırma laboratuvarında donanım konusunda yapılan çalışmalar ve birçok firmada yapılan yazılım ağırlıklı çalışmalar öne çıkıyor.

Gelecekte eğitim, sağlık, otomotiv, endüstriyel üretim, savunma ve eğlence sektörlerinde hayatımızı kolaylaştıran ve zenginleştiren yeni çözümler ve uygulamalar hedefleniyor. Böylelikle bilgiye ulaşmanın günümüzde en kolay yolu olan cep telefonları ve internet gözlüklerimizin içerisine sığabilecek ve gelişmekte olan yapay zekâ bilimi sayesinde bu gibi gözlükler bizlerin her konuda kişisel danışmanı olabilecek.

Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojisinde olmazsa olmazlar

Sanal ve Arttırılmış gerçekliğin teknolojik evrimini tamamladığında, var olan gerçekliğimizi değiştirebileceği veya bize tamamen farklı bir gerçeklik sunabilecek hale geleceği düşünülüyor. Bu yeni bir bilişim devrimi olacaktır. Sözünü ettiğimiz bilişim devriminin gerçekleşmesi ve geleceğin insan-bilgisayar etkileşiminin gözlük üzerinde olması için çözülmesi gereken bazı büyük sorunlar mevcut. Özellikle ekranlarımızın sağlaması gereken nitelikler, bu sorunların büyük bir parçasını oluşturuyor.

Sutherland'in 1968 yılında yazdığı bu alanı başlatan makalesi sanal gerçekliğin, gerçek kadar gerçek olabilmesi için bütün gereklilikleri sıralıyor. Rolland ve arkadaşlarının yazdığı kitap bölümü ve Google'da bulunan araştırmacılardan Ozan Çakmakçı'nın⁵ sanal gerçeklik gözlüklerinin niteliklerine dair makalesi değişik optik düzenler için durumu detaylı olarak inceliyor ve mevcut yapıları sundukları açısız görüş alanı konusunda sınıflandırıyor.

Son on yılda geliştirilen dalga kılavuzu şeklinde ince lensler ve holografik lenssiz teknolojiler, optik problemlere çok yeni çözümler getirmeye başladı. Bunların yanı sıra bahsi geçen, gereken ve istenilen ekran nitelikleri şu şekilde özetlenebilir:

- 1. Görüş açısı:** Ekranların sunduğu görüş açısı, sağlıklı bir insanın iki gözüyle aynı anda görebildiği toplam görüş açısı kadar geniş olabilmelidir. Genel algı, insanın toplam görüş açısının 190 derece olduğu yönünde olmasına rağmen⁶, askeri kaynaklarda bu değer 270 derece kadar büyük değerlerle ifade ediliyor.
- 2. Çözünürlük:** Ekranların sunduğu kareciklerin (piksellerin) büyüklüğü insan gözünün baktığı doğrultuda ayırt edebildiği en ufak noktadan küçük, sayıları ise insan gözünün ayırt edebileceğinden daha fazla olması ge-

rekiyor. Ortalama sağlıklı bir insan gözü, baktığı doğrultuda açısal olarak en ufak 1 ark dakikalık karecikleri ayırt edebilir. Bakmadığı doğrultuda ise bu değerler giderek azalır. Öte yandan çözünürlük, herkes için aynı olan basit bir olgu değil, insan algısına ve içeriğe göre önemli farklılıklar gösterir⁷.

3. Görüntü penceresi: Sanal gerçeklik gözlüklerinin yanı sıra teleskop, mikroskop gibi optik düzenekler, kullanıcıya içeriği görebilecekleri küçük bir görüntü penceresi alanı sunar. Örneğin, teleskoplarda bu alan teleskobun göze yakın merceğinin tam karşısındadır. Kullanıcı gözünü kaideye göre çok az hareket ettirdiği takdirde görüntü yü göremez hale gelir. Sanal gerçeklik gözlükleri tüm insanlara hizmet etmeyi hedeflediği ne göre gözlükler, insanların değişik göz aralıkları, gözün anatomik yapısı ve göz hareketleri gibi unsurlar hesaba katılarak tasarlanmalıdır⁸.

4. Göz ve 3 boyut görüntü odak uyumu: İnsan gözü içerisinde bir mercek sistemi barındırıyor. Bu mercek sistemi bakılan uzaklığa göre odak noktasını değiştiriyor ve bu sayede görüntünün en açık ve net şekilde görünmesini sağlıyor. Campbell ve Westheimer⁹ yaptıkları çalışmada insan gözünün bir gecikmeyle bu uyumu sağlayabildiğini gözlemledi. Bu gecikme en yakın uzaklıktan en uzak uzaklığa geçildiğinde 1 saniye kadar vakit alabiliyor.

Sanal gerçeklik gözlükleri mevcut durumda, aynen üç boyutlu sinema ekranlarında olduğu gibi kullanıcının her bir gözüne sahnenin ayrı bir perspektifini sabit bir odakla belli bir ekran uzaklığında sunuyor. Bu durumda kullanıcı için görüntünün açık ve net olduğu tek yer sinema perdesinin bulunduğu yer. Ancak içerik uzaklık olarak perdeden farklı bir konumda ise insan gözü odağını bu noktaya uygun şekilde değiştirmeye çalışır. Bu gibi durumlarda kullanıcı görüntüyü bulanık görür ve uzun kullanım sürelerinde doğal olmayan bu durumun kullanıcıda mide bulantısı veya baş ağrısı gibi semptomlar oluşturabilir.

David Hoffman ve arkadaşlarının bu konuda yayınladıkları makale deneysel bulgular içeriyor. Şekilde görüldüğü gibi tek bir gözle bakıldığında dahi sadece doğru derinlikte olan cisimler net, diğerleri ise bulanık görünüyor. Artırılmış veya sanal gerçeklik gözlüklerinden gelecekte beklenen, bütün veya kısmen odak uzaklıklarını doğru şekilde gösterebilmeleri ve bu sayede kullanıcıya her zaman net ve doğal olan görüntü sunabilmeleri. Ayrıca kullanıcının göz kusurlarına göre sanal görüntünün uyarlanarak başka gözlük kullanımına gerek olmaması da önemli.

5. Gözlük boyutları: Sanal gerçeklik ekranlarının daha büyük kitlelere yayılabilmesi için cihazın fiziksel boyutlarının sosyal açıdan kabul görebilecek hacimde olması gerekli. Gelecekteki sanal gerçeklik gözlükleri güneş gözlükleri kadar şık ve ufak olmalı.

6. **Güç tüketimi:** Sanal gerçeklik uygulamalarını, hayatın her aşamasında deneyimleyebilmek için; sanal gerçeklik gözlüğünün çevreye duyarlı ve uzun süreli kesintisiz kullanılabilir olması gerekiyor. Genel istek böylesine bir cihazın gelecekte çok az enerji tüketmesi yönünde. Tıpkı cep telefonlarımızda olduğu gibi 5 Watt ‘ın altında bir güç tüketimi isteniyor.
7. **Hesaplama hızı:** Sanal gerçeklik gözlüklerinden beklenen bir diğer özellik ise ekrana gönderilen bilginin gecikmeden kullanıcıya sunulması. Gözle görülebilecek gecikmeler kullanıcı deneyimini düşürecektir ve baş ağrısı gibi semptomlara sebep olabilir. Mevcut durumda Oculus/Facebook gibi üreticilerin isteği, en az 90 Hz’lik (saniyede 90 kez) bir tazeleme frekansı ile tüm algılayıcıların, hesaplamaların ve ekranın en son ve en yeni bilgiyle güncellenmesi.
8. **Sanal ve gerçeğin örtüşmesi:** Mevcut gerçekliğimizin üzerine ek bilgi göstermeyi hedefleyen sanal gerçeklik gözlüklerinin aynı zamanda mevcut gerçekliğin algılanma şeklini optik anlamda değiştirmesi hedefleniyor. Bu sayede mevcut gerçek nesnelerin üstü kapatılabilecek ve yerine yeni sanal nesneler gösterilebilecek veya mevcut nesne çeşitli değişiklikler barındırabilecek. Bunun için kullanıcının çevresinin çok hassas olarak algılanması ve sanal görüntülerin gerçek görüntülerin arasına doğallığı bozmadan serpiştirilmesi gerekiyor ve bu birçok açıdan zor bir problem. Algılayıcı hassasiyetlerinin yanı sıra sanal gerçeklik gözlüklerinin doğal renk algısına uygun şekilde renk üretebilmesi de bir başka hedef.

Gereksinimlerin bütünü bahsedilenlerle kısıtlı olmayıp ses, dokunma hissi, hesaplama kabiliyeti, bilgi akışı, kontrol edebilme, etrafını anlayabilme ve yapay zekâ vasıtasıyla yardımcı olabilme gibi eksenlere uzanıyor.

Sanal gerçeklik gözlüklerinin ekranları konusunda gelişmeler hızla devam ediyor. Yukarıda sözü edilen problemlere yönelik son yıllarda olan gelişmelere ve görsellere ulaşabileceğiniz makaleler^{11,12,13,14,15,16,17,18,19} ve gözlüklere alternatif olabilecek artırılmış gerçeklik ekranları da mevcut²⁰.

Kaynakçadaki bütün sistemler mevcut tekniği ilerletmesine rağmen henüz bahsi geçen tüm sorunlara tam olarak çare sağlayamadı. Bu sebeple önümüzdeki zaman zarfında araştırmacılardan birçok yenilik ve bilimsel gelişme duyacağımıza dair şüphemiz yok.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Bölümü öğretim üyesi

²NVIDIA’da araştırmacı

³Sutherland, Ivan E. (1965). “The ultimate display.” Multimedia: From Wagner to virtual reality

⁴P. Rolland, K. P. Thompson, H. Urey, and M. Thomas, “See-Through Head Worn Display (HWD) Architectures,” in Handbook of Visual Display Technology, J. Chen, W. Cranton, and M. Fihn, eds. (Springer, 2012), pp. 2145–2170.

⁵Cakmakci, Ozan, ve Jannick Rolland, (2006). “Head-worn displays: a review.” Journal of display tech-

nology 2.3pp. 199-216.

⁶Paul Webb, Bioastronautics data book, Washington, Scientific and Technical Information Division, National Aeronautics and Space Administration, (1964).

⁷Strasburger, Hans, Ingo Rentschler ve Martin Jüttner, (2011). “Peripheral vision and pattern recognition: A review”, Journal of vision, 11(5), s. 13-13.,

⁸Dodgson, Neil A. (2004). “Variation and extrema of human interpupillary distance.” Proceedings of SPIE. Vol. 5291..

⁹Campbell F.W, G. Westheimer, (1960). “Dynamics of Accommodation Responses of Human Eye”, J. Physiology., 151,285.,

¹⁰Hoffman, David M., Ahna R. Girshick, Kurt Akeley, and Martin S. Banks, (2008)“Vergence-accommodation conflicts hinder visual performance and cause visual fatigue.” Journal of vision 8, no. 3pp. 33-33.

¹¹Matsuda, Nathan, Alexander Fix, and Douglas Lanman, (2017). “Focal surface displays.” ACM Transactions on Graphics (TOG) 36, no. 4 pp. 86.

¹²Akşit, Kaan, Ward Lopes, Jonghyun Kim, Peter Shirley, and David Luebke, (2017). “Near-eye varifocal augmented reality display using see-through screens.” ACM Transactions on Graphics (TOG) 36, no. 6 pp.189.

¹³Dunn, David, Cary Tippets, Kent Torell, Petr Kellnhofer, Kaan Akşit, Piotr Didyk, Karol Myszkowski, David Luebke, and Henry Fuchs, (2017). “Wide field of view varifocal near-eye display using see-through deformable membrane mirrors.” IEEE transactions on visualization and computer graphics 23, no. 4 pp.1322-1331.

¹⁴Maimone, Andrew, Andreas Georgiou, and Joel S. Kollin, (2017).“Holographic near-eye displays for virtual and augmented reality.” ACM Transactions on Graphics (TOG) 36, no. 4 pp.85.

¹⁵Jang, Changwon, Kiseung Bang, Seokil Moon, Jonghyun Kim, Seungjae Lee, and Byoungcho Lee, (2017). “Retinal 3D: augmented reality near-eye display via pupil-tracked light field projection on retina.” ACM Transactions on Graphics (TOG) 36, no. 6 pp.190.

¹⁶Shi, Liang, Fu-Chung Huang, Ward Lopes, Wojciech Matusik, and David Luebke, (2017). “Near-eye light field holographic rendering with spherical waves for wide field of view interactive 3D computer graphics.” ACM Transactions on Graphics (TOG) 36, no. 6:pp.236.

¹⁷Konrad, N. Padmanaban, K. Molner, E. A. Cooper, G. Wetzstein, 2017.“Accommodation-invariant Computational Near-eye Displays”, ACM SIGGRAPH (Transactions on Graphics 36, 4),.

¹⁸Hua, Hong. “Enabling focus cues in head-mounted displays, (2017). ” Proceedings of the IEEE 105, no. 5, pp. 805-824.

¹⁹Hakan Urey, Erdem Ulusoy, Seyedmahdi M. K. Kazempourradi, Deniz Mengü, Selim Olcer, Sven T. Holmstrom, (2016). “Wearable and augmented reality displays using MEMS and SLMs”, Proc. SPIE 9760, MOEMS and Miniaturized Systems XV, 976004);

²⁰Shoaib R. Soomro and Hakan Urey, “Integrated 3D display and imaging using dual purpose passive screen and head-mounted projectors and camera,” Opt. Express 26, 1161-1173 (2018).

Yapay Zekâ ve Hukuk

Cem Say¹

Matematığe ve felsefeye yaptığı büyük katkılarla bilinen Gottfried Wilhelm Leibniz aslında bir hukukçuydu. Leipzig Üniversitesi 28 Eylül 1665’te hukuk lisans diplomasını alır almaz yaptığı doktora başvurusunu (muhtemelen henüz 19 yaşında olması nedeniyle) reddedince hiç vakit kaybetmeden Altdorf Üniversitesi’ne geçti ve Kasım 1666’da doktora derecesini elde etti.

Asilzadelere danışmanlık yaparak hayatını kazanırken “hobi olarak” da bilim ve mühendislikle uğraşan Leibniz, 25 yaşına geldiğinde dört aritmetik işlemin dördünü de yapabilecek bir makine geliştirmek için kolları sıvadı. “En basit kişinin bile makine kullanarak kesinlikle yapabileceği hesaplar için mükemmel insanların saatlerce köleler gibi uğraşmasına değmez!” diyordu. 1673’te diplomatik bir görev için gittiği İngiltere’de makinesini Londra’daki Kraliyet Akademisi’ne sundu. Bu başarısı Akademi üyeliğine kabul edilmesini sağladı.

Günümüz insanına sadece dört işlemi yapmakta kullanılabilen, üstelik çalıştırmak için bir kolu döndürmeniz gereken bir alet etkileyici gelmeyebilir, ama 17. yüzyıl için bu bir yapay zekâ başarısıydı. (Avrupalı soyluların para hesaplarını yaptırmak için aritmetik bilen okumuş gençleri istihdam ettikleri çağlardan söz ediyoruz.) Leibniz buluşunun uzun vadedeki sonuçlarını düşündü: Bu müthiş bilişsel iş, makinelere yaptırılabilirdiğine göre neden diğerleri de yaptırılmasın? Nihayetinde insanların akıl yürütürken yaptıkları da bir tür hesap değil miydi?

Muhakemelerimizi düzeltmenin tek yolu, onları matematikçilerinkiler kadar elle tutulur hale getirmektir, öyle ki hatamızı bir bakışta bulabilelim ve kişiler arasında anlaşmazlıklar olduğunda hemencecik “Hesaplayalım, kimin haklı olduğunu görelim,” diyebilelim.

Yapay zekânın dedesi Leibniz’in bu “robot yargıç” düşünü kurmasından iki yüz yılı aşkın bir süre geçtikten sonra yapay zekânın babası Alan Turing’in başı insan yargıçlarla derde girdi.

Turing eşcinseldi ve bu o çağda İngiltere’de suçtu. Evinde gerçekleşen bir hırsızlıktan ötürü şikâyetle bulunduğu polis komiseri, olayın detaylarını araştırırken Turing’in bir erkekle olduğunu anladı. Yalanı sevmeyen birisi olan Turing, soru kendisine sorulduğunda inkâra çalışmadı. (Benedict Cumberbatch’in başrolde oynadığı sinema filminde resmedilenin aksine, bu sorgu sırasında II. Dünya Savaşı sırasında Alman Enigma şifresini kırarak ülkesini nasıl kurtardığına ilişkin tek kelime etmedi.) Mahkeme kendisine hapis cezası ile hormon “tedavi”si denilen bir tür işkence arasında seçenek sununca özgürlüğü seçti.

7 Haziran 1954’te, daha 41 yaşındaki Turing yatağında ölü bulundu. Ölüm nedeni siyanür zehirlenmesiydi. Genel kanı, hormon işkencesinin vücudunda yarattığı değişimin tetiklediği bir bunalım sonucu intihar ettiği yolundadır. Ama farklı düşünceler de vardır: Örneğin annesi, yanında siyanüre bulanmış ve ısırılmış bir elmayla ölü bulunan Turing’in kimya deneylerinden sonra ortalığı toparlayıp temizleme huyu olmaması yüzünden kaza sonucu öldüğüne inanıyordu. (Tam da annesi böyle düşünsün diye bu mizansenini hazırlamış olabileceğini söyleyenler de vardır.)

Bana sorarsanız 20. yüzyılın en büyük bilim insanı olan Turing, savaştan önce, daha ortada elektronik bilgisayarlar yokken, yapay zekânın temel sorusunun kesin cevabını bulmuştu: İnsanların yapabilip makinelerin yapamayacağı hiçbir şey yoktur. Bu bilgisayarların “evrensellik” özelliğinin, yani bir kural dizisine göre çalışan her sistemi (insanlar da fiziksel sistemler olarak bu kapsama giriyor) “taklit edebilme” yeteneğinin bir sonucudur. Turing’in 1950’de önerdiği ve bilgisayarların insan bir sorgucuyu kandırabilecek düzeyde insan taklidi yapmalarını öngören “Turing testi” senaryosu, halen yapay zekâ sistemlerinin önündeki temel hedef olarak değerlendirilir.

Turing'den bu yana yapay zekâ çalışmaları birbirine rakip gibi görünen iki farklı ekol bazında ilerlemiştir: Leibniz geleneğinde kural tabanlı bir tür mantık makinesi inşa etmek peşinde olanlar bir tarafta, insan beyni veya biyolojik evrim gibi doğal hesaplama sistemlerinden esinlenen ve gerçek dünyadan toplanan veriler arasındaki ilişkilerden anlam süzmeyi hedefleyenlerse diğer taraftadır.

Hukuk; mantık yürütme, kural zincirleri, gerekçelendirme gibi “eski moda” simgesel yapay zekâ tekniklerinin kullanımına çok elverişli bir alandır. Ama son yıllarda avukatları “Acaba işimiz elden gidiyor mu?” diye düşündüren uygulamalar genellikle büyük veriyle baş etmek için geliştirilen tekniklere ve yapay öğrenmeye dayalı.

Bir dava üzerinde çalışılırken eldeki duruma benzerlik gösteren eski mahkeme kararlarının ve konuyla ilgili tüm mevzuatın (ne kadar gözlerden uzak kalmış, az bilinen bir köşedeysen o kadar iyi) eksiksiz bulunması çok önemlidir. Eskiden loş ve havasız arşivlerde uzun süre toz yutmayı gerektiren bu arama işini artık bilgisayarlar hem daha hızlı hem de eksiksiz şekilde gerçekleştirebilir. Her yazılı belgeyi dijital ortama aktarmanın bir kerelik sabit külfetine karşılık artık hiçbir bilginin gözden kaçmayacağı bir bütünlük garantisine kavuşmanın avantajını elde ederiz. Bunun nasıl bir nimet olduğunu bizim nesil hemen takdir eder, ama Google dünyasına doğan gençleri “metin madenciliği”nin yapay zekânın belki de en yararlı ürünü olduğu konusunda ikna etmek vakit alabilir.

Bugün araştırma alanındaki literatürü tarayan bir doktora öğrencisinin veya davasıyla ilgili içtihat arayan bir avukatın önemli bir bilgiyi gözden kaçırma ihtimali geçmişe oranla çok daha düşüktür. Hem dijital belgeler daha üretilirken böyle aramalarda kullanılmak için tasarlanmış sınıflandırma sistemlerine göre etiketleniyor, hem de “gözetimsiz öğrenme” denilen bir yapay öğrenme tekniğiyle böyle etiketleri bilgisayarın kendi kendine belirlemesi mümkün.

Bilgisayara binlerce metin dosyasını verip bunları konularına göre gruplamasını isteyelim. Metinlerde “Konu: ...” diye başlayan bir hane filan varsa ne âlâ, ama aksi takdirde, son derece zor bir iş olan “doğal dil anlama” problemini tümüyle çözmeden bu gruplama nasıl yapılabilir?

Bilgisayar metinlerdeki kelimeler üzerinde istatistiksel analiz yapar. Her metin ve her kelime için o kelimenin o metinde geçme sıklığını (yani metindeki tüm kelime nüfusunun yüzde kaçını o kelimenin oluşturduğunu) hesaplar. Sonra metinleri kendi aralarında bu sıklıklar açısından benzeyen metinler yan yana gelecek şekilde sıralar. Örneğin atlarla ilgili metinlerde “at”, “doru”, “arpa”, “dizgin” vs. kelimelerinin, kedilerle ilgili olanlardaysa “kedi” veya “miyav” gibilerin daha sık geçmesi beklendiğinden bu iki konudaki dokümanlar (ne atın ne de kedinin ne olduğu hakkında hiçbir şey bilmeden, dilerseniz hiç bilmediğiniz bir dildeki metinler üzerinde çalışarak) birbirlerinden ayrıştırılmış olur. Bu fikir temel alınarak “anahtar kelime çıkarımı” işlemi yapılabilir.



Google gibi milyarlarca dokümana erişim sağlayan araçlar, bu gibi istatistiksel tekniklerle “anlam ağı”nı keşfetmemize olanak tanır: Genellikle aynı dokümanlarda bir arada sıklıkla yer alan (ve “ve”, “bir” gibi konudan bağımsız olarak her dokümanda bol miktarda geçenlerden olmayan) sözler birbirleriyle ilintili anlamlara sahiptir. Eski bir öğrencimin mahkeme kararları üzerinde kurduğu böyle bir anlam ağından yararlanarak örneğin “irtikâp” ile “nitelikli zimmet” kavramları arasında bir yakınlık olduğunu keşfeden bir yazılım ürettiğini gördüğümde çok sevinmiştim.

Performansı giderek artan “gözetimli öğrenme” teknikleri de avukatların işine yarayabilir. Elinizde binlerce mahkeme kararı varsa bunların davanın ayrıntılarını içeren baş kısımlarını girdi, sondaki kararı da çıktı olarak ayırıp bu dönüşümü makinenize öğretmeyi deneyebilirsiniz. 2017’de Londra’da yapılan bir deneyde 100’den fazla insan avukat, belli bir kredi kartı usulsüzlüğü konusunda Finans Ombudsmanı’na yapılmış yüzlerce gerçek başvuru dosyasının kabul edilip edilmeyeceğini tahmin etme konusunda bu şekilde eğitilmiş bir yapay zekâ programıyla yarıştı. İnsanların doğru tahmin oranı % 66,3’ten kalırken yapay zekâ % 86,6 oranında tutturdu. 2016’da New York’taki BakerHostetler hukuk firması, iflas davalarında yararlanmak için IBM’in Watson yapay zekâ altyapısının desteklenen Ross platformunu “işe aldı”.

Ama hukukta yapay zekânın sadece avukatlara değil, hâkimlere de gerektiği kanısındayım. Leibniz’in hayalinin gerçek olacağı günü ipe çekiyorum. Yargı hizmetinin mevcut kalite seviyesi göz önüne alındığında, kimi insanlarsa hukuk kurallarını eksiksiz kodlayabileceğimiz makinelerce yargılanmayı tercih edecek çok kişi tanıyorum. Gerek iş kapasitesi gerekse de kurallara uyma doğruluğu açısından ortalama bir insan yargıcın performansının çok üstünde robot yargıçlar imal edilebilir. Bunlar yasadan başka hiçbir dayanağı olmayan kararlar verip tümüyle mantıksal şekilde gerekçelendirebilir, hatta yasalar arasındaki çelişkileri saptayıp raporlayabilir. Bu gibi işleri bilgisayarlara yaptırmak teknik açıdan da özel bir zorluk içermiyor. Mevcut insan hâkimlerden kalifiye olanlarının hemen endişeye kapılması gerekmez: Satranç gibi kimi alanlardaki deneyim gösterdi ki tek başına bir yapay zekâ bir insan şampiyonu yenebiliyor, ama bilgisayarla ortalama seviyede bir insandan oluşmuş bir ikiliyi alt edemiyor. Bu nedenle, en azından bir süre, mahkeme heyetlerinin tümüyle yapay zekâlardan oluşması yerine içlerinde birkaç insana da yer verilmesi uygun olabilir.

Aslında yapay zekâ kanunların sadece uygulanmasında değil, yazılmalarında da katkı verebilir. Yasa dediğimiz şey sonuçta hem kendi içinde hem de diğer yasalar ve dünya gerçekleriyle mantıksal olarak tutarlı olması gereken biçimsel bir metindir. Bu tür kural zincirlerindeki kimi tutarsızlıkları tespit edebilen algoritmalar mevcuttur. Örneğin “elektrik tasarrufu için ülkenin saat dilimini bir saat ileriye alalım” gibilerden bir düzenleme önergesi getirildiğinde bunu iş ve okul başlama saatlerindeki insan davranışlarını göze alarak değerlendirebilecek, sonuçta “Bu durumda Edirne ile Katar aynı saatte olacaklar. Oysa Edirne’de güneş Katar’dan yak-



laşık iki saat sonra doğuyor. İnsan biyolojisi ve tasarruf hedefi açısından ya Katar ya da Türkiye hata yapıyor olmalı” türünden bir saptamayla kural koyucuları uyabilecek bir karar destek sistemi büyük fayda getirebilir. Doğal veya yapay, diğer tüm sahalarda olduğu gibi, hukukta da zekânın azı değil çoğu yararlıdır.

¹Bogaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi

Mahremiyet, Sosyal Medya, Demokrasi ve Cambridge Analytica

Erkay Savaş¹

Demokratik yönetim sistemlerinin sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için seçmenlerin doğru bilgiye erişebilmesi ve bu şekilde uzun vadede doğru yönde karar verebilmesi beklenir.

İnternet ve sosyal medya çağında ezici bir büyüklükte veri bombardımanıya karşı karşıya olan bireyin buradan doğru bilgiye erişebilmesi halihazırda büyük zorluklar barındırıyor. Bir de bunlara Cambridge Analytica şirketi örneğinde olduğu gibi kitlelerin politik tercihlerini kişisel verileri kullanarak etkileme çabalarını eklediğimizde, mesele çok daha karamsar bir boyut kazanıyor.

Nedir Cambridge Analytica olayı?

Önce bu konuda bir altyapı vererek başlamakta fayda var. Günümüzde “hedefli reklamcılık” adı altında ve bireylerin yaş, cinsiyet, meslek, ikametgâh gibi demografik özelliklerini kullanarak kişiye özgü reklam göndermek yaygın ve kârlı bir sektör haline geldi. Demografik özelliklerin yanı sıra önceki alışverişlerinizdeki tercihleriniz ya da demografik olarak size benzeyen kişilerin tercihleri de gönderilecek reklamların kişiselleştirilmesinde yaygın olarak kullanılıyor. Son yıllarda sosyal medyanın kullanımının artması sonucunda bunlara ek olarak psiko-grafik niteliklerin kullanılmaya başlanması ve bunların çoğu zaman mahrem kişisel bilgiler içermesi konuyu tartışılmalı hale getirdi.

Psiko-grafik nitelikler bireyin psikolojik karakter özelliklerini ve eğilimlerini sınıflandırmak için kullanılan bir terim. Özellikle açıklık, dürüstlük, dışadönüklük, uyumluluk ve nevrotiklik gibi “büyük beş”² adı verilen, dil ve kültürden bağımsız olduklarından evrensel kabul edilen psiko-grafik nitelikler, bireylerin karakterlerini ve eğilimlerini belirlemede önemli rol oynuyor. Bu niteliklerden hareketle kişilere özgü reklam kampanyası ve politik slogan üretilebildiğinden, bu türden veriler hem reklam firmaları hem de siyasetçiler için çok değerli.

Bu noktada siyasetçilerin bu tür verilere nasıl ulaşabileceği sorusunu sorabiliriz.

Cevap aslında basit; sosyal medya sitelerinden. Yapılan araştırmalar Facebook gibi sosyal medya sitelerindeki beğenilerimizin, beş büyük psiko-grafik niteliğimizin be-

lirlenmesinde kullanılabileceğini gösteriyor. Dahası, sadece beğenilerin ait olduğu bireylerin değil bunların arkadaşları hakkında da bilgi toplanabiliyor. Özellikle veri madenciliği tekniklerinin bu konuda yaygın olarak kullanıldığı biliniyor. Bununla beraber bu kişisel veriler son derece mahrem ve hassas olduğundan sosyal medya firmalarının bunları üçüncü taraflarla paylaşmaması ve bunların dışarıya sızması için tüm önlemleri alması gerekiyor. Bu verilerin bu türden bir amaçla kullanılması için kişilerin rızasının alınması gerekse de bu çoğu zaman yapılmıyor.

Cambridge Analytica firmasının, bir akademisyenin geliştirmiş olduğu Facebook uygulaması yardımıyla bu verileri elde ettiği ve kullandığı artık ilgili tüm tarafların kabul etmek zorunda kaldığı bir gerçek. ABD'nin en etkili gazetelerinden *The New York Times*'ın bu konudaki haberine göre³, bu yolla 50 milyon kişinin profili elde edilmiş olup bunlardan 30 milyonu yeterli bilgi içeriyor. Buna karşılık sadece çok az sayıda kişinin rızası alınmış. Facebook firmasının yönetim kurulu başkanı Mark Zuckerberg, ABD Kongresi'ndeki ifadesinde bu sızıntıları önlemek için yeterli çaba göstermediklerini ve bunun bir hata olduğunu kabul etti ve özür diledi.

Psiko-grafik verilerin gerçekten büyük çaplı seçmen davranışlarının yönlendirilmesinde kullanılıp kullanılamayacağı konusu bilimsel açıdan kesinlik kazanmadı. Ancak, Cambridge Analytica firmasına 15 milyon ABD dolarlık yatırım yapan Robert Mercer'in, Cumhuriyetçi Parti'ye büyük bağışlar yapan bir yatırımcı olması, ABD Başkanı Trump'ın seçim kampanyasının kilit ismi ve Trump'ın önceki danışmanı olan Steve Bannon'ın, firmanın eski başkan yardımcılarının olması ve diğer şaibeler, firmanın 2016 ABD Başkanlık seçimlerinde en azından bir rol oynadığına inanmamızı sağlıyor.

Avrupa'da, kişisel veri koruma kanun ve düzenlemeleri, bireylere kişisel verilerini bunları işleyenlerden talep etme hakkını tanıyor. 24 Mart 2016 tarihinde ülkemizde kabul edilen 6698 numaralı “Kişisel Verilerin Korunması Kanunu” 11. madde b bendine göre “Herkes, veri sorumlusuna başvurarak kendisiyle ilgili kişisel verilerinin işlenip işlenilmediğini öğrenme, bunlara ilişkin bilgi talep etme vb.” haklara sahip⁴. Kanunlar bireyleri bu türden istismarlara karşı korusalar da, bunların nasıl uygulanacağı ve ne şekilde yürütüleceği konularında belirsizlikler bulunuyor. Konunun çoğu zaman uluslararası boyutlar alması, durumu daha da zorlaştırıyor. Bireylerin tek başlarına bir sonuç almaları mümkün gözüküyor.

Cambridge Analytica firması yetkilileri, bahsi geçen verileri aldıklarını ve kullandıklarını önce defalarca inkâr etmiş, daha sonra kabul etmiş ve iki yıl önce sildiklerini ifade etmişlerdir. Söz konusu verilerin harcıâlem sabit disklerde tutulabildiğini ve kolayca kopyalanabildiğini düşünürsek, firmanın halen bir kopyayı saklamadığından nasıl emin olabiliriz? Anlaşıldığı üzere sorun bir hayli karmaşık ve konunun çeşitli boyutlarının gündemde tutulmasında ve tartışılmasında yarar var.

³Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

²Elizabeth Gibney, (2018) . “The scant science behind Cambridge Analytica’s controversial marketing techniques”, Nature, . <https://www.nature.com/articles/d41586-018-03880-4> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

³Matthew Rosenberg, Nicholas Confessore ve Carole Cadwalladr, (2018). “How Trump Consultants Exploited the Facebook Data of Millions”, The New York Times, . <https://www.nytimes.com/2018/03/17/us/politics/cambridge-analytica-trump-campaign.html> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

⁴Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, Kanun No 6698, Resmi Gazete, 7/4/2016, Sayı 29677, Tertip 5, Cilt 57.

Açıl Susam Açıl, Wikipedia

Ethem Alpaydın¹

Yurdumuzdan Wikipedia’ya ulaşım Nisan 2017’den beri engelleniyor. İlk başta hepimizin anlamsız bulduğu ve hemen vazgeçileceğini düşündüğü bu uygulama sürekli hale geldi, yakın zamanda kaldırılacağını gösteren hiçbir gösterge de yok. Yeni bir eğitim-öğretim yılına başlarken aklı başında kimsenin bu durumu savunabileceğini sanmıyorum, ama aşağıda maddeler halinde bu yasağın bana neden anlamsız geldiğini açıklamaya çalıştım:

Wikipedia şu anda İnternet üstündeki en önemli bilgi kaynağıdır. Herhangi bir kişi, yer, olay, teorem, kavram, vs. için bir arama yaptığınızda arama motorunun önereceği ilk kaynak bu konunun Wikipedia sayfasıdır. Wikipedia’da inanılmaz büyük miktarda ve farklı dillerde bilgi var. Sürekli yeni sayfalar ekleniyor, olan sayfalar ayrıntılanıyor; çevrimiçi olduğu için ister bilgisayarınızdan ister cep telefonunuzdan, ne zaman isterseniz ulaşabiliyorsunuz. Bir eşdeğeri yok; Wikipedia’yi engellediğiniz zaman, “Yerine şuraya bakın” diyebileceğiniz, ona alternatif olabilecek başka bir site yok. Bunun eşini kurmak istesek yıllarca uğraşmamız ve milyarlarca TL harcamamız gerekir. Türkçede, “Pire yüzünden yorgan yakmak” diye bir deyimimiz var; beğenmediğimiz birkaç sayfa için tüm Wikipedia’yı yasaklamak pire yüzünden değil yorgan, tüm evi, tüm mahalleyi yakmaktır.

Yurdumuzda son on yıllarda telekomünikasyona büyük yatırımlar yapıldı. Kendi uydumuz, her köyde sayısal telefon santrallerimiz, kablosuz 4,5G ağıımız var. İnsanlarımızın çoğu cebinde pahalı akıllı telefonlarla dolaşıyor. Okullara sürekli bilgisayarlar, tabletler satın alınıyor. Bütün bu altyapı yatırımını katma değere çevirmek için Wikipedia gibi siteleri yasaklamak değil aksine onlara ulaşımı kolaylaştırmamız ve kullanılmalarını daha çekici hale getirmeye uğraşmamız gerekir; örneğin Türkçe Wikipedia sayfalarının artması, içeriklerinin zenginleşmesi için bir teşvik düşünmeliydik, yasaklamak yerine.

Zaten isteseniz de Wikipedia’ya ulaşımı tam olarak engelleyemezsiniz. İsteyen şu ya da bu biçimde zaten ulaşıyor. Uygulanamayan yasak ciddiyetini kaybeder; bu durum, yani Wikipedia yasakken bir yandan da ulaşılabilmesi kanunlara duyulması gereken saygıyı aşındırıyor. Üstelik yasak sitelere ulaşabilmeyi sağlayan yazılımlar, Wikipedia’yı ulaşılabilir yaparken aynı zamanda kumar, porno gibi içerikli, gerçekten ulaşılmasını istemediğimiz siteleri de ulaşılabilir yapabilir.

Wikipedia sayfaları bir kitap ya da ansiklopedi gibi düzenlenmiyor. İnsanların topluca ve gönüllü çalışmasına dayanıyor. Her zaman bazı yerlerinde hatalar ya da tartışmalı noktalar olabilir. Eminim başka ülkelerin hoşuna gitmeyen bölümleri de vardır ama hiçbir demokrat ülkede Wikipedia yasak değil. Aksine şu anda Wikipedia insanların gönüllü katkısıyla oluşmuş ve bilgiye ücretsiz ulaşımı sağlayan bir kaynak olarak bir tür sembol. Günümüzde bir ülkenin Wikipedia'yı şu ya da bu nedenden yasaklaması bebeklerin aşı olmasını yasaklamak gibi bir ilkelik olarak görülüyor. Siz ülke olarak ne kadar bilimi, teknolojiyi teşvik ediyorum deseniz, destek için milyarlarca dolar bile harcasanız ülkenizde Wikipedia yasaksa kimse sizi ciddiye almaz.

Zaten Wikipedia, Facebook ya da Twitter gibi kâr amaçlı kurulmuş bir şirket değil; yani ulaşılmasını yasakladığınız zaman, örneğin reklam gelirinin azalmasıyla tehdit edemezsiniz. Türkiye'de Wikipedia'ya ulaşımı yasaklamanın Wikipedia'ya zararı yoktur, zararı yalnızca bizedir; kendi halkınızı böyle önemli bir bilgi kaynağından mahrum bırakmış olursunuz. Wikipedia'ya, “Benim istediğim düzenlemeleri yap, yoksa kendi halkımın bilgilenmesini engellemeye devam ederim” demek nasıl bir tehdit olabilir, anlamıyorum. Bazen haberlerde cinnet geçirmiş bir babadan bahsedilir, kendi çocuklarının boğazına bıçak dayayıp polislere, “Gelmeyin keserim,” der; bu deli babanın tek güvendiği şey, polislerin çocuklarının hayatına ondan, yani öz babalarından, daha fazla önem vermesidir.

Tabii bütün bu tartışmada bir de öteki yüz var. Wikipedia gibi önemli bir kaynak ülkemizde nasıl engellenebildi, neden bu yasak bu kadar az tepki çekiyor ve neden bir yıldan fazladır sürebiliyor? Facebook'a ulaşım engellenseydi örneğin, tepkinin bundan kat kat daha fazla olacağını tahmin etmek zor değil. Demek ki, diyorum, Wikipedia bize o kadar lazım değilmiş; demek ki, engellenmeden önce de Wikipedia'ya ulaşım o kadar da çok değilmiş; demek ki Wikipedia bizim için önemli bir kaynak değilmiş; demek ki bizim günlük yaşamımızda bilgiye ulaşmak gibi bir gereksinimimiz yokmuş. Osmanlı İmparatorluğu'nda okuma-yazma oranı yüksek olsaydı, halkın kitap okumak yazmak gibi bir ihtiyacı olsaydı, matbaa yasaklanamazdı, denir; bugün de demek ki Wikipedia'ya engelin kalkması ve bir daha böyle engellerin konulamaması için önce halk olarak Wikipedia gibi kaynakların içerdiği bilgiye olan ihtiyacımızı idrak etmemiz gerekiyor.

¹Bilim Akademisi üyesi, Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi

EKONOMİ

Faiz Nedir?

Kamil Yılmaz¹

Borçlanma imkânı ya da kredi, borçlanan kişiye gelecekteki gelirini bugüne taşıma imkânı tanır. Bu ise, ancak bir başka kişinin bugünkü gelirinden tasarruf edip (gelirinden az tüketip) borç vermesi durumunda mümkün olabilir. Ekonomide her şeyin bir fiyatı, karşılığı olmak durumundadır. Tüketimini geciktirip borç veren kişinin bu hizmetinin karşılığında borç alan kişiden talep ettiği meblağ faizdir. Borç veren kişi bunun karşılığında faiz elde edemeyecekse bunu kamu hizmeti olsun diye yapmaz. Faiz almadan borç vermeye hazır olan kişi borç alan kişiyi kendisinden daha fazla düşünüyor demektir. Bu tip bireyler/ilişkiler olabilir. Ancak incelenen bütün bireylerin böyle olduğunu varsaymamız iktisadın çıkış noktası olan bireylerin önce ve hatta sadece, kendi çıkarlarını düşünmesi önermesiyle ters düşer. Günümüzün kapitalist ekonomilerinde birbirini tanımayan iki kişi doğrudan borçlu-alacaklı ilişkisine girmezler. Borç verme/alma işlemini devlet kurumları tarafından sıkı bir şekilde denetlenen bankacılık sistemi aracılığıyla yaparlar.

Enflasyonun etkisinden arındırılmış haliyle “reel faiz”, borçlanmanın maliyetidir. Diğer bir deyişle, mal ve hizmetlerin fiyatları zaman içinde hiç artmasa (dolayısıyla enflasyon sıfıra eşit olsa) bile borçlunun alacaklıya anaparaya ek olarak ödemesi gereken meblağa reel faiz denir.

Ancak çoğunlukla pozitif enflasyonlu bir dünyada yaşadığımız için piyasada faiz dendiği zaman akla gelen “nominal faiz” oranıdır. Teorik olarak bir yıllık tahvilin getireceği nominal faiz oranı, bir yıllık reel faiz oranı artı o bir yıl içinde gerçekleşmesi beklenen enflasyon oranına eşittir. Reel faiz oranı kavramsal olarak tanımlanabilirse de televizyon ve gazetelerde yayınlanmaz. Yayınlanan faiz oranları nominal faiz oranıdır. Devlet tahvillerinin bir yıllık vadede getireceği nominal faiz oranından (Merkez Bankası Beklenti Anketi’nden elde edilen) beklenen enflasyon oranını çıkardığımız zaman “beklenen” reel faiz oranını elde ederiz.

Faiz oranları neye bağlıdır?

Kapitalist piyasa ekonomisinde borçlanmanın maliyeti olan faiz oranı siyasetçiler tarafından değil finans piyasasındaki borçlanılabilir fon arzı ve talebi tarafından belirlenir. Şirketlerin ve bireylerin gelecekle ilgili beklentileri olumlu olabilir. Şirketler ürünlerine olan talebin birkaç yıllık dönemde artacağını bekliyorlarsa yeni fabrika yatırımı yapmak suretiyle kapasitelerini artırmak isteyeceklerdir. Bireyler iş piyasasının daha da iyiye gideceğini ve gelirlerinin artacağını düşünüyorsa tüketimlerini bugünden artırmak isteyeceklerdir.

Her iki durumda da gelecekle ilgili beklentiler iyileştikçe yatırım ve tüketim harcamaları artacaktır. Ancak hem şirketler hem de bireyler bugün harcamalarını artıra-

bilmek için bankalardan kredi kullanmak isteyeceklerdir. Başka bir deyişle şirketlerin ve bireylerin borçlanabilir fon talebi artacaktır.

Aynı anda ulusal tasarruflarda ve yurtdışından sermaye girişinde benzeri bir artış olmuyorsa borçlanılabilir fon arzında bir değişiklik olmayacaktır. Fon talebi artarken fon arzı artmıyorsa fonlara talep fazlası olacağı için borçlanma maliyetleri yani reel faiz (ve dolayısıyla da nominal faiz) artacaktır.

Sermayenin getirisinin pozitif olduğu bir ekonomide reel faizin sıfır olması gerektiğini iddia etmenin bir mantığı olmadığını görüyoruz.

Serbest piyasa ekonomisinde yaşayan bir kişi ideolojik nedenlerle reel faizin sıfır olması gerektiğini düşünüyorsa o zaman bankadan kredi kullanmamalıdır. Tasarrufları varsa da onu bankada mevduata yatırmamalı ya da devlet ve özel sektör tahvili almamalıdır.

Birçok Müslüman ülkede faaliyet gösteren katılım bankalarının faiz yerine kâr payı ödediği bilinir. Ancak bu katılım bankalarının kâr payını mevduat ya da kredinin vade başlangıcında nasıl belirleyebildiği konusunda ciddi soru işaretleri bulunmaktadır. Kâr payı oranını belirlerken katılım bankalarının piyasadaki faiz oranını dikkate almaları söz konusu olabilir. Sonuçta katılım bankalarının verdiği (nominal kâr payı oranından beklenen enflasyon oranı çıkarıldığı zaman elde edilen) reel kâr payı oranı da sıfır değildir.

Sermaye zengini sanayileşmiş ülkelerde reel faiz oranı düşüktür. Bu ülkeler 19. yüzyıldan bu yana yaptıkları yatırımlarla ulusal sermaye stoklarını, üretim kapasitelerini ve dolayısıyla kişi başına düşen gelirlerini aradan geçen iki yüzyıla yakın dönem içinde büyük çapta artırmışlardır. Azalan marjinal getiri kuralının sonucu olarak sermaye zengini bu ülkelerde sermayenin getirisi görece düşüktür.

Bizim gibi kalkınma ve yatırım sürecine sonradan ve çok daha düşük gelir düzeyinden başlayan ve ulusal tasarrufların yetersizliği yüzünden yeterince yatırım yapamayan gelişmekte olan ülkelere ise ulusal sermaye stoku görece düşüktür. Sermaye az olduğu için yapılan her ek yatırımın getirisi de sermayenin bol olduğu ülkelere göre daha yüksektir.

Gelişmekte olan ülkeler ekonomik ve siyasi olarak daha riskli olduğu için genelde bu ülkelerin (kamu ya da özel sektörün) yurt dışından aldıkları borçlar için ödedikleri reel faiz oranı sanayileşmiş ülkelere ek olarak ülke risk primini de içerecek şekilde daha yüksektir. Gelişmiş ülkelere reel faiz oranı gelişmekte olan ülkelere göre daha düşük olduğu için daha yüksek getiri arayan sermayenin sanayileşmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere gitmesi düzenli olarak karşılaştığımız bir durumdur.

Yazının tamamı “Faiz ve Kur: Piyasalarda yaşananları anlama kılavuzu” Sarkac.org’ta.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Ekonomi Bölümü öğretim üyesi

²Azalan marjinal getiri kuralına göre, çalışan sayısının sabit olduğu varsayımı altında, yapılan fiziki yatırımlarla yaratılan her bir birim yeni sermayenin üretimde yarattığı artış bir önceki birimin üretimde yarattığı artıştan daha düşüktür.

Bilişim Devrimi Işığında Kripto Para

Mehmet İnhan¹

Mustafa Akgül'ün anısına...

Arka plandaki itici güçler

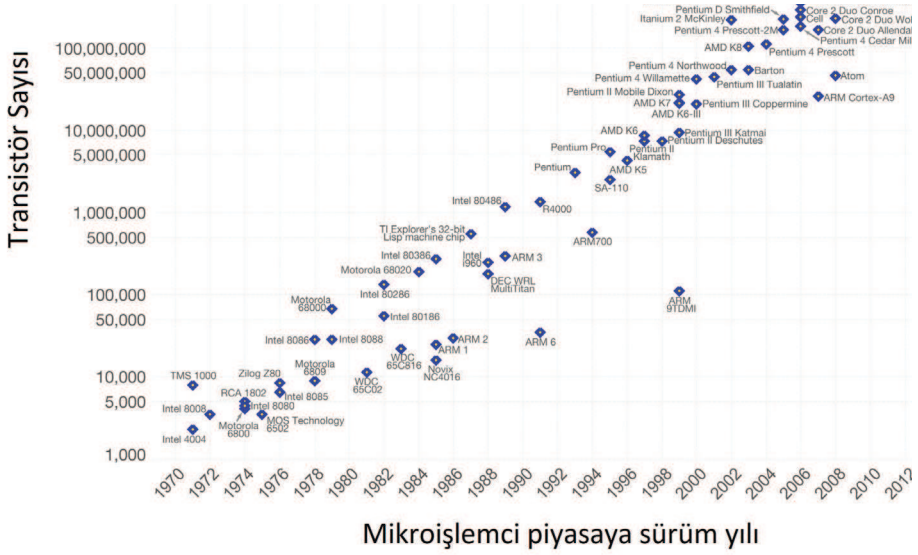
Son bir yıl içerisinde hızlı bir değer artışı sürecine giren Bitcoin ve kripto paralar doğal olarak giderek artan bir ilgi ve merak konusu olmaya başladı. Bitcoin itibari paraların² yerini mi alacak? Ulus devletler ve onların merkez bankaları para üzerindeki kontrolü mü kaybediyorlar? Bitcoin değer patlaması 1600'lerdeki "lale soğanı balonu" veya 1700'lerdeki "güney denizi balonu" veya 2000'lerin başındaki "dotcom balonu" gibi patlaması kaçınılmaz, tarihe geçecek bir finansal balon mu? Bitcoin dolardan kaçışın adresi mi oldu? Bu ve benzeri sorular kamuoyunun gündemini giderek daha çok meşgul etmeye başladı.

Bu yazı, Bitcoin ve kripto para sistemlerinin teknik özelliklerinden önce bu yeni fenomeni doğuran ve kaçınılmaz kılan tarihsel etmenleri ayırt ederek konuya daha geniş bir perspektiften yaklaşmayı amaçlıyor. Öte yandan, Bitcoin ve kripto paralar, bunları olanaklı kılan Blockchain teknolojisinin potansiyel uygulamalarından sadece bir tanesi. Ekonomik ve sosyal boyutta geleceğe yönelik esas dönüşüm, Blockchain teknolojisinin olanak sağladığı "akıllı kontrat"ların para dışındaki yenilikçi uygulamalarıyla yaşanacak gibi görünüyor.

Yazıda geleceğe dönük bu boyutu da irdeleyeceğiz ama önce tarihsel etmenlerden birincisiyle yani "bilişim devrimi" nin somut ifadesiyle başlayalım.

Moore Kanunu

Intel firmasının kurucularından Gordon Moore, 1965 yılında mikroişlemci üreten Fairchild Semiconductors firmasında Ar-Ge direktörü olarak çalışırken bir gözlem yapar. Bu gözlemini de *Electronics* dergisinde yayınlanan ve yarı-iletken teknolojisinin geleceğine ilişkin bir makalede paylaşır. Bu gözleme göre, birim alana sığdırılabilen aktif eleman (transistör) sayısı her iki yılda bir ikiye katlanmaktadır. Bilgi işlem kapasitesindeki artış hızına ters orantılı olarak bilgi işlem ve hafıza maliyetleri de aynı oranda düşmektedir.



Kaynak: Wikimedia Commons, Lisans: CC-BY-SA (Max Roser)

Görsel 25: Grafikte görüldüğü gibi Gordon Moore'un gözlemi 1970-2016 yılları arasında geçerliliğini koruyor.

Transistör, sonuçta açık veya kapalı konumuyla 1 bit'lik temel "bilgi"³ birimini ifade ettiği için Moore'un gözlemi en yalın haliyle bilgi işlem kapasitesindeki artış hızını ifade ediyor. Moore'un gözlemi yıllar içerisinde neredeyse şaşmaz bir tutarlılıkla geçerliliğini korur. O kadar ki, bu olgu Moore Kanunu olarak adlandırılacaktır.

Yatay ekseninde yılların yer aldığı grafik, dikey ekseninde logaritmik skalada 70'li yıllardan itibaren piyasaya sürülen ana işlemci yongalardaki aktif eleman sayısını gösteriyor. Grafikteki düz çizgi ise Moore Kanunu'nun ifade ettiği gelişimi gösteriyor.

Moore Kanunu ile ifadesini bulan gelişimi rakamlara dökerek olursak "bilgi devrimi" olarak adlandırılan son 50 yıllık dönemde bilgi işlem kapasitesinin 25 kez 2 katına çıktığı veya 2^{25} kat, yani kabaca 30 milyon kat arttığı, bilgi işlem maliyetlerinin de 30 milyon kat düştüğü sonucuna varırız. Bu gelişme ancak sanayi devrimindeki üretkenlik patlamasıyla kıyaslanabilecek niteliktedir. Ancak bu kez makinelerle çoğaltılan sanayi ürünleri değil, Alan Turing'in öngördüğü gibi bilginin, bilgiyle işlenerek yine bilginin üretildiği yeni türden bir üretim biçimidir söz konusu olan.

Bu baş döndürücü süreci ekonomik terimlerle ifade edecek olursak bilgiyi çoğaltma ve işlemenin marjinal maliyetinin sıfıra yakınsadığını söyleyebiliriz. Marjinal maliyetlerin sıfıra yakınsadığı bir süreçte fiyatlar da kaçınılmaz olarak sıfıra yuvarlanacaktır. Nitekim de öyle olur, bilgiyi işleyen yazılımlardan başlayarak dijitalleşerek bilgiye dönüştürülen her şeyin giderek kamusal mala (*public good*) dönüşmeye başladığı bir süreç girilir.

Moore Kanunu neden önemli? Bitcoin gibi tasarımında onlarca yıl sonrasını hesaba katmak zorunda olan bir algoritmanın bilgi işlem kapasitesindeki artışı mutlaka dikkate alması gerekiyordu. Nitekim Bitcoin'in arz tarafını belirleyen algoritma, Bitcoin tedavülündeki "azalan verim" özelliğini belirlerken Moore Kanunu da hesaba katarak geliştirilmiştir.

Özgür ve açık kaynaklı yazılım

Etmenlerin ikincisine değinmek üzere bilişim devriminin ilk yıllarına dönüyoruz. 1970'lerin ortalarında MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) Bilgisayar Bilimi ve Yapay Zekâ Araştırma Laboratuvarı'nda yazılım araştırma uzmanı olarak çalışmakta olan Harvard Üniversitesi Fizik Bölümü mezunu Richard Stallman, mesleği icabı kelimenin gerçek anlamıyla bir *hacker*'dı. Görevi gereği yazılım ve donanımları "hack", ederek yani kesip biçip yapıp bozarak araştırma ve geliştirme çalışmalarını yürütüyordu. "Hacker" terimi de özgün haliyle amatör radyoculuktan beri süregelen bu amatör ruhu ifade eder. Stallman da o dönemin hacker topluluklarında özellikle hızla gelişen yazılım teknolojileriyle ilgili yoğun bir bilgi ve deneyim paylaşım sürecini yaşıyordu. Ancak bu paylaşım ve geliştirmenin önünde patent ve lisans kısıtları ciddi engel oluşturmaktaydı. Oysa Stallman'a göre bilgiyi çoğaltmanın herhangi bir maliyeti olmadığı gibi bilgiyi paylaştığınızda bilgidan mahrum da kalınmıyordu. Bilgi üretiminde maddi ürünlerden çok farklı bir durum söz konusuydu. Bilginin üzerinde mülkiyet tesis etmek hem anlamlı değil hem de uzun vadede mümkün değildi.

Stallman, meseleye temelinden yaklaşarak kodları herkese açık bir işletim sistemi yazmaya girişti. *GNU* adını verdiği bu işletim sistemi yazılımlar ailesini herkesin paylaşımına ve geliştirme çabasına açtı. Ancak bir sorun vardı. Kötü niyetli bir kullancının bunu gidip kendi üzerine patentlemesini önlemek ve paylaşımı sürdürbilmek için bu yazılımlara hukuki bir tanım gerekiyordu. Stallman, *GPL* (*General Public Licence*-genel halka açık lisans) adıyla bir lisans geliştirdi ve paylaşımına açık yazılımlar için uygulamaya koydu. Buna göre, *GPL* lisanslı bir yazılımı kopyalayarak kullanmak, üzerinde değişiklik yapmak, çoğaltmak ve dağıtmak serbestti. Yasak olan tek şey ücret karşılığı satmaya çalışılsa dahi yazılım kodlarını kapalı tutmaktı. *GNU* epey yol aldı ancak projenin tamamlanması için bu işletim sisteminin temelinde yer alması gereken çekirdek yazılım (kernel) tamamlanamıyordu.

Bu eksiği 1991'de Linus Torvalds adında bir yüksek lisans öğrencisi tamamladı. Tezinde kadim *UNIX* işletim sisteminin kişisel bilgisayarlar için bir türevini geliştirdi ve buna kendi adından devşirerek *Linux* adını verdi. Torvalds da *Linux*'u *GPL* lisansı ile paylaşımına açtı. İki çaba birleşince *GNU/Linux* özgür ve açık kaynaklı ilk işletim sistemi olarak hızla yayılmaya başladı.

Birkaç yıl içerisinde, özellikle de internetin hızla yaygınlaşmasıyla *GPL* lisanslı yazılımlar artmaya ve yaygınlaşmaya başladı. Bugüne gelindiğinde, açık kaynak üretim modeli artık ana akım haline geldi diyebiliriz. "Özgür yazılım" ile "açık kaynaklı yazılım" arasında erbabının ayrım yaptığı hukuki ve felsefi incelikler bu

yazının kapsamı dışında. Bizi bu aşamada ilgilendiren, açık kaynaklı yazılımın bir normatif tercih konusu olmaktan çok bir zorunluluk olarak ortaya çıkmış ve yayılmış olmasıdır.

Yazılımların ücretsiz olması büyük hızla yaygınlaşmasını sağlıyor. Bu ürünler etrafında farklı ölçülerde katkıda bulunan çok kalabalık bir kullanıcı/geliştirici topluluğu oluşuyor. Deneyim ve bilgi paylaşımı bu ürünlerin hızla hatalarından arınarak dayanıklı ürünler haline gelmelerini sağlıyor. Paylaşılan bu bilgi ve deneyim birikimi, eşsiz bir kullanıcı destek kaynağı oluşturuyor. Yazılım öylesine karmaşık, sürekli geliştirme isteyen ve kullanıcı kitleleri kısa sürede milyarları bulabilen bir üretim alanı ki, şirketler bünyelerinde ne kadar personel istihdam ederlerse etsinler, açık kaynak modelinin yarattığı devasa kolektif üretim ve destek gücüyle artık rekabet edemiyor ve birçok yazılım teknolojisi alanından çekiliyorlar. Yazılım teknolojisinin en ileri uygulamaları, kâr amacı gütmeyen vakıflar, kolektif topluluklar veya Github gibi milyonlarca birey veya gurubun yazılımlarını paylaştığı platformlarda geliştiriliyor ve GPL benzeri lisanslarla dağıtılıyor.

Küresel ölçekte internet altyapısını çalıştıran sunucu bilgisayarların içinde Linux/Unix kullanım oranı istatistikleri %70 ile %98 arasında değişebiliyor⁴, aktif web sunucularının %87'si⁵, veri tabanlarının %47'si açık kaynaklı yazılımlar⁶. Hızla artmakta olan açık kaynaklı veri tabanı yazılımları payının birkaç yıla kalmadan patentli yazılımları geçeceği tahmin ediliyor. Dünyadaki süper bilgisayarların %99'u Linux işletim sistemiyle çalışıyor. Aktif çalışmakta olan Linux sisteminin sayısı 1,7 milyarı geçiyor.

Mobil cihaz pazarının % 88'ine hâkim olan Android işletim sistemi linux tabanlı ve açık kaynaklı⁷, kalan % 12'yi oluşturan iOS (iPhone işletim sistemi) ise görece kapalı olmakla birlikte bir Unix türevi olan açık kaynaklı FreeBSD işletim sisteminden devşirme. Açık kaynaklı yazılımlar ücretli satılıyor olsaydı ortada dönecek parasal hacmin tahminleri 300 ile 400 milyar dolar arasında dolanıyor. Araştırmalara göre, yazılım mühendislerinin % 70'i doğrudan, % 22'si dolaylı olmak üzere açık kaynak projelerine katkıda bulunuyor⁸.

Peki, açık kaynak yazılımları geliştirenlerin getirisi ücret veya hisse değilse nedir ki bu denli yaygın bir çalışma biçimine dönüşebiliyor?

Onlar açısından bakacak olursak, kullandıkları ücretsiz yazılım araçlarıyla ücretsiz geliştirdikleri veya katkıda bulundukları bu ürünler sayesinde hızla yayılan ve kullanım alanı bulan teknolojilerde nitelikli uzmanlık kazanma ve adam-saat hizmetlerini yüksek ücret karşılığında pazarlama olanağı elde ediyorlar. Bir başka deyişle, açık kaynak ekonomisinde üretim araçları ücretsiz, ürünler de ücretsiz ancak nitelikli emek ücretli.

Bilişim devrimi, üzerinde fiyat etiketi olmadan dünyanın ekonomisini belirleme-

ye başlayan bilgi ürünlerini ardı ardına geliştirirken, ekonomi bilimini de fiyatın olmadığı bir pazar mekanizmasında bunların nasıl dağıldığını açıklamak için yeni teorik araçlar bulmak zorunda bırakıyor.

Kolektif işlem gücü ağları

Üçüncü etmeni en güzel anlatacak örnek, uzayda akıllı uygarlık arayışını yıllardır sürdürmekte olan SETI enstitüsünün SETI@home projesidir⁹. SETI, akıllı bir uygarlıktan genel sinyali ayırt edebilmek amacıyla Hat Creek Radyo Teleskop Gözlemevi'ndeki 40'tan fazla antenle uzayın her köşesinden devasa miktarda sinyal kaydediyor. Bu verilerin karmaşık algoritmalarla işlenerek dış etkilerden temizlenmesi gerekliliği SETI'nin önünde çok ciddi bir engel yaratıyordu. Bu işi makul sürede yapabilecek işlem gücü mevcut değildi. Dönemin en gelişmiş süper bilgisayarının kullanılması halinde dahi tüm verinin işlenmesinin yüz yılı aşacağı hesaplanıyordu.

Sene 1999'du ve internet henüz emekleme aşamasındaydı. Ortaya atılan basit bir fikir inanılmaz bir işlem gücü yaratılmasına neden oldu. SETI@home adında bir ekran koruyucu (screensaver) programı gönüllülere dağıtılacaktı ve makinelerinin atıl zamanlarında SETI'den veri paketleri indirip işleyerek geri gönderecekti. Eğer akıllı uygarlığa rastlanırsa, o veri paketini işleyen makinenin sahibi gönüllüye de bir ithafta bulunulacaktı. Bu fikrin tutacağına kimse pek inanmamış olacak ki en fazla 1000 kişinin bunu kullanacağını düşünerek bu amaçla basit bir toplama bilgisayar devreye alındı. Servis açıldıktan kısa bir süre sonra bilgisayar çöktü. Kullanıcı sayısı 1 milyonu geçmişti! Sistemler derhal yükseltildi ve SETI@home zaman içerisinde 5 milyon kullanıcısıyla 10 yıl sonrasının en gelişmiş süperbilgisayardan bile daha yüksek bir işlem gücünü gönüllülerle yaratmayı başardı. "Dağıtılmış Bilgi İşlem" in ilk ve en parlak örneklerinden birisidir bu.

Dağıtılmış bilgi işlemin en yüksek güce ulaşmış olanı kuşkusuz son yıllarda kazandığı yaygınlığıyla bugüne dek görülmüş en yüksek işlem gücüne ulaşmış olan Bitcoin madenci ağıdır. Bu olağanüstü kapasite 2017'de saniyede 6 milyon "tera hash" işlem kapasitesine ulaştı. Hash işlemi kriptografide kullanılan ve değişken uzunluktaki bir veri kümesini sabit uzunlukta bir şifreye dönüştüren işlemidir. Bir tera hash bir trilyon hash olduğuna göre, Bitcoin madenci ağı bir saniyede 6 milyon x 1 trilyon, yani 6×10^{18} hash işlem gerçekleştirebiliyor demektir.

Bilişim devrimi, tıpkı yazılım için olduğu gibi işlem gücünün de kolektif olarak geliştirilmesini ve kullanımını zorunlu hale getiriyor.

Artık açık kaynaklı bir yazılımla kolektif dağıtılmış bir işlem gücü ağı üzerinde tasarlanmış, kişiden kişiye (*peer-to-peer*) bir nakit sistemi olan Bitcoin'e gelebiliriz.

Yukarda aktardığımız gelişmeler göz önüne alınınca paranın da kolektif bir üretimi olabilir mi, küresel internet ağı ulus devletlerin para için sağladığı güven unsurunun yerine geçebilir mi sorusunun gündeme gelmesi kaçınılmazdı, birilerinin bu

doğrultuda girişimde bulunması da an meselesiydi diyebiliriz. Ancak önce para nedir konusunu biraz açmak gerekiyor.

Paranın işlevleri

Paranın ders kitaplarında tanımlanmış üç temel işlevi vardır:

Para öncelikle ekonomik “değer” in bir ölçü birimidir. 2500 yıl önce, tek görevi genel değer ölçüsü olarak kullanılmak olan bir meta genel kabul görmeye başladı. Bu sayede, malların kendi dışında tüm mallar cinsinden birden çok görelî fiyatlarla ifade edildiği takas sisteminin verimsizliği ortadan kalktı ve her malın pazarda “para” adı verilen bu meta cinsinden ifade edilen tek bir fiyatı olabildi. Bu devrim, ticaretin denizaşırı ölçekte gelişmesine olanak sağladı. Doğal olarak bu görev için karar kılınan, altın, gümüş, bronz gibi en dayanıklı ve az bulunur madenlerdi.

Paranın ikinci işlevi bir değişim aracı olmasıdır. Öncelikli görevi, günlük alışverişlerde el değiştirerek ve birden çok işlemde kullanılarak üretilen mal ve hizmetlerin ekonomik sistem içerisinde yeterli hızda dolaşımını sağlamaktır.

Paranın üçüncü işlevi ise bir değer saklama aracı olmasıdır. Gelirinizi daha sonra tüketmek üzere kenara koymak isterseniz bunu sakladığınız metanın en azından değer kaybetmemesi gerekir. Kıymetli madene dayalı para en likit, yani hemen kullanılabilir bir araç olarak bu işlevi görür. İtibari kâğıt para günümüzde bu işlevi devralmış olmakla birlikte, karşılığında sadece bir yasal güvence bulunması dışında enflasyonun yarattığı sürekli değer aşındırma etkisinin gizil bir risk faktörü oluşturduğu unutulmamalıdır.

Ancak, paranın tanımına ilişkin standart ders kitaplarında fazla yer almayan bir başka özellik daha vardır. Para, doğuşundan beri arkasındaki egemenin güvencesiyle tanımlanmıştır. Antik çağlardaki ilk sikkelerden beri paranın üzerinde bir devletin egemenlik sembollerinin, monarşilerde kralının, cumhuriyetlerde kurucularının simgesinin yer alması boşuna değildir. Egemen devletler, tarih boyunca sadece kendi darphanelerinde bastıkları ve üzerine sembollerini mühürledikleri paranın dolaşımına izin vermişlerdir. Kıymetli maden sahipleri bunları bastırıp resmi paraya dönüştürmek üzere devletin darphanesine getirdiklerinde, egemen devlet para basma tekeline dayanarak bu kıymetli madenin bir kısmını vergi olarak tahsil etmiştir. Devletin para basım vergisine/kârına, senyörlük veya beylik hakkı anlamına gelen “Senyoraj Hakkı” denir. Dolayısıyla devletler tarih boyunca dolaşımdaki paranın kontrolünü ellerinde tutmuşlar, güvencesini sağlamışlar, basımından gelir temin etmişler, muhasebe ve vergilendirme sistemlerini bu para birimi cinsinden tanımlamışlardır. Tarihte arkasında bir devletin yaptırım gücü (yasaları, kolluk kuvvetleri ve ordusu) olmayan, yarattığı güveni bunlardan almayan bir para birimi bildiğimiz kadarıyla yoktur.

1971 yılı paranın tarihi açısından bir dönüm noktasıdır. Bu tarihte ABD, doların altın karşılığı değiştirilebilme yükümlülüğünü tek taraflı olarak iptal edince, her-

hangi bir kıymetli madenle bağı kalmayan, karşılığı sadece devletin yasal bedel güvencesi (*legal tender*) olan itibari para (*flat money*) dönemi başladı. İtibari para birimlerine geçilmesiyle birlikte bir yandan hızla büyüyen ekonomilerin gereksinim duyduğu para arzının sağlanması kolaylaşıyor ve deflasyonist etkiler aşılmış oluyordu ancak öte yandan dünya yeni olgularla hem enflasyonla hem de kredi köpükleriyle tanışmaya başlıyordu.

Günümüz finans sisteminde para borç karşılığı yaratılmaktadır. Kısmi rezerv bankacılığı adı verilen sistemde yeni paranın yaratılması, bankaların kredi verdiği an bir bilanço kaydıyla gerçekleşir. Bankada parası (mevduatı) olan kişinin hesabındaki para aynı anda kredi müşterisinin parası olur ve aynı bankanın veya başka bir bankanın mevduat hesabına girer. Bir başka deyişle mevduatta kayıtlı para bir başkasına kredi olarak kullanılarak yoktan para yaratılmış olur. Sistemin işlevi, toplam mevduatın yaklaşık % 10'unun günlük işlemleri karşılamaya yeteceği ve herhangi bir anda bu orandan fazlasının hesaplardan çekilmeyeceği varsayımına dayanır. Aksi halde, mevduat sahibinin talebini karşılayacak para sağlanamayacaktır, çünkü aslında orada yoktur, bir başkasına kredi olarak verilmiştir.

Sistemin güvenliği ve sürekliliği açısından bankalara mevduatların yaklaşık % 10'unun “zorunlu karşılık”, yani “rezerv” olarak elde tutma koşulu getirilse de bu sistem özünde dengesizdir. Herhangi bir bankada sorun yaşandığı anda bunun diğerlerine de zincirleme etkileri olması kaçınılmazdır. Bu nedenle, mevduat sahipleri ve bankalar, mevduat sigortası ve merkez bankası garantileri gibi devlet güvenceleri ile korunmak zorundadır. Öte yandan bu güvenceler, bankaların uygun ortamlarda daha kârlı ancak o oranda da riskli kredilere kolayca açılmalarına da neden olabilmektedir. Sonuçta ekonomik canlanma süreçlerinde gereğinden fazla para arzı, risk ve enflasyon yaratan, durgunluk dönemlerinde de gereğinden fazla parasal daralmaya ve deflasyona yol açan bir sistemdir bu. Ayrıca, bir “nihai kredi sağlayıcı”, yani bir merkez bankasına gereksinim yaratır.

Kısmi rezerv bankacılık sisteminin dengesizliğinin en acı hissedildiği dönemlerden birisi kuşkusuz 2008 küresel finans krizi olmuştur. Bu yıla kadar özellikle gayrimenkul sektöründe ihtiyatsızca dağıtılmış ve türevleriyle birlikte kontrolsüz genişlemiş kredi balonu patlayınca batan bankalar, iskambil kâğıtlarının birbirini devirmesi gibi giderek herhangi bir sorunu olmayan irili ufaklı diğer bankaları, derken 150 yıllık dev bankaları, dev sigorta kuruluşlarını vurmaya başlamış, felaketin yükü reel sektöre, oradan küresel ölçekte merkez bankaları ve kamu bütçelerinin üzerine devrolmuş ve birkaç ay öncesinde borçlarını çevirmekte sorunu olmayan küçük devletlerin ardı ardına iflas aşamasına geldiği zincirleme bir reaksiyonla sonuçlanmıştı.

Satoshi Nakamoto – Bitcoin doğuyor

Satoshi Nakamoto gerçek bir kişi mi, yoksa bir kişinin veya gurubun takma adı mı hâlâ bilinmiyor. Ancak, küresel finans krizinin doruk noktasında, 150 yıllık Lehman Brothers'ın batmasından birkaç ay sonra, 2009 Ocak ayında Satoshi

Nakamoto ismiyle metzdowd.com adresindeki kriptografi e-posta listesinde yayınlanan, kaynakçası dahil 9 sayfalık makale paranın tarihinde bir dönüm noktası oldu. “Bitcoin: Kişiden Kişiye Bir Elektronik Nakit Sistemi” başlıklı makalede¹⁰ merkezi denetimi olmayan kişiden kişiye doğrudan transfer edilebilen bir dijital nakit sisteminin nasıl işleyeceği teknik detayıyla anlatılıyordu.

Aynı tarihte Sourceforge yazılım paylaşım sitesinde makalede anlatılan işlevi görece yazılım açık kaynaklı, yani koduna herkesin ulaşabileceği bir yazılım olarak yüklendi, paylaşıma açılır açılmaz da kolektif bir işlem gücü ağı olan Bitcoin ağı da oluşmaya ve genişlemeye başladı. Bitcoin internet tabanlı kişiden kişiye nakit para sistemi böylece doğmuş oldu.

Bitcoin adı verilen dijital nakit sisteminin altyapısını oluşturan ve ilerde anlatacağımız dağıtılmış muhasebe veri tabanının “Genesis Block”¹¹ adı verilen ve Nakamoto tarafından gerçekleştirilen ilk kaydında, standart datasına ek olarak şu metin de eklenmişti:

The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks
(*The Times* 3 Ocak 2009; Hazine müsteşarı (Birleşik Krallık), bankalar için ikinci kurtarma operasyonunun eşliğinde)

Bu alıntı hem ilk kaydın gerçekten 3 Ocak 2009’da gerçekleştirildiğini göstermek, hem de kısmi rezerv bankacılık sisteminin karşı karşıya olduğu derin krize gönderme yapmak amacını taşıyor olsa gerek.

Bitcoin, açık kaynaklı, yani kodları ve kayıtları herkese açık bir yazılım olarak, kolektif bir işlem gücü ağında çalışacak şekilde tasarlanmıştı. Başlangıcından bugüne tüm kayıtlar herkesin erişimine açık. Bu kayıtlar <https://blockexplorer.com/> adresinden taranabilir. Ancak bu kayıtlarda hesap sahiplerinin adları yok, sadece hesap numaraları var çünkü sistem, hesapları gerçek kişiler üzerinden değil, Bitcoin cüzdan hesap numaraları üzerinden takip ediyor. Sistemin tasarımındaki deha yazılım kodunda veya kriptografik yönteminde değil. Satoshi Nakamoto’nun yaratıcı çözümü, sistemin veri tabanını kolektif bir ağ üzerinde dağıtmış olması. Bu ağı oluşturan her bilgisayarda başlangıcından bugüne tüm işlemlerin muhasebe defterinin bir kopyası bulunuyor ve her geçerli işlemde bu kayıtlar tüm bilgisayarlarda güncelleniyor. Veri tabanı bir merkezden değil, ağdaki tüm bilgisayarlarda dağıtılmış olarak çalışıyor. Dolayısıyla ağın her noktası doğrulama işlemi yapabilecek yetenekte.

Bitcoin madencileri ağı

Peki, bu ağ ne yapıyor? Çok basit bir anlatımla, nasıl ki çeklere provizyon alırken veri tabanının bulunduğu merkez, yani bir “güvenli üçüncü taraf”, yani banka, çekin karşılığını doğruluyorsa, Bitcoin ağında da ilgili transfer için bakiyenin yeterliliğini ağın üzerindeki rastgele herhangi bir bilgisayar doğrulayabiliyor. Bir merkez yok. Ağa bağlı her bilgisayar aslında bir merkez. Ağ üzerinde yeterli sayıda

bilgisayardan (örneğin 10 noktadan) doğrulama alınabiliyorsa mutabakat sağlanmış demektir ve transfer geçerli sayılıyor. Geçerli kayıt, kriptografik hash ve sayısal imza yöntemleriyle kendisinden önceki kayda şifrelenip bağlanarak işlem blokuna ekleniyor ve tüm noktalarda güncelleniyor.

Satoshi Nakamoto'nun dağıtılmış bir ağ üzerinde Blockchain adı verilen zincirlenmiş kayıtlar tasarımı “güvenli üçüncü tarafı” ortadan kaldırıyor, değer transferinin iki tarafı arasında doğrudan (*peer-to-peer*) bir güven sağlayabiliyordu. Her işlem rastgele birden çok bilgisayardan doğrulama yaptırmak zorunda olduğundan, ağdaki herhangi bir noktanın (bilgisayarın) kırılıp usulsüzlük yapılması yeterli olmuyor, ağdaki bilgisayarların çoğunluğunun aynı şekilde kırılması gerekiyor ki bu olanaksız yakın bir zorluk derecesinde.

Sistemin güvenliğini sağlayan bir başka unsur, yeni bir işlem blokunu sisteme ekleyebilmek için ağdaki bilgisayarın yoğun işlem gücü gerektiren kriptografik bir bulmacayı çözmek zorunda bırakılması. Çaba doğrulaması (*proof of work*) adı verilen bu önkoşul, kayıt zincirinde yeni blok yaratılmasını belirli bir zaman ve işlem gücü maliyeti karşılığında gerçekleşmesini sağlayarak bir kişinin aynı anda birden çok işlem yapmasını veya bilgisayarların çoğunluğunda hileli bir işlem yapılmasının da önüne geçmiş oluyor. Bitcoin ağındaki bilgisayarlar arasında yeni işlem blokunu kayda geçirebilmek için kıyasıya bir yarış sürüyor. Bitcoin algoritması sabit bir para arzını sağlayabilmek üzere bulmacanın zorluk derecesini değiştirebiliyor. Bilgisayar teknolojisi ve işlem kapasitesi sıçramalar yaptıkça zorluk derecesi de sıçıyor.

Ağ tasarımı, güvenliği iyi güzel de bu Bitcoin nerede yaratılıyor, nasıl artıyor?

Bitcoin yazılımını ve beraberinde güncel muhasebe defterini indiren her bilgisayar, o andan itibaren işlem gücünü sisteme katarak işlemleri doğrulamaya ve kayıt hizmeti vermeye başlıyor ve bir “Bitcoin madencisi” oluyor. Altın madencilerini anımsatan bu adlandırmaya karşın aslında yapılan, işlemleri doğrulayan ve kayda geçiren muhasebecinin işine daha çok benziyor. Madencinin sisteme sağladığı işlem gücü ve harcadığı elektrik ile verdiği doğrulama ve kayıt hizmeti karşılığında sistem bir miktar yeni Bitcoin yaratıyor ve yeni dolaşıma soktuğu bu Bitcoin miktarı madencinin cüzdan hesabına geçiyor. Yeni Bitcoin yaratılması ve dolaşıma girmesi bu yolla, yani gerçek bir hizmet ve fiziksel olarak harcanmış bir enerji miktarı karşılığında gerçekleşiyor. Bir Bitcoin yaratmak için ağır toplamında harcanan enerji karşılığının bin dolarlar mertebesinde olduğu hesaplanıyor. Madenci ayrıca, yapılan işlemden yaklaşık binde bir oranında bir transfer ücreti kazanıyor. Bitcoin ağının ve madencilik teknolojisinin sürekli gelişimini sağlayan bu getiri beklentisi.

Bitcoin sisteminin belki de en kritik unsurlarından birisi de para arzında bir üst limitin tanımlanmış olması. Yaratılan toplam Bitcoin adedi 21 milyonu bulduktan sonra yeni Bitcoin yaratılmayacak ve madenci gelirleri transfer ücretiyle sınırlı kalacak.

Bitcoin toplam adedi 21 milyonla sınırlanmış olabilir ancak sistem bir Bitcoin'in yüz milyona kadar bölünebilmesine olanak sağlıyor. centiBitcoin (yüzde bir), mili-Bitcoin (binde bir) hatta "bir Satoshi" (yüz milyonda bir) gibi ondalıklı miktarlar transfer edilebiliyor. Bitcoin arzındaki bu üst sınır, uzun vadede değer artışının kaçınılmaz olduğu algısını pekiştiren bir unsur.

Finans sektörüne olası etkileri

Sonuçta ortada para yerine geçen ne fiziksel ne de dijital bir dosya var. Yani bir yerden bir yere giden herhangi elektronik dosya yok. Sadece iki taraf (iki cüzdan) arasında bir değer aktarma beyanı, bunun teyidi ve dağıtılmış muhasebe defterine sıralı kaydı sözkonusu. Bu haliyle sistem, paralarımızı veri tabanlarında elektronik bir kayıt olarak tutan bankalardan çok da farklı değil. Gönderene eksi alıcıya artı yazılan bir kayıt ve tüm bu kayıtları başlangıcından bugüne sırasıyla birbirine şifrelenmiş, dijital imzalanmış ve zincirlenmiş bloklar halinde, müdahale etmesi olanaksız yakın güvenlikte tutan dağıtılmış bir muhasebe defteri ve devasa bir kolektif ağ sözkonusu. Bu ağa bir "güven ağı" demek de mümkün. Çünkü değer hareketleriyle ilgili tüm kayıtlar (muhasebe defteri veri tabanı) ağın her noktasında, yani her katılımcı bilgisayarında güncel haliyle mevcut olduğundan kolektif bilgiye dönüşmüş durumda. Tüm taraflar ağın sağladığı doğrulamaya güvenebiliyor.

Bitcoin'in altyapısını oluşturan Blockchain sisteminin "güven" açısından üçüncü taraflara olan gereksinimi ortadan kaldırması, dünyanın her yerine Bitcoin transferinin binde bir gibi çok düşük bir maliyetle gerçekleşmesi, transferlerin anonim olarak yapılabilmesi, finansal sistemde önemli bir yıkıcı etki yaratma olasılığını gündeme getiriyor¹².

Bu olasılık, finans sektörünün bu teknolojiyi engellemek yerine benimseyerek ve uyum sağlayarak bundan yarar sağlamaya yöneltiyor. Bu da gerek Bitcoin'in gerekse ilgili uygulamaların yerleşmesinin ve kalıcı hale gelmesinin önünü açıyor.

Öte yandan, bu teknoloji risk sermayesi için yeni bir hedef haline geldi. 2017'ye kadar Bitcoin cüzdanları, alışveriş ve borsa uygulamaları, çeşitli Blockchain uygulamaları ve ekosistemine 2017 itibarıyla toplam 1,75 milyar dolar düzeyinde yatırım yapılmış.

Bitcoin kullanımı da giderek yayılıyor. 2017 yılsonu verilerine göre dünya çapında Bitcoin ödemesi kabul eden işletme sayısı 11 bini buluyor.

Alternatif kripto paralar: Altcoin'ler

Bitcoin, Blockchain teknolojisinin uygulamalarından ilkiydi. Çok geçmeden aynı prensiple çalışan, farklılaştırılmış özellikler taşıyan yeni kripto paralar geliştirilmeye başlandı. Bunlardan her biri farklılaştırılmış özelliklerini öne çıkartarak pazara çıkıyor. Kimi Blockchain'den farklı prensipte çalışan dağıtılmış kayıt ve mutabakat sistemlerine dayanıyor, kimi işlem süresini kısaltmayı ve günlük işlemlerde daha

rahat kullanımı hedefliyor, kimisi ise “Nesnelerin İnterneti” olarak adlandırılan cihazlar arası hizmet alışverişinde kullanılmak üzere uzmanlaşıyor. Altcoin’lerin kendi aralarında değiştirilebilirliği olmadığı için kriptopara borsalarında hepsi Bitcoin cinsinden fiyatlanıyor. Bugün 1300 kadar altcoin dolaşımda ve her gün yeni bir ICO (Initial Coin Offering-kripto para halka arzı) ile yeni bir kripto para yatırımcıların karşısına çıkıyor.

Teknoloji açık kaynaklı olunca bir Blockchain ağı üzerinde neden herkese kendi kripto parasını geliştirme olanağı yaratılmasın?

Apple firmasının ve ardından Google’ın iPhone ve Android platformlarında üçüncü taraflara uygulama (App) geliştirme olanağı sağlayarak ekosistemler oluşturmalarına benzer bir strateji Blockchain için de pekâlâ geçerli olabilirdi. Nitekim “Ethereum” kendi üzerinde kripto para tanımlanmasına olanak veren ilk platform oldu. Bunu yeni platformlar izliyor. Artık kolay programlanabilir uygulama arabirimleriyle herkes farklı bir işlevi görececek bir akçe (*token*) tanımlayabilir.

Bitcoin ve kripto paraların toplam piyasa değeri yüzlerce milyar doları buluyor. Bunun yaklaşık % 35’ini Bitcoin kalanını diğer kripto paralar oluşturuyor. Bu değer, uluslararası para transferleri için bir değişim aracının reel talebi mi, yoksa itibari paralara olan güven kaybının yansıması olarak bir güvenli liman arayışının talebi mi, gelecek potansiyel değer bugünden fiyatlanması mı bu konuda hem yatırım guruları hem finans kuruluşları hem merkez bankaları birbirinin karşıtı görüşleri hemen her gün dile getiriyorlar. Konuya yaklaşımda şimdilik karmaşa hâkim. Ancak vadeli işlemler borsaları CBOE ve CME’nin 2017 sonundan başlayarak Bitcoin vadeli işlemlerine açılması, Goldman Sachs gibi dev yatırım bankalarının 2018’de müşteri portföylerine Bitcoin ve seçilmiş kripto paraları dahil edeceğini açıklaması işin rengini değiştirmeye başladı. Milyarlarca dolarlık kurumsal yatırım sermayesinin pazara girmesiyle bir yandan volatilitenin azalması beklenirken bir yandan da Bitcoin ve kripto paraların kalıcı olacağı teyit edilmiş olacak. Nitekim Bitcoin’in 2017 Aralığında başlayan ve değerini 20.000 USD seviyelerine fırlatan spekülasyon ataktan sonra 2018 ikinci çeyreğinden itibaren 6000-7000 USD aralığında stabilize olmasının arkasında bu etmenlerin bulunduğu görüşü ağırlık taşıyor.

Bitcoin bir para birimi mi ve sonuçta neyin karşılığı sorularına yanıt ararken cüzdanınızdaki paraları çıkartıp masaya koymakta, aşağı yukarı aynı boyutta ve üzerinde farklı rakamların yazılı olduğu bu renkli kâğıtlara bakıp onlara yüklediğimiz değer gerçekte neyin karşılığı olduğunu biraz daha derin düşünmekte yarar var.

Sonuçta, Adam Smith’in belirttiği gibi:

“Para nihayetinde bir algı meselesi (*All money is a matter of belief*)”

Bitcoin bir balon mu?

Varlık fiyatlarında balon, finans literatüründe varlığın temel göstergelerinden, bir başka deyişle içsel değerinden koparak şu veya bu nedenle aşırı yükselen piyasa fiyatlaması olarak tanımlanıyor. İyi de günümüz egemen iktisat teorisinde bir malın “değeri” olarak kabul edilen “fiyat”, piyasada arz ve talebin kesiştiği, yani eşitlendiği nokta olarak tanımlandığına göre bu “içsel değer” de ne ola ki? Piyasanın belirlediği fiyat her durumda gerçek değeri yansıtmıyor muydu? Belli ki finansçılar farklı görüşte.

Gayrimenkul gibi şişme-sönme döngüleri 10-15 yıla yayılabilen varlıklarla Bitcoin gibi benzeri spekülative atakları aylar içerisinde yaşayabilen varlıkların değer eğrilerine baktığımızda şaşırtıcı benzerlikler görebiliyoruz¹³.

Bitcoin bir balon mu sorusu belirli ölçeklerdeki zaman dilimleri için “evet” şeklinde yanıtlanabilir. Geçtiğimiz Aralık ayında yaşanan şişme ve sönme süreçleri daha mikro ölçeklerde de, daha uzun dönemli ölçeklerde de tekrar tekrar yaşanabilir. Her varlığın piyasasında ve her zaman ölçeğinde olduğu gibi. Küresel bir krize yol açan konut fiyatları balonu patlasa da gayrimenkul sektörü bir yere uçmadı, varlığını ve uzun vadeli trendini sürdürüyor. Aynı durum, altı yıldır varlığını sürdüren ve finans piyasalarının günlük yatırım değerlendirmelerinde hisse senetleri, döviz, hazine bonoları, altın, gümüş ve petrol gibi diğer varlıklarla birlikte değerlendirme kapsamına girmiş olan Bitcoin için de geçerli diyebiliriz.

Bitcoin ile ilgili esas soru, balon olup olmadığından çok şu olmalı: Varlık değerinde uzun vadeli bir trend belirgin mi ve bu trendin yansıttığı talep nereden kaynaklanıyor? Bu talep sürdürülebilir mi?

Bitcoin fiyatını, bir yılın içerisinde 1000 dolardan 20.000 dolar sınırına kadar fırlatan, kısa bir süre içerisinde de 6500 dolar seviyelerinde yatay seyre getiren talebin kaynağı nedir? Bu talep, bir değişim aracı olarak kullanımının yaygınlaşmasından mı kaynaklanıyor? Biliyoruz ki böyle bir kullanım henüz yeterince yaygınlaşmış değil. Kısa süre önce yaşanmış olan oynaklık düzeyi aşılarak stabilize olmadan da yaygınlaşması da pek kolay görünmüyor.

Bitcoin’in uluslararası bir para sistemine dönüşeceği görüşüne ilişkin itirazlar, en başta yapısal özelliklerinden kaynaklanıyor. Arzı kısıtlı bir paranın büyük hızla gelişen dünya ekonomisinin gereksinimlerine karşılık veremeyeceği ve deflasyonist bir etkide bulunacağı, ayrıca 2008 küresel finans krizi benzeri şiddetli ekonomik krizlerde parasal genişleme gibi araçlarla deflasyonist etkilere karşı mücadele edebilme olanağını ortadan kaldıracığı dile getiriliyor. Ancak, Bitcoin’in dışında likidite gereksinimini karşılayacak başka kripto paraların varlığı da unutulmamalı.

Değişim aracı olarak bir talep henüz sözkonusu değilse, o halde Bitcoin’in daha çok bir değer saklama aracı olarak talep görmesi sözkonusu. Nitekim Venezuela’da

hiperenflasyon ortamı veya Zimbabwe'deki siyasi kriz gibi krizlerde Bitcoin fiyatındaki eşzamanlı yükselmeler, insanların varlıklarını artık Amerikan doları veya Euro'da değil Bitcoin'de güvence altına almayı tercih ettiklerini gösteriyor. 2008 krizinden beri dört büyük merkez bankası tarafından 10 trilyon dolar eşdeğerinde piyasaya sürülmüş olan itibari para birimleri itibarlarını kaybetmeye başlamış gibi görünüyor. Bu doğrultuda bir görüş de Bitcoin'in değerinin artmadığını, aslında doların değerinin düştüğünü, bir başka deyişle Bitcoin'in dolardan kaçışın adresi haline geldiğini savunuyor.

1971'den beri itibari paraya dönüşen doların altın eşdeğerliği resmi olarak ortadan kalkmış olsa da o tarihten beri doların “arkasında değer olarak ne var?” sorusunun cevabı pratikte bir başka kıymetli maden olan “petrol” olacaktır. Dünyanın en yüksek ticaret hacmini oluşturan petrol dolarla fiyatlanıyor ve dolarla işlem görüyor. Son dönemde Rusya ve Çin'in kendi aralarında ve diğer ülkelerle başta petrol olmak üzere dış ticaretlerinde dolar dışı alternatifler üzerinden fiyatlama ve işlem yapma yoluna gitmeye başlamaları, diğer taraftan da rezervlerinde giderek dolar yerine altını tercih etmeye başlamaları uzun vadede doların değer kaybına ilişkin beklentileri de körüklüyor. Nitekim küresel finans krizinden sonra 2010'da Dünya Bankası Başkanı Robert Zoellik, beş büyük ülke para biriminin tekrar altına endekslenmesi önerisini getirirken, 2011 yılında da IMF başkanı Dominique Strauss-Kahn benzer şekilde IMF'nin ulusal paralara dönüştürülebilir destek rezerv parası SDR'yi (*Special Drawing Rights*) altına bağlama önerisini getirdi.

Dolar başta olmak üzere itibari paralara ilişkin kuşkular Dünya Bankası ve IMF üst yönetimlerine kadar yankı buluyorsa, Bitcoin'e olan talep daha anlaşılır hale geliyor. Öyle ya, bu ara borsalardaki ve neredeyse tüm varlık piyasalarının fiyatlarındaki eşzamanlı artışları, herşeyin balonu olarak mı yoksa doların değer kaybı (enflasyonu) olarak mı değerlendirmek lazım?

Bitcoin'in arzındaki kısıtlı ancak düzenli artış ve herhangi bir merkezin Bitcoin arzıyla ilgili manipülasyon olanağının olmaması uzun vadede değer artışının süreceği beklentisini pekiştirdiği için değer saklama aracı olarak cazibesini daha da artırıyor. Bir anlamda Bitcoin, altından daha kolay taşınabilir transfer edilebilir ve dönüştürülebilir bir varlık olarak altın yerine kıymetli maden gibi benimsenmiş görünüyor.

Diğer taraftan, şu anda Bitcoin'in gelecek değerinin fiyatlandığı görüşü de yaygın. Blockchain teknolojisi, ilk kişisel bilgisayarın garajdan çıktığı, ilk dial-up modemle telefon ederek internete bağlanıldığı, bilişim devriminin önceki kritik dönüm noktalarına benziyor. Oyuncak gibi algılanan, bir işe yarayıp yaramayacağına kuşkuyla bakılan ürünleriyle (kişisel bilgisayar), başında buluş çağından henüz çıkmış sivilceli yeni yetmelerin bulunduğu, gülünç isimli şirketlerin kırk yıllık devlere meydan okuduğu, hisse değerleri tavan yaparken bunun bir balondan ibaret olarak algılandığı dönemlere çok benziyor. Bugünkü furyanın ardında, geleceğin Apple'ını, Amazon'unu, Google'ını bugünden yakalamanın arayışı da var kuşkusuz.

Bir başka etmen de Bitcoin'in diğer kripto paraların fiyatlanmasında bir ortak payda olması, yani kripto paralar için bir uluslararası rezerv parası gibi işlev görmeye başlaması. Altcoin'lerin büyük çoğunluğu itibari para birimleriyle satın alınamadığından yatırımın yolu mutlaka Bitcoin'den geçiyor. Bayan Watanabe (Ayşe teyze), önce Bitcoin satın alıp online değişim borsalarına girerek diğer kripto paraları Bitcoin ile alıp satıyor. Tüm kripto paralar Bitcoin cinsinden fiyatlanıyor. Bütün yolların Roma'ya çıkması misali, kripto para dünyasında da her yol, yatırım aşamasında da kâr realizasyonunda da hep Bitcoin'e çıkıyor.

Kripto borsalarında vahşi batı

Bu küresel borsaların bir özelliği de açılış veya kapanış saatlerinin olmaması. Bunlarda seans 7/24 kesintisiz devam ediyor. Bayan Watanabe'nin yanı sıra bilişim devriminin göbeğine doğmuş bugünkü üniversite öğrencileri ders sırasında bile cep telefonlarından alım satım yapıyorlar. Dolayısıyla küresel ölçekte derinliği olan, yıl içerisinde 750 milyar doları aşkın değere ulaştıktan sonra 200 milyar dolarlarda stabilize olan bir piyasa oluştu. Bu piyasada şimdilik vahşi batı koşulları geçerli. Herhangi bir regülasyon, küçük yatırımcının korunmasına yönelik bir önlem mevcut değil. Telegram gibi mesajlaşma uygulamalarında mesaj gurupları üzerinden haberleşerek özellikle henüz yeni türemiş hacimsiz kripto paralarda fiyatları manipüle etmeye yönelik kitlesel şişirme ve boşaltma (*pump and dump*) hareketlerinden tutun, ralli başlatmak için online kripto haber sitelerine sızdırılan asılsız haberlere kadar ortalığı kan gölüne çevirecek her türlü hareket serbest. İçerden öğrenenlerin ticaretini (*insider trading*) engelleyebilecek bir mekanizma da bu uluslararası piyasada doğal olarak henüz hayal. Kripto para borsaları, bir yandan bilişim çağının isimsiz yeni zenginlerine eski ekonomiden inanılmaz servetler aktarırken birçok acemi için de fena can yakacak bir para tuzağı olma potansiyeli taşıyor.

Kripto paranın yaygınlaşmasıyla değer saklama aracı olarak altının yerini Bitcoin alacak gibi görünürken, yoğun talep nedeniyle giderek uzayan transfer süreleri, Bitcoin'in günlük işlemlerde kullanımını pratik olmaktan çıkartıyor. Eh, altını da günlük işlemlerde artık kullanmıyoruz zaten. Altcoinlerden bir kısmı, günlük işlem amaçlı para talebini karşılamak, bir anlamda zamanındaki gümüş ve bronz'un yerini almak üzere yarışırken, büyük bölümü ise yepyeni bir iş modelinin birbirinden yaratıcı icatlarını ortaya çıkarmaya başladı. Bunlar, "akıllı sözleşme" (*smart contract*) akçeleri.

Akıllı sözleşmeler

Satoshi Nakamoto, Bitcoin adını verdiği dijital nakitin transfer ve kayıt sistemini sağlayacak güvenli bir ağ tasarlarken asıl yenilikçi buluşun, Blockchain adı verilen bu dağıtılmış güvenli kayıt sistemi olduğunun ve bu ağın iş yapma biçimlerini kökten değiştireceğinin ne kadar ayırdındaydı bilemiyoruz.

Blockchain teknolojisi geriye dönük işlem veya manipülasyona olanak vermeyen, küresel ölçekte kolektif bir ağ üzerinde çalışan güvenli bir "sıralı kayıt" sistemi. Bu

teknolojinin sadece Bitcoin veya benzer bir kripto paranın “değer transferi” beyanlarını kaydetmesi gerekmiyor doğal olarak. Tüm taraflar bu kayıtların geçerliliğine “güvendiğine” göre, kaydedilen sadece parasal bir işlem olmak zorunda değil. Sonuçta para transferi, diğerlerinden farklı olmayan herhangi bir sözleşme değil mi? O halde başka sözleşme türleri de bu sistem üzerinde “akçeleştirilebilir”!

Düşünürsek, Satoshi Nakamoto’nun Blockchain’i özelinde bugüne kadar görülmemiş bir iş modeli ortaya çıkmış oldu. Herhangi bir hizmetin karşılığı yerine getiren programlanabilir bir akçe, jeton, kontrat (adına ne dersiniz deyin) tanımlyorsunuz. Bunun üretim ve kayıt sistemine katılarak gelir elde etmek isteyen madenciler kolektif bir ağ oluşturuyor ve bu ağ hızla büyüyor. Ortada bir şirket yok, geliştirme ekibi, pazarlama ekibi, müşteri hizmetleri destek ekibi, muhasebecileri, genel yönetim personeli... hiçbiri yok. Bu yazılım, doğup internet rahmine düştüğü andan itibaren yaratıcılarıyla bağı kopacak, artık kaderi ona kendi organik gelişimi içinde nasıl bir evrim yolu çizdiyse onu yaşayacaktır. Akçe ve işlevini gördüğü hizmet başarılı olur, rağbet görür ve piyasalarda değeri artarsa onu henüz yok değerindeyen edinenler büyük bir değer artış geliri elde edecekler, üstüne üstlük anonim de kalabilecekler. Satoshi Nakamoto’nun 1 milyon civarında Bitcoin sahibi olduğu söylentileri doğruysa ki gayet olası, cari Bitcoin fiyatından matematiğini siz yapın.

Bu iş modeli çok geçmeden ikinci fazına evrildi. 1994 doğumlu, bugün 24 yaşındaki Vitalik Buterin’in geliştiricilerinden olduğu ve üç yıl önce faaliyete geçen Ethereum blockchain ağı, dileyen herkesin kendi akıllı sözleşmesini geliştirmesine ve Ethereum ağı üzerinde işletmesine olanak verecek yazılım arabirimini kullanıma açtı. Ethereum da tıpkı akıllı telefonlar gibi üçüncü tarafların sayısız uygulama geliştirdikleri bir ekosisteme dönüştü. Bitcoin’den sonra en yüksek değere sahip olan ve yüzlerce akıllı kontrat projesi barındıran Ethereum’un piyasa değeri halen 20 milyar dolar mertebesinde.

Blockchain modeli tıpkı “dotcom” döneminde olduğu gibi yeni bir girişim furyasının temelini oluşturdu. Artık 90’ların internet sitesi halka arzları (*IPO-initial public offering*) değil, akıllı sözleşme akçelerinin halka arzları (*ICO-initial coin offering*) popüler. Her gün, yeni bir kripto para birimi veya akıllı sözleşme akçesi kripto piyasalara çıkıyor. Bu akçeler istendiği gibi programlanabildiğine göre, standart hale getirilip dolaşıma sokulacak, belirli şartlara bağlı olarak belirli bir işlevi yerine getirecek akıllı sözleşme tasarımlarının sınırı yok. Salt nakit işlevi taşıyan uygulamaların dışında bir dizi akıllı sözleşme örneği dikkat çekiyor.

MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) blockchain üzerinde dijital üniversite diploması uygulamasına geçiyor¹⁴. Blockchain üzerinde sertifikalar, liyakat puanları, kurum üyelikleri, güvenli dijital kimlik sistemleri hatta oylama sistemleri tanımlanabiliyor. TRON ve STEEM gibi akçeler, kullanıcı bilgilerini istem dışı toplayarak bundan ticari kazanç sağlayan Apple, Google v.b. araçları da aradan çıkarıp içerik sağlayıcılarla kullanıcıları karşılıklı kazanç sağlayabilecekleri bir platformda

buluşturmayı amaçlıyor. AidCoin gibi uluslararası bağış toplama süreçlerini güvenilir ve şeffaf kılmayı amaçlayan akçeler ortaya çıkıyor. Tahvil ve finansal türev araçların akçeleştirilmesi kayıt ve takas işlemlerinde yenilikler getirmeyi vad ediyor. Tapu kayıtlarının, ipoteklerin akçeler şeklinde kayda geçmesinin işlemlerde otomasyon, güvenlik ve kolaylık sağlaması bekleniyor. Tedarik zincirlerinde ürünlerin fabrikadan raflara kadar uzanan yolculuğunun takibini ve muhasebeleştirilmesini kolaylaştıracak sistemler gündeme geliyor. Bireylerin aldıkları sağlık hizmetleri kapsamında üretilen bilgilerin bu gibi sistemlere geçirilmesinde özel bilgilerin gizliliği ve güvenliği açısından gündemde olan birçok sorunun çözümüne katkıda bulunması bekleniyor. Yukarda sayılan örneklerden henüz pek azının “halka arz izahnamesi” (*whitepaper*) aşamasını geçip gerçek bir kullanım pratiği oluşturduğunu dikkatlerden kaçırmamak lazım. Bunların kripto borsalarda değerleri bazen tavan yapmasına rağmen vadettikleri uygulamalar henüz ispatlanmış ve yaygın ölçekte hayata geçmiş durumda değil. Bunların içinden uygulama açısından başarılı olacak örneklerin açıklanması zaman alacağı ve beraberinde dotcom krizi benzeri travmaları getireceğe benziyor.

Blockchain teknolojisi kamu finansmanı açısından da yaratıcı çözümlere zemin hazırlıyor. Bunlara bir örnek, Yunanistan’ın eski maliye bakanı Yanis Varoufakis’in borç krizinin doruk noktasında, Yunan hükümetinin Avro borçlanma ve ödeme zorluğu içinde olduğu, Avro dışında bir ödeme sistemi arayışına girdiği bir aşamada “Maliye Parası” (*Fiscal Money*) adını verdiği çözüm önerisiydi¹⁵. Amacı Blockchain üzerinde tanımlayacağı ve gelecekteki vergi alacaklarına karşılık borçlanıp kamu personel ödemelerini bununla yapacağı bir kripto parayı tedavüle sokmaktır. Amacını gerçekleştiremeden istifa etmiş olsa da önerisi kayda değer. Hiperenflasyon sarmalında kıvranan Venezuela ise sahip olduğu petrolün her variline karşılık tedavüle sokacağı “Petro” adlı kripto para ile alternatif bir finansman aracı geliştirerek sorunlarını aşmayı amaçlıyor¹⁶. Bu proje de henüz hayata geçmiş değil.

Akıllı sözleşmelere ilişkin not düşülmesi gereken bir görüş, bu teknolojinin hukuk sistemlerinin geleceğine ilişkin öncülleri taşıdığını savunan Aaron Wright’ın “Lex Cryptographica” kavramı¹⁷. Bu kavram, sanayi devrimiyle eşzamanlı bir başka hukuk kavramına gönderme yapıyor.

Sanayi devriminin eşiğinde yeni gelişen ve uluslararası ticaretle uğraşan tüccar sınıfının ihtiyaçlarını giderecek ve zorunlu olarak dönemlerinin farklı Kraliyet hukuk sistemleri dışında gelişmiş pratik sözleşmeler “Lex Mercatoria” (ticaret hukuku) olarak anılacak ve zaman içinde sanayi toplumunun ticaret hukuku sistemine dönüşecekti. Wright, benzer şekilde bugün bilişim devriminin ortaya çıkardığı ve sanayi toplumunun vergi, gümrük, anonim şirketler, borçlar vb. hukuki tanımlarının kabına sığmayan gereksinimlerin dağıtılmış ağlardaki kripto “akıllı sözleşmelerle” çözüleceğini savunuyor. Aaron Wright’a göre akıllı sözleşmeler yeni bir “Lex Cryptographica”nın (kripto hukuk) temelini oluşturuyor.

Regülasyon sancıları

Ulus devletlerin merkez bankaları, maliye bakanlıkları, bankacılık ve sermaye piyasası düzenleme ve denetleme kuruluşları, son gelişmelerin ışığında kripto para konusunu mercek altına almaya başladı. Bir yandan kripto para piyasalarında kayıt dışı para hareketleri ve vergi kaçaklarını kontrol altına alma gereksinimi, diğer yandan bu piyasalardaki usulsüz ve spekülatif hareketlerin küçük yatırımcılara zarar vermesini önleyecek yaptırım ve düzenleme gereksinimi bu kuruluşları harekete geçmeye zorluyor.

Piyasaların uluslar ötesi nitelik taşıması işi zorlaştıran başlıca unsur. Bir ülkede alınacak önlemler, sermayenin hızla başka ülkelere kaçmasına neden olduğundan bu kamu kurumları diğer ülkelerdeki muhataplarıyla birlikte hareket etmek zorunda. Bu da kolay olmuyor. Her şeyden önce ülkelerin ilgili kurumlarının konuya yaklaşımında köklü farklılıklar var. Örneğin dünyadaki Bitcoin ortak madenci havuzları kapasitesinin % 80'ini barındıran Çin, gerek madencilere gerekse kripto para borsalarına yönelik kısıtlayıcı önlemlerden yana görünürken Japonya Bitcoin ve kripto para borsalarını destekleyecek liberal yasalar çıkartıyor, kripto borsalarda yatırım yapan “Bayan Watanabe” nin varlıklarını güvenceye alacak sigorta yöntemleri geliştiriyor, Bitcoin ATM’lerinin yaygınlaşmasına izin veriyor.

Bu farklı yaklaşımlara karşın Çin, Japonya ve Güney Kore finansal regülatörleri eşgüdüm içerisinde alınabilecek önlemleri görüşmek üzere ortak çalışma gurupları ve toplantılar düzenlemeye başladılar. Bürokrasinin gelişmeleri ne hızda ve kapsamda izleyebileceği merak konusu.

Kıssadan hisse

Bilişim devrimiyle başladık, yine bilişim devrimiyle bitirelim.

Kişisel bilgisayar, bilgi işlem yeteneğini evlere sokmayı başardı. İnternet, dünya üzerindeki tüm bu bilgisayarları birbirine bağladı. Akıllı telefonlar bu yeteneği evlere bağımlı olmaktan kurtardı ve mobil hale getirdi. Şimdi de Blockchain teknolojisi dünya üzerindeki tüm bireylerin üçüncü tarafları aradan çıkartarak güvenilir işlem ve kayıt yapabilmesini sağlayan farklı işlevlere yönelik küresel veri tabanları oluşturuyor. Blockchain, salt bir bilgi teknolojisi yeniliği değil, her türlü organizasyon ve yönetim yapısını dağıtılmış güvenli kayıt sistemleri üzerinden, kişiden kişiye (*peer-to-peer*) işleyecek şekilde yeniden tanımlayacak bir kurumsal yönetim teknolojisi aynı zamanda.

Bilginin kendisiyle birlikte üretim ve dağıtım araçlarının mülkiyet ve patent kısıtlarını ortadan kaldırarak kamusal alanda serbestçe geliştirilebilir ve ışık hızında dağıtılabılır hale gelmesi yerleşik tanımları ve kurumları dönüştürmeye devam ediyor. Gelişmeler, sanayi toplumunun yarattığı ekonomik, sosyal ve politik kurumların kabına artık sığmıyor. 2000’li yılların ilk çeyreği, hızla gelişen bilgi toplumunun gereksinimleri ile sanayi toplumunun kurumları arasındaki uyumsuzluk ve dönü-

şüm sancılarıyla geçecek gibi görünüyor. Bilişim devriminin daha önceki dönüşüm aşamalarında olduğu gibi Blockchain yeniliğinde de eski ekonomiden bilgi ekonomisinin yaratıcı üretici ve tüketicilerine gözle görünür bir servet transferi yaşanıyor.

Açık kaynak bilgi işlem, açık kaynak donanım ve kolektif ağların etkisi çok yakında donanım ve imalatı da ele geçirecek. Blockchain benzeri kolektif ağların sadece bilgisayarlar üzerinde değil, 3D yazıcılar için de gündeme geleceğini, çok yakında kolektif 3D yazıcı ağları üzerinde dağıtılmış bireysel imalatı, otonom kara ve hava araçlarıyla yürütülen lojistik hizmetlerini konuşacağımızı ve seri imalat çağının nasıl sona erdiğini izleyeceğimizi öngörmek için kâhin olmak gerekmiyor. Tüm bu gelişmelerin sanayi toplumunun kurumları içerisinde kalacağı varsayımını içkin olarak adında taşıyan ve bugünlerde pek popüler olan “Sanayi 4.0” kavramı ise sanayi devrimine “Tarım 2.0” adını koymak kadar gelişmenin özünü ısıtıyor.

Ulus devletler tarafından yasal güvencesi verilmiş itibari kâğıt para banknotlarından başlayıp, bankalara, merkez bankalarına, ulusal muhasebe ve vergi sistemlerine, giderek hukuk sistemlerine kadar uzanan bir alanda mekanizmaların ve kurumların sağladığı “güvenilir üçüncü taraf” (*trusted third party*) gerekliliğini ikame etmeye başlayan, küresel ölçekte kolektifleştiren ve dönüştüren teknolojiler hızla yayılıyor.

Ulus devletlere, bunların mevcut iktidarlarına ve bu iktidarlara şu veya bu yolla elde etme azmindeki üçüncü taraflara düşen, bu gerçekliği bir an önce kavrayıp bu teknolojileri engellemek, yasaklamak yerine uyum sağlayarak bunlardan yararlanıp bilgi toplumunun yeni üretici ve tüketici nesilleri için gerçekten “güvenilir” olma kriterini en başa koymalarıdır. Fazla da geç kalmadan.

NOT: Bu yazıda adı geçen Bitcoin ve diğer kripto para birimleri, piyasa fiyatları yüksek derecede oynaklık gösteren riskli yatırım araçlarıdır. Bu yazı, sadece kripto para olgusuyla ilgili genel bilgi sağlamayı amaçlamakta olup şu veya bu kripto para birimine yatırım önerisi olarak alınmamalıdır. Yazar, bu yazıya dayanarak kripto para yatırımı yapacak okurların uğrayabileceği zararlardan sorumlu tutulamaz.

¹Saha KurumsalYönetim ve Kredi Derecelendirme A.Ş.’nde yönetim kurulu üyesi

²İtibari para veya “fiat money”, altın veya gümüş gibi kıymetli madenler karşılığı basılmayan, bir başka deyişle karşılığı olmadan basılan ve ilgili hükümetin “yasal ödeme aracı” (legal tender) olarak belirlendiği paraya verilen addır. 1960’larda ABD’de özellikle Vietnam savaşı harcamalarıyla aşırı artmış olan dolar hacmi, altın karşılığı kısıtını uygulanması olanaksız boyuta getirince Nixon yönetimi, 1971 yılında doların altın karşılığı değişim yükümlülüğünü tek taraflı olarak iptal etmiş böylelikle uluslararası para sisteminde yeni bir döneme girilmiştir. 2.Dünya Savaşı sonrası Bretton Woods anlaşmasıyla tanımlanmış olan para birimleri arasındaki sabit kur rejimi de bu adım sonucunda fiilen son bulmuş ve aynı yıl Smithsonian anlaşması ile belirlendiği şekliyle kurların belirli sınırlar içerisinde dalgalanmasına olanak verilmiş, bir süre sonra ise kurlar tamamen dalgalanmaya bırakılmıştır.

³Bilgi günlük Türkçemizde hem malumat, enformasyon (information) hem de bili, irfan (knowledge) karşılığı olarak kullanılmaktadır. Bu yazıda Bilgi, birinci anlamda, yani Bilgi Teorisinde kullanıldığı biçimiyle, içeriğinden bağımsız olarak nicel olarak ölçülebilen bir büyüklüğü ifade etmektedir.

⁴Farklı işletim sistemlerinin kullanım verisi: https://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems (Erişim tarihi: 11 Aralık 2018)

- ⁵Netcraft web sunucu pazar araştırması, Şubat 2017: <https://news.netcraft.com/archives/2017/02/27/february-2017-web-server-survey.html>
- ⁶DB-Engines Ranking – (Veri Tabanı motorları sıralaması): https://db-engines.com/en/ranking_osvsc
- ⁷<https://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>
- ⁸<https://www.techrepublic.com/article/why-every-developer-is-an-open-source-developer-these-days/>
- ⁹<https://setiathome.berkeley.edu/>
- ¹⁰<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- ¹¹https://en.bitcoin.it/wiki/Genesis_block
- ¹²475 milyar dolarlık iş hacmini bulan finans alt sektörleri: Kredi kartları ve ödeme sistemleri (Visa, Mastercard v.b.) (400 milyar dolar); Para transfer servisleri (Western Union, Moneygram v.b.) (15 milyar dolar); Bankacılık yazılımları (Fidelity, Fiserv v.b.) (39 milyar dolar); Ödeme donanım sistemleri (NCR, MICROS v.b.) (21 milyar dolar).
- ¹³<https://www.housepricecrash.co.uk/indices-nationwide-national-inflation.php>
- <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>
- ¹⁴<https://koinbulteni.com/mit-blockchain-teknolojisiyle-diploma-basti-3605.html>; <https://www.bloomberg.com/view/articles/2017-10-22/are-blockchain-diplomas-the-real-deal>
- ¹⁵<https://www.project-syndicate.org/commentary/fiscal-money-end-central-bank-independence-by-yanis-varoufakis-2017-08>
- ¹⁶<https://www.project-syndicate.org/commentary/fiscal-money-end-central-bank-independence-by-yanis-varoufakis-2017-08>
- ¹⁷https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664

Bitcoin ve Diğer Kripto Paraların Geleceği Var mı?

Şevket Pamuk¹

Blockchain teknolojisinin önemli bir potansiyeli olduğu kanısı pek çok uzman tarafından dile getiriliyor. Bir önceki yazıda bu teknoloji hakkında kapsamlı bilgi var.

Ancak bir teknolojinin potansiyelinin yüksek olması, o teknolojinin her alanda başarılı olacağı anlamına gelmiyor. Bir iktisatçı ve iktisat tarihçisi olarak bu kısa yazıda bitcoin ve diğer kripto paraların bugünkü koşullardaki sorunlarına değineceğim ve bir para birimi olarak niçin kalıcı olamayacaklarını göstermeye çalışacağım.

Bir paranın en önemli işlevlerinden biri kolaylıkla kullanılabilen bir ödeme aracı olmasıdır. Oysa bitcoin ve diğer kripto paraların bir ödeme aracı olarak kullanılması zor ve külfetlidir. Büyük miktarlarda kripto paranın çeşitli kişi ve kurumların hesaplarından çalınması da kripto paraların çok güvenli olmadığına işaret ediyor. Bugün bitcoin ve diğer kripto paraların kullanımı için en uygun alanlar uyuşturucu ticareti, vergi kaçırmak, gizli hesaplarda para saklamak gibi görünüyor.

Bitcoinin devletlerin ve merkez bankalarının denetiminde olmaması bir avantaj gibi sunuluyor. Evet, devletler güçlerini sık sık kötüye kullanılabiliyorlar. Ancak, son 2500 yılda para birimlerinin başarısında devletin denetimi ve desteği çok önemli rol oynamıştır. Devletlerin desteklemediği veya denetlemediği para birimlerinde ise denetimin perde arkasındaki güçlü oyunculara ve büyük şirketlere geçme tehlikesi vardır.

Bugün dolar, euro, sterlin gibi dünyanın önde gelen para birimlerinin ardında altın

gibi değerli madenlerin olmaması bu paraların zaafı gibi sunuluyor. Oysa Dolar, Euro, TL gibi paraların her birinin ardında devletler ve merkez bankaları vardır. Bu paralarla örneğin devletlere ödeme yapılması mümkündür. Bitcoin ve diğer kripto paraların ardında ise hiçbir devlet ya da merkez bankası bulunmuyor. *İşlem aracı olarak pek kullanılmadıkları ve devletlere yapılan ödemelerde kabul görmedikleri için, değerleri tamamıyla spekülasyon olarak belirleniyor.* Bu nedenle de fiyatları son derece oynak ve piyasalarda manipülasyona açık. Bugün toplam sayıları 16 milyon aşan tüm bitcoinlerin % 40'ı sadece 1000 kişinin denetiminde bulunuyor. Son yıllarda hem bitcoin hem de diğer kripto paralarda manipülasyon yapıldığına, örneğin bazılarının fiyatlarının yukarıya çekildiğine ilişkin ciddi kuşklar var.

Bitcoin yazının yayınlandığı sıralarda değer kaybediyordu. Önümüzdeki dönemde bu eğilim devam edebilir veya tam tersi olabilir. Bu yazı kripto paraların kısa vadeli dalgalanmaları hakkında bir yargıda bulunmuyor ama uzun vadede başarılı olamayacaklarına işaret ediyor. Adını koyalım. Bitcoin mal piyasalarında oluşan bir balondur. Daha önce oluşan lale soğanı ve diğer örneklerde görüldüğü gibi, bu balon bir süre devam edebilir. Piyasaya erken girenler zamanında çıkarlarsa veya çıkmışlarsa para da kazanabilirler. Ancak yüksek fiyatlar kalıcı olmayacaktır. Önümüzdeki dönemde yasadışı faaliyetleri önlemek isteyen devletlerin engelleme veya yasaklamalarla balonun patlamasında önemli rol oynamaları mümkündür. Geride kalanlar için hüsrana kaçınılmaz gözüküyor.

¹Bilim Akademisi üyesi, Boğaziçi Üniversitesi öğretim üyesi

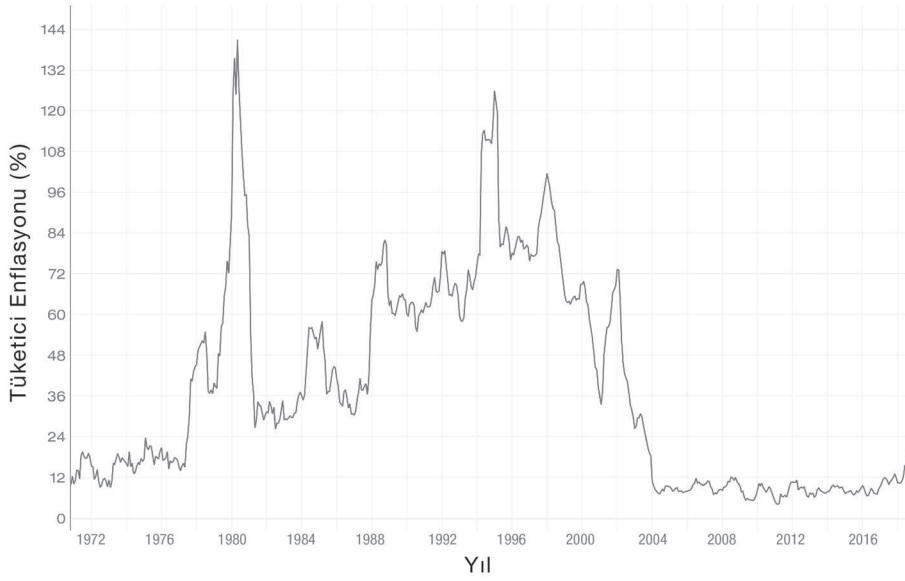
²Şevket Pamuk'un ilk kez 1999 yılında yayınlanmış Osmanlı İmparatorluğu'nda Paranın Tarihi başlıklı kitabı Türkiye'de ve yurtdışında çeşitli ödüller kazanmış, İngilizce ve Arapça olarak da yayınlanmıştır. Kitabın Türkçede en son baskısı 2017 yılında Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları tarafından yapılmıştır.

Türkiye'de Enflasyon Üzerine

Kamil Yılmaz¹

Türkiye 1978'den 2003'e çeyrek asır boyunca ortalama % 60 enflasyonla yaşadı. Nobel Ekonomi Ödülü sahibi Milton Friedman, "Enflasyon her zaman ve her yerde parasal bir olgudur," der. Nedenellik açısından baktığımızda Milton Friedman haklıdır: Para arzının artış hızının yüksek olduğu ülkelerde ortalama fiyat artış hızı, yani enflasyon da yüksektir. Peki, Türkiye'de Merkez Bankası para arzını neden bu kadar hızlı arttırmıştır?

1980'lerin ve 1990'ların Türkiye'sine baktığımızda yüksek enflasyonun arkasındaki nedenin yüksek kamu harcamaları ve bu harcamaların yol açtığı kronik bütçe açıkları olduğu ortaya çıkıyor. Kamu harcamalarındaki artışın nedeniyse 1987 sonrası dönemde her iki yılda bir yaşanan genel ve yerel seçim rekabeti ve ülkeyi yöneten siyasi elitlerin bu rekabeti kazanmak için devletin imkânlarını sonuna kadar kullanma çabalarıdır. Nitekim 1987'den 1994'e enflasyonun % 40'tan % 130'a kadar yükseldiğini görüyoruz.

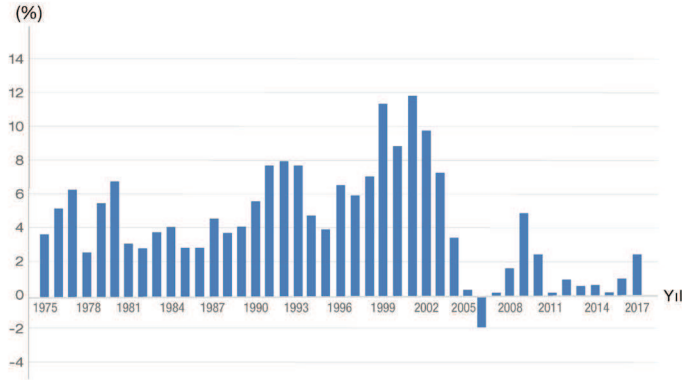


Kaynak: Turkey Data Monitor

Görsel 26: Tüketici enflasyonu (12-aylık, %, 1970-2018).

1980’lerde askeri rejim altında enflasyonu düşürmek için kemer sıkma politikalarını uygulayan Turgut Özal, 1987’de yasaklı siyasilerin siyaset sahnesine dönmesiyle birlikte bu politikaları bir kenara bırakıp değişik toplumsal kesimlerin oyunu almak için kamu harcamalarını artırmaktan çekinmedi. Onun ardından iktidara gelen siyasetçiler de farklı davranmadı. 1987-1993 döneminde kamuda işçi ücretleri reel olarak % 200’den fazla arttı. Tarımsal fiyat destekleme alımları da doğrudan devlet tarafından finanse edildi.

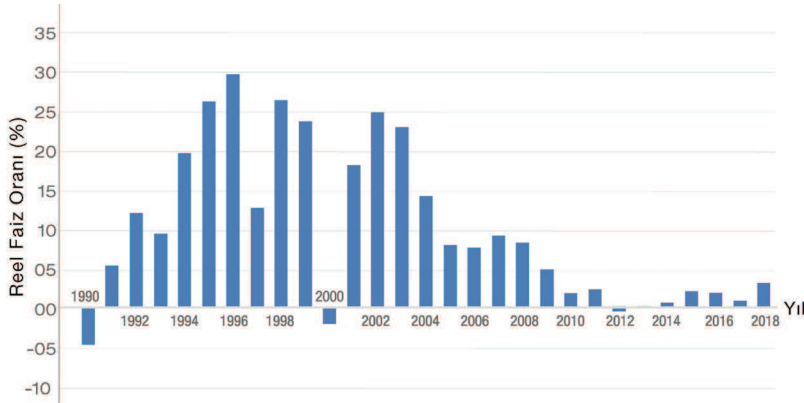
Hızla artan kamu harcamaları bütçe açığını ve dolayısıyla kamu kesimi borçlanma gereksiniminin (KKBG) kademeli olarak artmasına yol açtı. KKBG’nin gayrisafi yurtiçi hasılaya (GSYH) oranı 1991 yılında % 6’ya kadar yükseldi. Kamunun borçlanma ihtiyacındaki artışın sonucunda ise iç piyasada borçlanma faizlerinin artması kaçınılmazdı. Bundan kaçınmak isteyen Başbakan Turgut Özal Merkez Bankası’nın muhalefetine rağmen 32 sayılı kanun hükmünde kararnameyle (KHK) Türk Lirasının Değerini Koruma Kanunu’nu değiştirdi. Bu değişiklikle bankaların yurtdışında borçlanmasına izin verildi. Yurtdışından borçlanma imkânına kavuşan bankacılık sistemi bu kaynaklarla daha fazla devlet tahvili satın aldı. Böylece, 1991 genel seçimlerine doğru iktidardaki ANAP kamu harcamalarını reel faizlerin fazla artmasına yol açmadan artırmayı başardı.



Kaynak: Turkey Data Monitor

Görsel 27: Kamu kesimi borçlanma gereksiniminin GSYH'ye oranı (%).

Ancak, siyasi elitler arasındaki rekabet 1990'lı yıllarda da devam etti. Kamu harcamaları, dolayısıyla bütçe açıkları ve kamu borç stoku artmaya devam etti. Beklenebileceği gibi kamunun borçlanma gereksinimindeki artışın ardından reel faizlerin de artması kaçınılmazdı. Ancak 1994 yerel seçimlerine giderken ekonominin yavaşlamasını istemeyen Başbakan Tansu Çiller, borçlanmayı çok artırmamak için doğrudan Merkez Bankası'ndan avans kullanma yoluna gitti. Para arzındaki bu artış, 14 Ocak 1994'te Moody's'in Türkiye'nin kredi notunu düşürmesiyle TL'den kaçışa yol açtı. Ülke seçime giderken hükümetin popülist politikalarda ısrar etmesi ülkenin durduk yerde ekonomik krize girmesine neden oldu.



Görsel 28. Gerçekleşen reel faiz oranı (%) .

1994 krizinden gereken dersler çıkarılmadı. Kamunun borç yükü taşınamaz düzeylerde olmadığı için kriz sonrası IMF stand-by anlaşması çerçevesinde uygulanan makroekonomik tedbirler 1995 yılındaki genel seçimler nedeniyle tekrar rafa kaldırıldı. Bu arada ülkenin büyüme stratejisinde bir değişiklik yoktu. Dış borçlan-

mayla finanse edilen iç taleple büyüme modeli uygulanmaya devam etti. Siyasette merkez sağın iki büyük partisi ANAP ve Doğru Yol Partisi (DYP) yanlış popülist politikalar nedeniyle güç kaybetmeye devam etti. Ülke ikili ve hatta üçlü koalisyon hükümetleri tarafından yönetilmek durumunda kaldı ve siyaset ve ekonomide istikrarın tesis edilmesi giderek daha da zorlaştı.

Ağustos 1999'daki Marmara depremi kamu bütçe açığının daha da artmasına yol açtı. Dış finansmana ihtiyaç duyan dönemin Ecevit koalisyon hükümeti, IMF'yle yeni bir stand-by anlaşması imzalamak zorunda kaldı. Nitekim 21 Aralık 1999'da beş küçük özel bankaya Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu (TMSF) tarafından el konuldu. Aynı tarihlerde, 2000 yılı boyunca uygulanacak kur çıpasına dayalı dezenflasyon programı da açıklandı. Başlangıçta program sorunsuz uygulandı. Ancak, 2000 politika programının en önemli ayağı olan bankacılık sektöründe etkili bir düzenleme ve denetim sisteminin kurulmasına yönelik uygulamalar bir türlü hayata geçirilemedi. Bunun sonucunda Eylül ayından itibaren faiz oranları yükselmeye başladı.

Faiz oranlarındaki artış, bilançosundaki varlıklar ve yükümlülükleri arasında vade uyumsuzluğu olan ülkenin orta büyüklükteki bankalarından Demirbank'ın sermayesini hızla eritti ve iki ay içinde batık duruma düşen Demirbank'a 6 Aralık 2000'de el konuldu. Demirbank'a el konulmuş olması bankacılık sektörüne olan güvenin daha da azalmasına yol açarken, 2000 yılı başında uygulamaya konan IMF programının da başarısız olması anlamına geliyordu. Bu, Türkiye'de başarısız olan 17. IMF programıydı. Bunun üzerine, Şubat 2001'de cumhurbaşkanı ve başbakan arasında patlak veren anlaşmazlık ülke tarihinin en büyük ekonomik krizini tetikledi.

2001 krizi Türkiye'de 1980 yılında başlayan dış açılma girişiminin başarısızlıkla sonuçlanması anlamına geliyordu. 2001 kriziyle birlikte batık özel ve kamu bankalarının da yükünü taşımak zorunda kalan devletin borcunun milli gelire oranı % 90'ların üzerine çıktı. Türkiye uçurumun kenarına gelmişti. Gerekli önlemler alınmazsa kamu borcunun sürdürülmesi mümkün değildi. Rusya'nın 1998'de yaptığı gibi, bir süre borç ödemesi yapmayacağı anlamına gelen moratoryum ilan etmek zorunda kalacaktı. Bu ise Türkiye'nin uzun yıllar boyunca uluslararası kredi piyasalarından dışlanması demekti. Ülkeyi keyfi biçimde yönetmeye alışmış siyasi elitler için bu kez IMF'nin koşullarını kabul etmekten başka çare kalmamıştı. Böylece, daha sonra o dönemde ekonomiden sorumlu bakan olarak görevlendirilen eski Dünya Bankası Başkan Yardımcısı Kemal Derviş'in adıyla anılan makroekonomik kurumsal reformlar hayata geçirildi.

2001 krizi ve Kemal Derviş-IMF reformları

Neydi bu makroekonomik kurumsal reformlar? İlk sırada kamuda mali disiplinin sağlanması geliyordu. Kamu harcamalarının kısılmasının yanı sıra vergi ve vergi dışı gelirlerin arttırılmasını da içeren bu adımın beş yıl boyunca uygulanması öngörülüyordu. Yüksek kamu borcunun sürdürülebilir hale gelebilmesi için öngörülen bu mali konsolidasyon programın en önemli maddesiydi.

Şubat 2001’de krizin patlak vermesinden hemen sonra Türkiye, TL’nin diğer para birimleri karşısındaki değerinin serbest piyasada belirlenmesi anlamına gelen dalgalı kur rejimine geçti. Bunun yanı sıra, Merkez Bankası’nın politika bağımsızlığını sağlayan yeni Merkez Bankası yasası da 2001’de yürürlüğe girdi. Bu yasayla, Merkez Bankası’na para politikasını uygularken kullanacağı politika araçlarını hükümete danışmadan seçme yetkisi veriliyordu.

Daha da önemlisi, yeni yasayla Merkez Bankası artık hükümeti doğrudan fonlamak durumunda da kalmayacaktı. 1986 öncesi dönemde devlet tahvilleri piyasası açık olmadığı için Hazine ancak yurt dışından borçlanabiliyordu. Ancak, bu borçlanmanın yeterli olmadığı durumlarda doğrudan Merkez Bankası’ndan kısa vadeli (bir yıldan az) avans kullanabilirdi. Kullanılan avans ise doğrudan piyasadaki para arzının artmasına yol açıyordu. 1994 krizi öncesine kadar Hazine, Merkez Bankası’ndan bütçenin %15’ine kadar kısa vadeli avans kullanabilirdi. 1994 krizi sonrasında bu oran %3’e kadar indirildi ve 2001’de tamamen kaldırıldı.

Türkiye ekonomisinin rasyonel prensiplerle yönetilen bir ekonomi haline gelmesi için büyük önem arz eden makro kurumsal reform adımlarından birisi de bankacılık sektörünün düzenlenmesi ve denetlenmesine yönelik yasaların çıkarılmasıydı. 1990’lı yılların sonunda ve özellikle 2001 krizinde bankacılık sektöründe yaşanan büyük batıklarla tekrar karşılaşılmasını için sektörün yeni baştan düzenlenmesi ve sıkı bir denetim altına alınması gerekiyordu. Artık bankacılık sistemi, kurumsal olarak hükümetten bağımsızlığı yasayla garanti altına alınan, Ağustos 2000’de kurulmuş olan Bankacılık Denetleme ve Düzenleme Kurumu’nun (BDDK) sıkı denetimine tabi olacaktı. Doksanlı yıllardaki gibi siyasi bağlantılı iş insanlarının çok az sermayeyle banka kurması artık mümkün olamayacaktı. Bankaların kendi grup şirketlerine kredi vermesinin de önüne geçiliyordu. Batık bankalara el konulması ve sahipleri hakkında cezai işlemler uygulanması kolaylaştırılıyordu.

1990’dan itibaren ulusal ve uluslararası arenada gündeme getirilen, fakat siyasi elitler tarafından sürekli olarak göz ardı edilen makro kurumsal reformları gerçekleştirmek iki yıldan kısa bir sürede mümkün olmuştu. Siyasi elitler ancak ülke uçuşunun kenarına geldikten sonra bu reformları uygulamaya razı oldular.

Bu arada, Kasım 2002’de yapılan erken genel seçimde seçmen 1990’lı yılların kötü yönetiminden sorumlu olan bütün partileri cezalandırdı. Aslında, iktidar ortaklarından MHP’nin lideri Devlet Bahçeli’nin dayatmasıyla erken seçime gidilmişti. Seçim 2003’te normal zamanında yapılmış olsaydı, iktidar ortakları istemeyerek aldıkları ekonomik önlemlerin faydalarını görebilirdi. Ancak Devlet Bahçeli iktidarın Ağustos 2001’de kurulmuş olan çiçeği burnunda Adalet ve Kalkınma Partisi’ne (AKP) teslim edilmesine ön ayak oldu. Kendi partisi barajın altında kaldığı için parlamentoda temsil edilmedi.

Ali Babacan’ın ekonomiden sorumlu bakan olarak görev aldığı ilk AKP hüküme-

ti, kısa süren bir kararsızlık döneminden sonra Derviş reformlarını/politikalarını sürdürdü. Aradan bir yıl geçmeden de bu reformların faydalarını görmeye başladı. Faiz ödemeleri hariç tutulduğunda kamu bütçesinin fazla vermesi, kamu borcunun sürdürülebilir hale geldiğini yerli, yabancı bütün yatırımcılara kanıtladı. Bunun üzerine yatırımcılar % 15-20'lere varan reel faiz veren Türk tahvillerinden daha fazla talep ettiler. Bu da kriz sonrasında % 25'i bulan reel faizlerin kademeli olarak % 10'lara doğru düşmesini sağladı.

“Anormal” bir ekonomiden “Normal” bir ekonomiye

2001 krizi sonrası uygulanan makro kurumsal reformların büyük çaplı bir toplumsal refah maliyeti olmadı. Bunun nedeni, 2001 itibarıyla Türkiye'nin yüksek ve kronik bütçe açığı, kamu borç stoku, cari açığı ve enflasyonu ile birçok gelişmekte olan pazar (GOP) ekonomisinden farklı, “anormal” bir ekonomi olmasıydı. Makro kurumsal reformlar bu anormalliğe bir son vermek için gerçekleştirildi. Kamu bütçesi kontrol altına alınınca piyasalar kamu borç stokunun sürdürülebilirliği konusunda ikna oldu. Türkiye'deki görece yüksek reel faizlerden yararlanmak isteyen yabancı yatırımcılar Türk devletine borç vermek için daha istekli davrandı ve sermaye girişleri arttı. Reel faizler düştü, iç tüketim ve yatırımlar arttı. Ekonomi iç taleple daha hızlı büyüdü. 2003 ve 2004'te Türkiye sırasıyla % 5,6 ve % 9,6 büyüdü.

Ekonomi alanında yaşanan bu olumlu gelişmelerin yanı sıra, AKP hükümetinin AB'ye üyelik yolunda atmış olduğu adımlar da olumlu sonuçlar verdi: Aralık 2004'te AB liderleri Türkiye'yle üyelik görüşmelerine başlama kararı aldılar. On yıllardır Türkiye'de yatırım yapmak konusunda isteksiz olan uluslararası şirketler, bu kararla birlikte Türkiye'nin çok uzak olmayan bir gelecekte Avrupa'nın bir parçası olacağı inancıyla Türkiye'ye yaptıkları (doğrudan yabancı) yatırımlarını hızla arttırdılar. 2005'te gelen 10 milyar dolarlık doğrudan yabancı yatırımlarını 2006 ve 2007'de 20 milyar dolarlık yatırımlar takip etti.

Bütün bu olumlu gelişmeler sonucunda, 2002-2007 arası ortalama büyüme hızı % 7,2 olarak gerçekleşti. 1980 sonrası dönemde rastlanan en iyi büyüme performansıydı bu. Ekonomi büyürken, enflasyon da 2004'te % 10'un altına indi.

Artık her şey yoluna girmiş gibiydi. Hükümet ekonominin her yıl % 7 büyümesini sağlayacak sihirli formülü bulduğuna inanıyordu. Ancak, iktisatçılar farklı düşünüyordu: Ortada iki zorlu ekonomik sorun vardı.

Enflasyonun % 10'un altına düşürülmesi başarlarmıştı ama bu yeterli değildi. Uzun vadede fiyat istikrarını sağlamak için enflasyonun % 5'in de altına düşürülmesi gerekiyordu. Bunun için hem para hem de maliye politikasının sıkılaştırılması gerekiyordu. Ne yazık ki, aradan geçen 14 yılda AKP iktidarı para ve maliye politikalarında yalnızca bir-iki yıl sürebilecek sıkılaştırmayı gündemine almadı.

İkincisi sorun ise daha da zorluydu. Türkiye'nin normal bir ekonomi haline gel-

mesi için gerekli olan “birinci nesil” makroekonomik kurumsal reformlar başarıyla uygulanmıştı, ancak bu reformlar yüksek büyüme hızının uzun vadede sürdürülebilmesi için yeterli değildi. Sırada, 1950’den bu yana Türkiye’nin “alın yazısı” haline gelmiş olan büyüme stratejisini değiştirmek gerekiyordu.

Makroekonomik reformlar sonrası yıllar

Enflasyonun % 5’in altında inmesi hedefi için maliye politikasında ciddi bir sıkılaştırma gerekiyordu. Bu politikasızlık ortamına giderek artan siyasi belirsizlikler de eklenince enflasyon son iki yılda % 10’un üstüne çıkmakla kalmadı, Eylül 2018 itibarıyla % 24,5’e ulaştı. Enflasyonun kontrol altına alınması için gerekli olan sıkı para ve maliye politikalarının hem kamu hem de özel sektör talebini kısarak fiyat artış hızını yavaşlatması beklenir. Bu politikaların toplumun büyük bir kısmını olumsuz etkileyeceği için kısa vadede iktidarın popülaritesini azaltıp yeniden iktidar olma olasılığını düşürmesi kaçınılmazdır. Ek olarak sıkı maliye politikaları siyasi elitlerin devlet kaynaklarını seçimde daha fazla oy toplamak için keyfi bir şekilde kullanmalarını zorlaştırır.

Bu yüzden siyasi elitler enflasyonla mücadele için kamu harcamalarının kontrol altına alınması konusunda isteksizdir. Bu isteksizlik 80’li ve 90’lı yıllarda en yüksek seviyede gözlemlendi. 2001’e kadar uygulanan “başarısız” ekonomi politikalarının ardında yatan temel faktör, siyasi elitlerin kendilerini parti-içi ve toplumsal düzeyde denetimden soyutlamasını mümkün kılan kurumsal zaafıydı.

Bu zaafıların başında dikey demokratik rekabetin ve dolayısıyla parti-içi demokrasinin gerçekleşmesini engelleyen 24 Nisan 1983 tarihli 2820 sayılı siyasi partiler yasası geliyor. Genel merkez ve son kertede genel başkanın sınırsız güce sahip olmasını sağlayan bu yasa sayesinde, siyasi partilerde gerçek anlamda hizmet için siyasi rekabetin gerçekleşmesi engelleniyor. Başarılı olma potansiyeli olan parti üyelerinin başarısız görevlilerin yerine talip olabilecekleri mekanizmalar devre dışı bırakılıyor. Bu yasal çerçeve içinde başlangıçta kolektif bir çabayla kurulan, yönetilen ve demokratik bir tüzüğe sahip olmakla övünen AKP gibi bir parti, zamanla bütün önemli kararların lider tarafından alındığı bir siyasi partiye dönüşebiliyor.

Siyasi elitlerin ortak özelliği, ideolojik görüşleri ne olursa olsun, toplumun hangi kesimini temsil ettiklerini iddia ederlerse etsinler, siyasi partilerin karar alma mekanizmalarına hâkim olmaları ve iktidara geldikleri zaman devlet kaynaklarını kendi ya da yakın çevrelerindeki kişi ve grupların maddi ve siyasi çıkarları için kullanma potansiyeline sahip olmalarıdır.

Nasıl oldu da Türkiye hiperenflasyonu yaşamadı?

Sadece çeyrek asır boyunca Türkiye’de hüküm süren yüksek ve kronik enflasyonun değil, bu yüksek enflasyonun hiperenflasyona dönüşmemiş olmasının da ardında Türkiye’de siyasi elitlerin gücünü sınırlayacak denge ve denetleme mekanizmalarının devre-dışı bırakılmış olması yatıyor.

Hiperenflasyona giden süreci anlamak için Türkiye'nin enflasyon sürecini, toplumsal yapı ve ekonomik politikalar açısından kendisiyle bazı benzerlikler gösteren Arjantin ve Brezilya'nın deneyimiyle karşılaştırmakta fayda var. Arjantin ve Brezilya, bütçe açıklarını kontrol altına almak ve yapısal reformları uygulamak konusunda isteksiz hükümetlere ve siyasi kadrolara sahip olmalarına rağmen, enflasyonu 1990'lı yılların ilk yarısında kontrol altına almayı başardılar. Bu ülkelerin enflasyonu daha hızlı kontrol altına alabilmiş olmalarının ardında özellikle sabit gelirlielerin enflasyon karşısında reel ücretlerini korumak için kullanabilecekleri genel grev ve uzun süreli grevler gibi toplumsal baskı yöntemlerine sahip olmaları yatıyordu.

Türkiye'de olduğu gibi, bu ülkelerde de o dönemde enflasyonla mücadelenin en önemli sorunu bütçe açıklarının kontrol altına alınması konusunda ciddi bir çabanın olmamasıydı. Hal böyle olunca, sadece ücretleri ve fiyatları kontrol etmekten ibaret olan önlemlerle enflasyonu düşürmeye çalışan hükümetler karşısında sendikalar siyasi ve toplumsal alandaki güçlerini kullandılar ve her defasında dezenflasyon programının ilanından 6 ay gibi bir süre geçmeden reel ücretleri enflasyona karşı korumak amacıyla grev ve genel grev haklarını kullanma yoluna gittiler.

Bu eylemler sonucunda enflasyon karşısında artan ücretler üretim maliyetlerinin artmasına neden oldu; şirketler bu artışları fiyatlara yansıtınca da enflasyon daha hızlı arttı. Böylece, Türkiye'de ortaya çıkmayan enflasyon-ücret artışı-enflasyon sarmalı bu ülkelerde enflasyonun çok hızla artmasına ve hiperenflasyona yol açtı.

Hiperenflasyonun maliyeti, siyasi elitler dahil bütün toplumsal kesimler için oldukça yüksektir. Vergi gelirlerinin hızla eridiği bir ortamda hiçbir hükümet ve devlet çalışamaz. Arjantin ve Brezilya için de böyle olmuştur. Hiperenflasyonu yaşamamak için siyasi elitler de sadece ücret ve fiyatların dondurulmasının ötesinde bütçe açıklarını kontrol altına almak için çaba göstermek ve dolayısıyla enflasyonu 1990'ların ilk yarısında kontrol altına almak zorunda kaldılar.

12 Eylül 1980 darbesi sonrasında sendikalar yedi yıl kapalı kaldı. 12 Eylül sonrasında çıkarılan çalışma yasalarıyla işçi sendikalarının işyeri, işkolu ve ülke düzeyinde örgütlenmelerine, grev düzenlemelerine getirilen kısıtlamalar ve özellikle de genel grev haklarının ellerinden alınması, en çok ülkeyi yöneten siyasi elitlerin çıkarına oldu.

Türkiye'de sendikaların reel ücretlerdeki düşüşün önüne geçmek için kullanabilecekleri grev ve genel grev gibi yasal hakları olsaydı neler yaşanabileceği konusunda ipuçlarını Arjantin ve Brezilya deneyimlerinde bulabiliriz. Böyle bir durumda reel ücretler aşağıya doğru esnek olmayacaktı ve bunun sonucunda 1994 krizi sonrasında enflasyon-ücret artışı-enflasyon sarmalı başlayacak ve hiperenflasyona kadar gidebilecekti. Ancak böyle bir durumda siyasi elitler, gönülsüz de olsa, enflasyonun düşürülmesi için gerekli önlemleri almak zorunda kalacaklardı.

Oysa yasal ve kurumsal çerçevenin kendilerine tanıdığı parti-ıçı ve toplumsal denetime tabi olmadan ülkeyi yönetme ayrıcalığı, siyasi elitlerin kendi çıkarlarıyla çatışan anti-enflasyonist politikaların uygulanmasını engellemelerini sağladı. Bunun sonucu olarak Türkiye çeyrek asır boyunca yüksek ve kronik enflasyonla yaşamak zorunda kaldı.

2000’li yıllarda da siyasi elitler üzerinde siyasi ve toplumsal denetimin sağlanmasına yönelik herhangi bir yasal ve kurumsal değişiklik yapılmadı. Gerçi siyasi elitlerin keyfi yönetimlerini kısıtlayacak yasal ve kurumsal reformların siyasi elitlerin kontrol ettiği parlamentodan çıkmasını beklemek de çok gerçekçi olmazdı.

12 Eylül askeri rejimi sonrasında oluşturulan yasal çerçeve demokratik siyasi rejimin ana unsuru olan siyasi partilerin toplumun sorunlarına çözüm üretmekte başarısız olduğu defalarca kanıtlanmış siyasi liderleri ve kadroları değiştirmesinin, onların yerine başarılı olabilecek alternatifleri göreve getirmesinin önündeki en büyük engeli oluşturuyor. Yine aynı yasal çerçeve, başarılı addedilen liderlerin partileri üzerindeki mutlak hâkimiyetleriyle yetinmeyip ülke siyasetinde hâkim konuma yükselmeleri için uygun bir zemin hazırlıyor.

Bugün geldiğimiz noktada siyasi elitler tarafından kontrol edilen siyasi partilerin, günümüz Türk demokrasisinin temel kurumları olduğunu söylemek hâlâ mümkün değil. 80’li ve 90’lı yıllara damgasını vuran Anavatan Partisi, Doğru Yol Partisi, Demokratik Sol Parti gibi siyasi partiler zaman içinde küçülerek marjinalleştiler ya da kapandılar. Bugün iktidarda olan AKP’nin de iktidardan düştükten sonra bu partilerin akıbetini paylaşıp paylaşmayacağını zaman içinde göreceğiz.

2018 yılı itibarıyla 16 yıldır iktidarda olan, yüksek enflasyona son verdiğini iddia eden AKP’nin yönetimi altında enflasyon yeniden yükseliş trendine girmiştir. Bu yükselişin nedeni de geçmişte olduğu gibi siyasi elitlerin engellemesi nedeniyle gerekli politika önlemlerinin zamanında alınamamış olmasıdır.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Ekonomi Bölümü öğretim üyesi

NOBEL ÖDÜLLERİ

2017 Nobel Tıp Ödülü: İçimizdeki Biyolojik Saatin İşleyişi

Halil Kavaklı¹

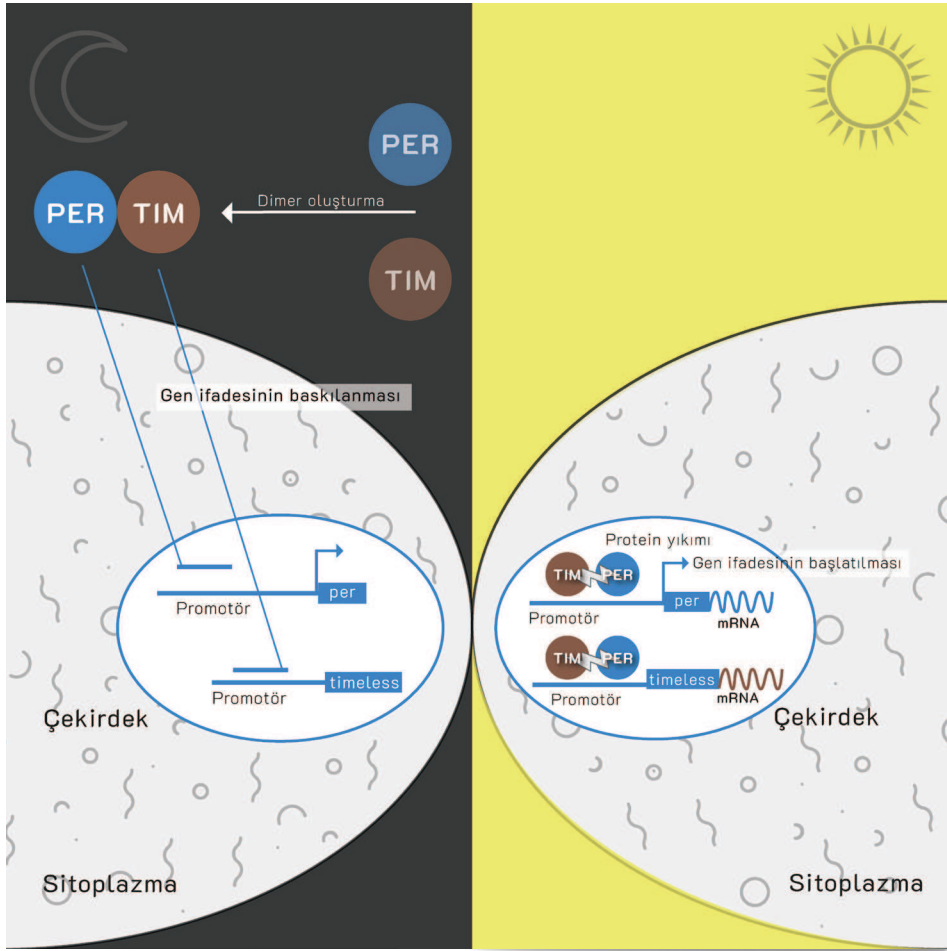
2017 Nobel Tıp Bilim Ödülü günlük (sirkadiyen) ritim alanında yapılan çalışmalara verildi.

Biyolojik ritim, tek hücreli canlılardan yüksek karmaşık canlılara kadar görülüyor. Canlılarda ritim ilk defa Fransız bilim adamı Jean Jacques d’Ortous de Marian tarafından 1729 yılında, mimoza bitkisi üzerinde yaptığı gözlemlerle ortaya çıkmıştı. De Marian mimozanın gün ışığına göre hareket ettiğini, ancak bitkinin tamamen karanlığa maruz bırakıldığında da bu hareketini devam ettirdiğini fark etmişti. Bu gözlem; bitkide içsel bir mekanizmanın var olduğu, bu mekanizma sayesinde bitkinin ritmik bir şekilde hareket edebildiği fikrinin ortaya çıkmasına sebep oldu. Sonrasında yapılan birçok çalışma memelilerde de biyolojik saatin var olduğunu ve bu saatin içsel ve çevresel faktörlerle düzenlendiğini gösterdi.

Dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesiyle oluşan gece gündüz döngüsü, canlıların birtakım fizyolojik ve biyokimyasal aktivitelerini 24 saatlik döngüye göre ayarlamasına yol açıyor. Sirkadiyen ritim denilen bu döngü karanlık-aydınlık sürecinde hücre kaynaklarının daha etkin şekilde kullanılmasını sağlıyor.

Moleküler düzeyde sirkadiyen ritmi sağlayan genler ve mekanizma ilk olarak sirke sineği, *Drosophila melanogaster*, üzerinde yapılan çalışmalarla belirlendi. 2017 Nobel Tıp Bilim Ödülü sirke sineğiyle bu alanda öncü moleküler çalışmaları yapan Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash ve Michael W. Young’a verildi. Bu araştırmacılar sirke sineğinde günlük ritmi, diğer bir deyişle sirkadiyen ritmi kontrol eden genleri buldular. Tespit edilen bu genlerin gece boyunca ürettikleri proteinlerin hücrede biriktiklerini ve gün içerisinde azalarak kaybolduklarını gözlemlediler. Bu sayede hücreler gen ifadelerini sirkadiyen zamana bağlı olarak düzenlediklerini belirlediler.

1984’te Brandeis Üniversitesi’nden Jeffrey Hall ve Michael Rosbash ile birlikte Rockefeller Üniversitesi’nden Michael Young “periyod” genini izole ettiler. Jeffrey Hall ve Michael Rosbash sonrasında bu genin sentezlediği PERİYOD (PER) proteininin gece vaktinde miktar olarak en üst düzeye çıktığını ve gündüz vaktinde ise azalarak en alt düzeye ulaştığını gözlediler. Bu şekilde sirkadiyen ritmin elde edildiğini önerdiler. Bu hipotezle engelleyici (negatif) bir geri besleme mekanizmasıyla PER proteininin kendi sentezini önleyebileceğini ve dolayısıyla kendi seviyesini sürekli, periyodik bir ritimle düzenleyebileceğini ileri sürdüler. 1994 yılında Michael Young, normal bir günlük ritim için gerekli TIM proteinini kodlayan “timeless” adı verilen ikinci bir saat geni keşfetti. Sonrasında yaptığı çalışmalarda, TIM proteininin PER proteiniyle etkileşerek hücre çekirdeğine girdiğini, her iki



Görsel 29: Sirke sineğinde oldukça basitleştirilmiş sirkadiyen ritim mekanizması. (Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash ve Michael W. Young 2017 Nobel Tıp Ödülü'nü almasını sağlayan öncü çalışmalarla önerdikleri negatif geri besleme mekanizmasının ilk halinin gösterilmesi adına sonradan bulunan genler bu modele dahil edilmemiştir.)

Memeli hücrelerde 24 saatlik kontrolün, dört ana saat proteini tarafından yapıldığı birçok çalışmada belirlendi. Bunlar, KRİPTOKROM (CRY), PERİYOD (PER), CLOCK ve BMAL1 proteinleridir. Moleküler düzeyde saat mekanizması bu proteinler arasındaki etkileşiminin oluşturduğu negatif ve pozitif döngülerden oluşuyor. CLOCK/BMAL1 ikilisi promotör bölgesindeki E-kutusuna bağlanarak farede genlerin % 35'nin ifadesini sağlayarak pozitif döngüyü oluştururken, CRY-PER ikilisi, CLOCK-BMAL1 ikilisiyle etkileşerek % 35'lik gen ifadesini baskılıyor. Bu döngü 24 saatte bir tekrarlanıyor.

Sonrasında yapılan binlerce moleküler ve epidemiyolojik çalışma günlük sirkadiyen saatin bozulmasının insanlarda: uyku-uyanma döngüsü, kan basıncı, beslenme, enerji üretimi ve depolanması, hafıza diriliği, bazı hormonların (melatonin, kortizon, sero-

tonin, vb.) periyodik salınımı ve uzun vadede çabuk yaşlanma gibi fizyolojik işlevlerin aksamasına sebep olduğunu gösteriyor. Ayrıca epidemiyolojik ve genetik çalışmalar davranış bozukluğu, nörolojik ve psikolojik hastalıklar, uyku bozukluğu, kanser, metabolik hastalıkların da sirkadiyen ritim bozukluğuyla ilişkilendiriyor.

Sirkadiyen ritmin insan sağlığı açısından önemli bir mekanizma olmasından dolayı 2017 Nobel Tıp bilim ödülü sirkadiyen ritim alanında sirke sineğiyle öncü çalışma yapan bilim insanlarına verildi.

¹Koç Üniversitesi Kimya ve Biyoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi

2017 Nobel Fizik Ödülü: Kütleçekimi Dalgaları

Ali Alpar¹

2017 Nobel Fizik Ödülünü kütleçekimi dalgalarını ilk kez gözleyen LIGO (Lazer Interferometre Kütleçekim Dalga Gözlemevi) deneylerinin lider tasarımcı ve uygulayıcıları olarak Barry Barish, Kip Thorne ve Rainer Weiss aldılar. LIGO ve VIRGO çok uluslu büyük bilimsel iş birliği projeleri. Bu ilk keşiften beri LIGO üç benzer olay daha kaydetti, bunların sonuncusu Ekim 2017 içinde LIGO'nun yanısıra İtalya'daki VIRGO deneyiyle de kaydedildi.

İlk keşif, 14 Eylül 2015'te ABD'de Washington ve Louisiana eyaletlerinde bulunan birbirinden 3000 kilometre uzaktaki iki LIGO interferometre (girişim ölçer) alıcısının 0,01 saniye arayla aynı kütleçekim dalgası sinyalini kaydetmeleriyle gerçekleşti. İki ayrı kayıt sinyalin gerçek olduğunu, uzaydan geldiğini; iki kayıt arasındaki zaman farkı ise gelen dalganın ışık hızıyla hareket ettiğini gösteriyor.

Böylece, Einstein'ın genel görelilik teorisine göre, birbirinin etrafında gitgide hızlanarak ve yaklaşarak dönen iki karadeliğin sonunda birbirine kavuşup tek karadelik haline gelirken saldıkları kütleçekimi dalgaları gözlenmiş oldu. Kaydedilen sinyal bunun için Einstein'ın önerdiği formüle tamtamına oturuyor. Bu keşif ilk kez dünyamıza ulaşan kütleçekimi dalgalarının doğrudan kaydedilmesi demek.

Daha önce Roger Hulse ve Joseph Taylor birbiri etrafında dönen iki nötron yıldızını radyo teleskoplarla gözleyerek bunların birbiri etrafındaki yörüngesinin değiştiğini; bu değişikliğin ikili sistem kütle çekimi dalgaları yaydığı için, tam da Einstein'ın formülüne göre beklenen şekilde olduğunu bulmuşlardı (1993 Nobel Fizik Ödülü). LIGO'nun kaydettiği sinyal ise dolaylı olarak değil, doğrudan kütleçekimi dalgalarının varlığını gösterdi. Aynı zamanda ilk kez iki karadelikten oluşan bir sistem gözlenmiş oldu.

Kütleçekimi dalgası, bir çiftyıldız sistemi gibi değişen bir kütleçekimi kaynağının uzayda mesafelerin uzayıp kısalmasına sebep olması ve bu etkinin ışık hızıyla dalgalar halinde dört bir yana yayılması demek.

Olayın kaynağından bize ulaşan dalganın yönüne dik olan düzlemde mesafeler bir uzayıp bir kısalıyor. Bir yönde mesafeler kısalırken aynı anda diğer yönde mesafeler uzuyor. Dalgalar en kuvvetli olarak, birbirinin içine düşen karadelik çiftlerinde gibi olaylarda oluşuyor. Tam da LIGO deneyi çalıştığı esnada herhangi bir galakside bir karadelik çiftinin ömrünün son saniyelerine denk gelen bu kavuşma olayını yaşaması çok nadir bir olay. Ama evrende o kadar çok galaksi var ki bunlardan yeterince yakın birinden böyle bir sinyal kaydetme ihtimali yeterince yüksek. Zaten milyarlarca dolarlık yatırım gerektiren LIGO projesi bilim insanlarının bu başarı ihtimalini iyi hesaplamalarıyla gerçekleşti. Sonuç da yanlışladıklarını gösteriyor.

LIGO'nun ölçtüğü uzay kısalma-uzamaları, interferometrenin birbirine dik iki kolunun 4 km olan uzunlukları üzerinde ancak 10^{-15} m yani bir metrenin trilyonda birinin binde biri kadar (bir atom çekirdeği kadar) değişiklikler. Bu müthiş duyarlı mesafe ölçümü ise girişim ölçümü (interferometre) ile sağlanabiliyor.

Vakum (boşluk) ortamında tüpler içinde gönderilen lazer ışınları birbirine dik 4 kilometrelik iki kolda koşturuluyor. Aynalardan yansıtılıp geri geldiklerinde iki kolun uzunlukları tam aynı değilse iki koldan gidip gelen lazer dalgalarının arasında faz farkı oluyor. Yani dalganın biri tepe yaparken diğeri de aynı anda tepe yapmıyor. Bunun sonunda bir girişim deseni oluşuyor, tıpkı su dolu bir havuzda iki parmağınızla iki ayrı dalga yarattığınızda oluşan desende halka halka yayılan iki dalganın üstüste bindiği desen gibi. Lazer teknolojisinin, vakumun, aynaların ve bunun gibi her şeyin son derece hassas biçimde tasarlanıp uygulanmasıyla etraftaki bütün gürültüler ayıklanıp bu ufak kütleçekimi sinyali kaydedilebildi. Böylece en temel bilim alanında, genel görelilik, karadelikler, kütleçekimi dalgaları üzerine bir deney tasarlanırken lazer fiziği ve teknolojisinde de en uç noktada yeni teknoloji elde edilmiş oldu.

Farklı kütlelerde karadelik çiftlerinin birbiri içine düşerken yayacakları sinyaller Einstein'ın denklemlerinden ayrı ayrı sistemler için yapılan milyonlarca bilgisayar hesabıyla elde edilip bu beklentiler tek tek deneyde gözlenenle karşılaştırılıyor. İşte böylece gözlenen sinyalin biri 36 diğeri 29 Güneş kütleli 2 karadelik birbiri kavuşmasından geldiği kesinlikle anlaşılmış oldu. Ömürlerinin son saniyesinde karadelikler birbiri etrafında saniyede 300'den başlayıp çabucak saniyede 700'e kadar çıkan hızlarla dönüyorlar. Bu frekanslar insan kulağının duyabileceği (audio) frekanslar olduğu için interferometreden gelen voltaj sinyalleri hoparlöre verilince karadeliklerin "müziğini" duyabiliyoruz.

Müzik ve dans birden, iki karadelik 62 Güneş kütleli tek bir karadelik olunca bitiyor. Başlangıçtaki toplam kütle 65 Güneş kütleliydi, aradaki 3 Güneş kütleli c^2 enerji farkı ($E=mc^2$) bize kadar ulaşan kütleçekimi dalgalarını oluşturdu. Bu ilk keşiften sonra gözlenen diğer üç olay da yine yaklaşık 30'ar Güneş kütleli karadeliklerden kaynaklanıyor çünkü en kuvvetli kütleçekimi dalgalarını bu sistemler yayıyor. Önümüzdeki on yıl içinde LIGO ve VIRGO daha düşük kütleli karadelik ve nötron yıldızı çiftlerinden gelen sinyalleri de algılayabilecekler.

¹Bilim Akademisi üyesi, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

²Mehmet Ali Alpar, Bilim Akademisi Konferansı'ndan, Aralık 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=bSGeJ3KNKzM&t=2s>.

³İki karadeliğin çarpışmasından gelen sinyal ses dalgalarına çevrilmiş olarak dinlenebilir. (Kaynak: LIGO Lab Caltech) <https://youtu.be/QyDcTbR-kEA>.

2017 Nobel Kimya Ödülü: Hayatın Resmini Dondurmak (cryo-mikroskop)

Mehmet Ali Gülgün¹

Maddenin atom seviyesindeki yapısı ve özellikleri ile işlevleri arasında kuvvetli bir bağlantı (korelasyon) bulunur. Bu yüzden bilim insanları maddenin atomlarını ve onların düzenini görüntülemek için onlarca yıldır inanılmaz bir çaba içindeler.

Çünkü görmek inanmaktır. Bunu da sağlayacak en önemli aletlerden birisi elektron mikroskobu. Elektron mikroskobunda optik mikroskobun aksine görünür ışık yerine çok daha küçük dalga boyuna sahip elektronlar görüntüleme için kullanılıyor. Bir mikroskobun çözünürlüğü de kullanılan “ışığın” dalgaboyuna orantılıdır. Dolayısıyla bilim insanları bir elektron mikroskobuyla maddeyi bir araya getiren atomları görüntüleyebiliyorlar. Bu güçlü mikroskobun ve tekniğin geliştirilmesine ilk Nobel Ödülü 1986 yılında Ernst Ruska'ya verilen fizik Nobel'i idi. Her ne kadar birçok inorganik maddenin atom seviyesinde görüntülenmesi rutin olarak yapılabilmekte ise de hayata imkân veren organik moleküllerin yüksek çözünürlüklü yapıları, Jacques Dubochet, Joachim Frank ve Richard Henderson'ın birbirini tamamlayan çalışmalarından önce mümkün değildi². Bu yüzden 2017 yılı Kimya Nobel Ödülü bu üç bilim insanına cyro-elektron mikroskobunun geliştirilmesi ve böylece biyolojik moleküllerin atom seviyesindeki görüntülenmesindeki çalışmalarından dolayı layık görüldü.

Biyolojik büyük (makro) moleküllerin hayatsal birçok reaksiyonda önemli rol oynadığı 1950'li yıllardan itibaren biliniyordu. Hatta X-ışını kırınımı deneyleriyle simetrik ve kristalleşebilen biyomoleküllerin genel bükümlü ve spiral şekli hakkında ilk bulgular elde edilmeye başlanmıştı. 1980'li yıllarda da NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) ölçümleri sayesinde nispeten küçük biyomoleküllerin atom seviyesindeki yapıları çözülmeye başlandı.

Ancak X-ışını deneyleriyle genelde kristalleşebilen biyomoleküller incelenebiliyor ve NMR ile ise sadece küçük moleküller analiz edilebiliyordu. 2017 Kimya Nobel Ödülü sahibi Richard Henderson'a göre çözüm elektron mikroskobuydu. Ancak Henderson'ın öğrencilik yıllarında “biyomoleküller elektron mikroskobu için uygun değil” kanaati hâkimdi. Biyomoleküller güçlü elektron hüzmesi altında bozunuyordu. Ayrıca elektron mikroskopları vakum altında çalıştıklarından ilk önce kurutulmaları gerekiyordu, aksi takdirde molekülleri çevreleyen su vakum altında hemen buharlaşıyordu. Bu kurutma sırasında da biyomoleküller doğal or-

tamlarındaki şekillerini koruyamıyorlar ve çöküyorlardı. Halbuki biyomoleküllerin ve özellikle protein gibi büyük (makro) moleküllerin işlevleri doğrudan 3 boyutlu yapılarıyla bağlantılıdır.

Dolayısıyla bu moleküllerin doğal ortamlarında ve şekillerinde görüntülenmesi gerekir. Henderson buharlaşma sorununu aşabileceğini, fotosentez yapan bacteriorhodopsin proteinin kendi membranı (zarı) içinde glikoz çözeltisiyle kaplanmış olarak mikroskopta incelediğinde fark etti³. Bu protein çok düşük dozlardaki elektron hüzmeleri altında uzun süre bozunmadan durabiliyordu. Çözünürlük henüz atom seviyesinde değildi fakat aynı tip protein moleküllerini farklı açılardan görüntüleyerek ve daha sonra bu 2 boyutlu görüntüleri birleştirerek proteinlerin 3 boyutlu dalgalı görüntülerini oluşturdular. Çözünürlük henüz 7 Angstrom (0,0000007 milimetre) seviyesindeydi ve atomların moleküldeki yerlerini görmek için yeterli değildi.

Henderson'ın yıllar süren ve dünyanın farklı yerlerindeki elektron mikroskoplarını kullanarak yaptığı çalışmalar 15 yıl sonra sonuç verdi ve X-ışınıyla elde edilebilen çözünürlükte 3-boyutlu protein yapısını 1990 yılında yüzlerce 2 boyutlu görüntüyü inceleyip birleştirerek ortaya koydu⁴.

Bacteriorhodopsin özel bir proteindi ve doğal yapısını glikoz çözeltisiyle kaplandığı zaman elektron mikroskobunun vakum ortamında koruyabiliyordu. Tekniğin diğer biyomoleküllere uygulanabilmesi ise 2017 Kimya Nobel ödülü diğer sahibi Jacques Dubochet'in numune hazırlamadaki çalışmaları sayesinde mümkün oldu. Jacques Dubochet, biyomoleküllerin elektron mikroskobuyla, doğal ortamlarındaki hallerinde izlenebilmeleri için dondurulmaları gerektiğini ve bunu yaparken de suyun kristallenmeden buz (vitriye buz) haline geçmesi gerektiğini biliyordu. Etan sıvı azot kullanarak soğuttuğu cryo-metotla suyu amorf (düzensiz yapıda) katılaştırmayı başardı. Bu vitriye katı haldeki su -160°C altında kaldığı sürece, buz kristallerinin aksine son derece düşük kontrastlı ve monoton bir arka fon oluşturuyor ve biyomoleküllerin (katılaşmış) su içindeki yapılarının görüntülenmesine izin veriyordu. Su o kadar hızla katılaşıyordu ki biyomolekülleri fonksiyonlarının farklı aşamalarında dondurmak mümkün oluyordu. Dubochet'in tekniği kısa sürede biyoloji alanında ve elektron mikroskobuyla çalışan bilim insanları tarafından kullanılmaya başladı. Henderson bunlardan biriydi.

Bulmacanın son halkası, 2017 Kimya Nobel ödülünün üçüncü sahibi tarafından çözüldü. Joachim Frank geliştirdiği matematiksel algoritmayla elektron mikroskopunda elde edilen nesnenin 2 boyutlu izdüşüm imajlarından ilk önce benzerlikleri kullanarak daha net bir görüntü yaratıyor, daha sonra bu algoritma numune tutucunun üzerinde farklı açılarda oturan benzer birçok proteinin resimlerinden molekülün 3 boyutlu şeklini başarıyla ortaya çıkarıyordu. Bu sayede periyodik yapısı olmayan biyomoleküllerin de angström boyutunda atom yapısının tayinine imkân veriyordu.

Dubochet'in geliştirdiği dondurma tekniği sayesinde dağınık yapılı biyomoleküller sulu doğal ortamlarında korunabiliyor ve kuvvetli elektron hüzmesi altında incelenebiliyor, Henderson'ın kullandığı gelişmiş elektron görüntüleme teknikleri sayesinde moleküllerin iki boyutlu izdüşümleri atom seviyesinde bir çözünürlükle elde edilebiliyor ve Frank'in algoritmaları sayesinde yüksek çözünürlüklü 2 boyutlu resimlerden moleküllerin 3 boyutlu şekilleri oluşturulabiliyor.

Bu Nobel ödüllü üç bilim insanı ve ekiplerinin çalışması sonucu artık biyomoleküllerin atom seviyesindeki yapıları ile fonksiyonları arasındaki bağlantı kurulmaya başlandı.

¹Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi

²The Nobel Prize in Physics 2017 – Popular Information: They captured life in atomic detail, nobel-prize.org.

³Henderson R. ve P.N.T. Unwin, (1975). “Three-dimensional model of purple membrane obtained by electron microscopy”, Nature, 257, ss. 28-32.

⁴Henderson, R., J.M. Baldwin, T.A. Ceska, F. Zemlin, E. Beckmann ve K.H. Downing, (1990). “Model for the structure of bacteriorhodopsin based on high-resolution electron cryo-microscopy”, J. Mol. Biol., 213(4), ss. 899-929.

2017 Nobel Ekonomi Ödülü: Richard Thaler ve Davranışsal İktisada Katkıları

Refet Gürkaynak¹

İktisadi sonuçlar insan davranışının sonucu olduğu için iktisat, temelinde, insanın iktisadi davranışını çalışmak zorundadır. İnsanın iktisadi ve diğer davranışları birbirlerinden ayrı olmadıkları için bu, hızla iktisatçıları insan davranışını çalışmaya götürür. Bu psikolojinin de çalışma alanıdır.

İktisadın kullandığı araç gerecin insanın bütün davranışlarını çalışmak için elverişli olup olmadığı, iş piyasasına katılmak, tasarruf etmek gibi kararlarla evlenip çocuk sahibi olmak gibi kararların aynı düşünsel süreçlerin sonucu olup olmadıkları iktisadın içinde de dışında da hareketli tartışma alanları. Ancak, analize başlamak için insan doğasına, karar alma şekline ilişkin bazı varsayımlardan başlamak gerekmesi iktisadı en dar tanımıyla tanımladığımız zaman da geçerli.

İktisatçılar üzerinde çalıştıkları soruları temiz düşünebilmek için modeller kullanırlar, bu diğer bilim alanlarında da farklı değildir. Her şeyi birden anlayacak kadar derin bilişsel kapasitemiz olmadığı için dünyayı kendimiz için kolaylaştırıp öyle anlamaya çalışıyoruz. İnsan davranışı konusunda standart model insanların rasyonel oldukları. Rasyonel her şeyi doğru yapan demek değil, sadece kendini düşünen demek hiç değil. Rasyonel insan tercihlerine göre (ki bu tercihler başka insanların mutluluğunu, adil bir gelir dağılımı isteğini vb. içerebilir) seçim yaparken eldeki bilgiyi doğru kullanan, tutarlı tercihleri olan insan. Burada “bilgiyi doğru kullanmak” matematiksel olarak iyi tanımlı ve iktisatçıların anlayışlarını disipline eden

bir kavram. Gördüğümüz iktisadi vakıayı “bu sefer de insanlar böyle istemişler zahir” diye açıklamaktansa “insanlar nasıl teşvikler, nasıl bir yapı görmüşler ki bunu yapmayı uygun bulmuşlar” diye sormamızı sağlıyor.

Bu anlamıyla rasyonalite iktisadi araştırmayı kuvvetle şekillendiren bir insan davranışı varsayımı. Ancak hem iktisat hem de psikoloji yazınları insanların rasyonel davranmadıkları, rasyonaliteden sapmaların sistematik ve tahmin edilebilir olduğu örneklerle dolu. Örneğin, insanların emekli olabilecekleri ilk anda değil, birkaç yıl daha çalıştıktan sonra emekli olmalarını istiyorsanız, geç emekliliği daha yüksek maaşlı hale getirebilirsiniz. Bunu insanlara iki şekilde söylemek mümkün: ya “Şimdi değil sonra emekli olursan ayda 200 lira kazancın olur” ya da “Sonra değil şimdi emekli olursan ayda 200 lira kaybın olur” diye. Verilen bilgi tamamen aynı olduğu için rasyonel insanın bilgi nasıl verilirse verilsin aynı kararı almasını bekleriz. Ancak insanlar bilgi ilk şekilde verildiğinde “200 lira kazanç olmayıversin” diye erken emekli olup, ikinci şekilde verildiğinde “aman kaybım olmasın” diyerek emekliliklerini erteliyorlar. Buna yazında “kayıptan kaçınma” ve “çerçeve etkisi” deniyor ve Daniel Kahneman ve Amos Tversky’nin psikoloji deneyleriyle biliniyor. Türkiye’de de çok satan *Hızlı ve Yavaş Düşünme* kitabının yazarı Daniel Kahneman psikoloji yazınına insanların rasyonaliteden uzak davranışlarını gösteren katkıları nedeniyle, yaptığı işler iktisat anlayışımızı da çok geliştirdiği (ve bir psikoloji Nobel Ödülü olmadığı) için iktisat Nobel’i aldı.

Bu sene iktisat Nobel Ödülü’nü alan Richard Thaler da aynı minvalde işleri, bu sefer iktisat yazını ve yöntemi içinde yapan bir bilim insanı. Thaler’ın yaptığı tür, yani insanların rasyonel olduklarını varsaymayıp nasıl davrandıklarına bakan ve bu davranışları veri olarak iktisat politikası geliştiren işlere “davranışsal iktisat” deniyor. Thaler bu araştırmalarını “dürtmek” adını verdiği, küçük davranış çerçevesi değişiklikleriyle insanların daha iyi kararlar (“iyi karar” kavramı genel olarak netameli olmakla birlikte bu bağlamda refahı artıran karar olarak iktisatçıların aşına oldukları bir şekilde tanımlı) vermelerini sağlayacak çalışmalara da dönüştürüyor. Bu isimdeki (*Nudge*-Dürtmek) kitabı da uzman olmayan okuyucular için de aydınlatıcı bir kaynak.

Bu davranışsal dürtmelerin Türkiye’deki en göz önündeki örneği işe başlayan insanların bireysel emeklilik sistemine zorunlu olarak dahil edilip istedikleri zaman çıkabilmeleri. Bu aslında rasyonel olarak sisteme dahil olmayıp istendiği zaman girmekle eşdeğer ancak insanlar varsayılan şık (burada BES’e dahil olmak) olarak kendilerine sunulan seçeneği değiştirmeme eğiliminde oluyorlar. (Türkiye örneği, gerçi, bunun çok kuvvetli bir örneği değil.)

Thaler’ın bir başka ünlü işi, Knetsch ve Kahneman ile düşünmüş olduğu diktatör oyunu. Burada birbirini tanımayan ve bir daha görmeyecek olan iki oyuncudan birine (diktatör) bir miktar para verilip bu parayı kendisi ve diğer oyuncu arasında bölüştürmesi isteniyor. İkinci oyuncunun hiçbir söz hakkı yok. Sadece kendini dü-

şüen bir karar alıcının paranın hepsini alıp gitmesi beklenir. Halbuki insanların çoğu paranın bir kısmını diğer oyuncuya veriyor, hatta epey “diktatör” parayı eşit paylaştırıyor. Dolayısıyla insanların bir bölüşüm ve adalet derdi olduğunu, kendi doğrudan menfaatlerine aykırı da olsa adil olduğunu düşündükleri sonuçları görmek istediklerini anlıyoruz. Hatta insanların çoğu, imkânları olduğunda, bu oyun-da “adil” davranmayanları cezalandırmak için maddi maliyetler yüklenmekten de kaçınmıyor.

Genel olarak adalet algısının insanlar için öneminin Türkiye’deki yakın zamandaki bir örneği Atatürk Havalimanı’ndaki patlamadan sonra taksilerin şehir merkezine 300 liraya yolcu taşımalarına duyulan infial. Burada taksimetre kullanmamanın kanunsuzluğu bir yana, iktisada giriş dersi almış herkesin talep şoku diye göreceği ve dolayısıyla fiyatın doğal olarak artmasını bekleyeceği bir durum söz konusu. Halbuki bunu doğal görmek kimsenin aklına gelmediği gibi, genel bir infial ve taksicilerin cezalandırılması isteği ortaya çıkıyor. Thaler’ın birçok çalışması insanların arz yönlü şoklar nedeniyle ortaya çıkan fiyat artışlarını (benzin fiyatı arttı, taksi ücretleri arttı, gibi) makul gördüklerini ancak talep yönlü şoklar nedeniyle artan fiyatları (patlama oldu, taksi ücretleri arttı, gibi) adil bulmayıp bunlara tepki gösterdiklerini ortaya koyuyor.

Thaler’ın büyük katkı yaptığı bir başka davranışsal iktisat alanı “öz kontrol”. Bunu insanların gelecekteki kendilerine güvenememeleri diye anlamak mümkün. Eve gelen misafirin getirdiği pastanın kalan kısmı için “al yanında götür, kalırsa hepsini yerim” demek bunun bir örneği. Aynı insan aslında tasarruf etmek isterken maaşını alınca dayanamayıp harcayacağını düşünüyorsa yine gelecekteki kendisine (haklı olarak) güvenmediği için ne yapacağını bilmiyor olabilir. Bunlar rasyonellikle açıklanmayan davranışsal olgular ve insanlar böyle davranıyorsa onları bu davranışlarına uygun “dürtecek” iktisadi yapılara, teşvik sistemlerine ihtiyaç var. Thaler’ın önemli bir özelliği bu sistemler üzerine de çalışması.

Bu tür davranışsal iktisat temelli politika çalışmaları ABD ve İngiltere’de sistematik olarak yapılıyor. Türkiye’de, BES örneğinden başka, bilinçli olarak bunun yapıldığı çok fazla uygulama mevcut değil. Öte yandan, akademik olarak Türkiye’de de davranışsal ve deneysel iktisat çalışmaları yapılıyor. Her ikisi de Bilim Akademisi’nin BAGEP ödülünü almış olan Bilkent Üniversitesi’nden Emin Karagözoğlu ve Koç Üniversitesi’nden Seda Ertaç bu alanın önde gelen araştırmacılarından.

*Yorumları ve önerdiği örnekler için Emin Karagözoğlu’na teşekkür ederim.

¹Bilim Akademisi üyesi, Bilkent Üniversitesi İktisat Bölümü öğretim üyesi

2018 Nobel Tıp Ödülü: Kanser Tedavisinde Bağışıklık Sistemi

Tolga Sütü¹, Dicle Güç²

Her sene Ekim ayının ilk pazartesi günü tıp dünyasının gözleri, Stockholm'deki Karolinska Enstitüsü'nde toplanan Nobel Meclisi'ne çevrilir. Aylarca büyük bir gizlilikle yürütülen aday gösterme ve değerlendirme sürecinin sonunda alınan karar bu yıl 1 Ekim'de bir basın açıklamasıyla tüm dünyaya duyuruldu. Bu karara göre, 2018 Yılı Nobel Tıp Ödülü “bağışıklığın negatif düzenlemesinin baskılanmasıyla kanser tedavisi konusundaki keşifleri” için James P. Allison ve Tasuku Honjo arasında paylaşıldı.

James P. Allison halen Amerika'daki Texas Üniversitesi, MD Anderson Kanseri Merkezi'nde İmmünoloji Bölüm Başkanlığı'nı yürütüyor. Ödüle konu olan çalışmalarına 1990'lı yıllarda California Üniversitesi Berkeley'de yönettiği araştırma grubuyla başlamıştı. Ödülün diğer yarısının sahibi olan Japon bilim insanı Tasuku Honjo ise 1984'ten beri çalışmalarını Kyoto Üniversitesi'nde sürdürüyor.

Peki, bilim dünyasının en önemli ödülllerinden olan Nobel'e layık görülen bu keşifler tam olarak nedir? Bağışıklık sistemimiz ve tümörler arasındaki ilişkiye dair neler biliyoruz? Bağışıklık sistemini kullanarak kanseri tedavi etmek mümkün müdür?

Kanser ve bağışıklık sistemi

Kanser, tüm dünyada önemli bir ölüm nedeni. Kötü huylu tümörler, kontrolsüz büyüyerek bulundukları dokuda hasara ve fonksiyon kaybına neden olurlar. Ayrıca uzak organlara da yayılarak benzer etkiler gösterirler. Bağışıklık sistemi (immün sistem), kanımızda ve dokularımızda gezinerek vücudu yabancı etkenlere karşı koruyan birçok farklı hücre çeşidinden ve bu hücrelerin işlevlerini yerine getirmek veya birbirleriyle haberleşmek için kullandıkları biyolojik moleküllerden oluşan oldukça karmaşık bir ağıdır. Bağışıklık sistemi, kendinden olma yabancı olandan ayırt etme yeteneğine sahiptir. Bu özelliği sayesinde tehditleri algılayıp bunlara karşı etkin bir cevap oluşturarak sağlıklı bir yaşam sürdürmemizi sağlayabilir. Ancak, bağışıklık sistemi tarafından tümörün tanınması, karmaşık ve zorlu bir süreçtir. Buradaki temel nokta; normal hücresel büyümenin ve organizasyonun, kansere dönüşümden ayırt edilebilmesidir. Bu süreç, bağışıklık sisteminin hücreleri tarafından tümörün üzerinde bulunan farklı moleküllerin (antijenlerin) tanınmasını ve bağışıklık yanıtının uyarılmasını içerir. T hücreleri, tümör hücrelerinin doğrudan tanınması ve öldürülmesinde görevli en etkin hücreler arasındadır.

Bağışıklık sisteminin fonksiyonlarından biri de kansere dönüşmeye başlayan hücrelerin büyümesini durdurmak veya zararlı hale gelmeden bunları yok etmektir. Zaten, kansere karşı bağışıklık yanıtlarının en güçlü ve etkili olduğu aşama, kanserleşmenin henüz başladığı erken evrelerdir. Zira tümör büyürken ortaya çıkan genetik veya epigenetik (gen dizisinde oluşan mutasyonlar dışında, DNA'nın kim-

yasal modifikasyonları sonucunda ortaya çıkan değişiklikler) değişimler, tümörün bağışıklık sistemi tarafından tanınmasını engelleyerek farklı nitelikte kanser hücrelerinin ortaya çıkmasına neden olur. Bağışıklık sistemi tarafından tanınamayan bu hücreler ortadan kaldırılamayarak kontrolsüz bir şekilde çoğalmaya başlarlar. Bu hücreler, bağışıklık sistemi hücrelerinden kaçmayı ve hatta bağışıklık sistemini baskılamayı da başarabilirler. Bu durum, kanser hastalığının ortaya çıkışına ve tedavi edilmezse bireyin ölümüne neden olabilir. İlerlemiş kanserlerin tedavisi çok zordur ve bu alanda yeni tedavi yaklaşımlarına ihtiyaç vardır.

İmmün kontrol noktaları

İmmün kontrol noktaları bağışıklık sisteminin kendi kendisini kontrol etmekte kullandığı mekanizmalardır. Bağışıklık sisteminin kendinden olanı yabancından ayırt edebildiğinden bahsetmiştik. Virüs, bakteri veya tümör gibi bir tehlikeyi tanıyan bağışıklık sistemi derhal bu tehdidi ortadan kaldırmak üzere aktif hale gelir. T hücreleri organizmanın savunmasında çok kritik rol alan hücrelerdir. T hücreleri, lenf düğümlerinde MHC (*Major Histocompatibility Complex*) molekülleri üzerinde kendilerine sunulan antijeni, T hücresi reseptörü (*TCR-T Cell Receptor*) adı verilen protein yapıda bir molekülü kullanarak tanır. Bu şekilde aktivasyon için ilk sinyali alır. İkinci sinyal, T hücresi yüzeyindeki CD28 molekülünün antijeni sunan hücre üzerindeki B7 molekülüne bağlanmasıyla gerçekleşir ve bu iki sinyalin bir araya gelmesiyle T hücresi bu yabancı etkene karşı özgül şekilde aktif hale geçer. Artık onunla savaşmaya hazırdır. Aktive olan ve sayıları artan T hücreleri dolaşıma geçerek hızla tehdidin bulunduğu dokuya gider ve burada saldırıyı başlatır.

Saldırıya hazır hale gelen T hücrelerinde pozitif ve negatif düzenlemeler ortaya çıkar. Pozitif düzenlemeler, T hücrelerini daha saldırgan hale getirir ve etkin bir bağışıklık cevabının ortaya çıkmasını sağlar. Yabancı tehditlere karşı ortaya çıkan bu cevabın aşırı aktivasyonu, sağlıklı hücre ve dokularda yıkıma neden olabileceği için çok iyi kontrol edilmek zorundadır. İşte, bağışıklık sisteminin negatif düzenlenmesi burada devreye girer. Aktif halen gelen T hücrelerinde o ana kadar hücre içinde bulunan CTLA-4 molekülü hücre yüzeyine taşınır. Bu molekül de tıpkı aktivasyon için ikinci uyarıyı sağlayan CD28 molekülü gibi B7 molekülüne bağlanır. Ancak CTLA-4'ün CD28'e bağlanma eğilimi çok daha fazladır ve bu bağlanma sonucunda T hücresi aktivasyonu durdurulabilir. Aktive olmuş T hücreleri işte bu fren sistemi sayesinde görevlerini yerine getirdikten sonra tekrar dinlenme haline dönerler.

Kanser hücreleri, T hücreleri ve antijen sunucu hücreler (APC) arasındaki etkileşimlerde T hücresi reseptörünün yanı sıra pozitif düzenleme için CD28, negatif düzenleme içinse CTLA-4 ve PD-1 gibi immün kontrol noktası molekülleri önemlidir. CTLA-4 ve PD-1 ligandlarının APC veya tümör hücreleri tarafından T hücresine sunulması, bağışıklığın baskılanmasını beraberinde getirir. Şekilde, anti-CTLA-4 ve anti-PD-1 antikorları sayesinde bu etkileşimlerin baskılanmasıyla bağışıklık sistemi üzerindeki fren mekanizmalarının nasıl ortadan kaldırıldığı gös-

teriliyor.

Benzer bir negatif düzenleme sistemi T hücresi üzerinde bulunan PD-1 molekülü için de geçerlidir. PD-1 molekülü de aynı CTLA-4 gibi aktif hale gelen T hücrelerinin yüzeyinde ortaya çıkar ve hedef hücre üzerindeki ligandına bağlandığında T hücre aktivasyonunu durduran bir fren olarak görev yapar. Kanser hücreleri de PD-1'e bağlanacak molekülleri yüzeylerinde bulundurarak bağışıklık sisteminin aktivasyonunu durdurup ve kendilerini yok etmesini önleyebilirler.

İmmünoterapi, tedavi amaçlı olarak bağışıklık sisteminin kullanılmasıdır ve bu amaçla genellikle kanser hücrelerinin hedeflendiği çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. James P. Allison ve Tasuku Honjo'nun tanımladığı tedavi şeklinin en yenilikçi ve dikkat çekici yönü ise verilen ilaçların hiçbir şekilde kanser hücrelerine yönelik olmayışı. Tedavi tamamıyla bağışıklık sisteminin frenlerinin geçici bir süre durdurulması ve aktivasyonunun devamlılığını hedefliyor. Bu da tedavinin tek bir kanser tipine değil, birçok kansere yönelik kullanılabilmesine olanak sağlıyor.

James Allison ve Tasuku Honjo

James P. Allison 1990'lı yıllarda CTLA-4 molekülünün T hücrelerinde bir fren görevi gördüğünü tespit etti ve bu freni ortadan kaldıracak bir başka molekül (antikor) tasarladı. Fareler üzerinde yaptığı ilk deneyler CTLA-4 blokajı yapan antikorlarla tedavi edilen farelerin kanserinin yok olduğunu gösterdi. Devamında insanlar üzerinde çalışmalar başladı ve 2010 yılında bir tür cilt kanseri olan malign melanom hastalarında yapılan kapsamlı bir klinik çalışma umut veren sonuçlar ortaya koydu. Tedavinin ana fikri, ilaç verildiği sürece bağışıklık sisteminin kanser hücrelerine saldırmasının önündeki engelleri kaldırmaktır.

Tasuku Honjo 1992 yılında PD-1 molekülünü buldu ve bu molekülün fonksiyonlarını ilerleyen yıllarda tanımladı. PD-1'in de tıpkı CTLA-4 gibi bir fren işlevi gördüğünü ama farklı mekanizmalarla çalıştığını gösterdi. PD-1'i bloklayan ilaçların kanser tedavisinde olumlu sonuçlar ortaya çıkarttığı önce farelerde, daha sonra ise klinik denemelerde gösterildi. 2012 yılında farklı kanser tiplerinde yapılan klinik çalışmalar, daha önceleri tedavisi mümkün görülmeyen, metastazı olan kanser hastalarında uzun süreli tedavi cevapları sağladı.

James P. Allison ve Tasuku Honjo'nun araştırmaları sayesinde, daha önce çok zor olduğundan bahsettiğimiz ilerlemiş kanseri olan hastaların tedavisi veya yaşam sürelerinin hayal bile edilemeyecek sürelerde uzatılması mümkün hale geldi.

Allison ve Honjo'nun Nobel ödülüne layık görüldüğü 2018 senesi itibarıyla anti-CTLA-4 tedavisinin bir hastaya ilk defa verilmesi üzerinden 15 yıl, ilk anti-PD-1 tedavisi üzerinden ise 12 yıl geçmiş bulunuyor. Geçen zaman içerisinde bu tedavileri alan hastaların verdikleri olumlu cevaplar sayesinde kanser tedavisinde büyük ilerleme kaydedildi ve immün kontrol noktalarının bloklanması yeni bir kavram

olarak kanser araştırmalarının merkezine oturdu. CTLA-4 ve PD-1'e dayalı tedavilerin tek başlarına çalışmalarının yanı sıra birlikte kullanılmaları durumunda etkilerinin daha da arttığı görülüyor. 2017 yılında yayınlanan son çalışmalara göre malin melanom hastalarında 3 yıllık hayatta kalma oranı anti-CTLA-4 tedavisi alanlarda % 37 ve anti-PD-1 tedavisi alanlar % 56 iken her iki ilacı birlikte kullanan hastalarda % 68 olarak gözlemlenmiş.

Allison ve Honjo'nun bu öncü çalışmalarını takiben halen immün kontrol noktalarının bloklanmasına dayalı birçok yeni tedavi geliştiriliyor. İmmün kontrol noktalarının bloklanması, bu yönüyle doğrudan tümör hücrelerini hedefleyen birçok tedavi yönteminden ayrışıyor; bir destek ve alternatif olarak ön plana çıkıyor. Herhangi bir kanser türüne has bir mekanizmayı değil de genel bir bağışıklık cevabını hedeflediği için test edildiği hemen her kanser türünde olumlu sonuçlar veren bu yeni nesil ilaçlar, radyoterapi, kemoterapi ve cerrahi gibi çok etkili klasik tedavi yöntemlerini destekleyici şekilde kullanılarak kanser hastalarının yaşam umutlarını her geçen gün arttırıyor.

¹Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde araştırmacı, BAGEP 2017 ödülü sahibi

²Hacettepe Üniversitesi, Kanser Enstitüsü, Temel Onkoloji Anabilim Dalı emekli öğretim üyesi

2018 Nobel Fizik Ödülü: Lazer Fiziğinde Devrimsel İki Buluş

Alphan Sennaroğlu¹

2018 Nobel Fizik Ödülü'ne layık görülen araştırmaların gerçeğeşmesinde hangi bilimsel gelişmelerin etkili olduğunu görebilmek için dilerseñiz evvela 58 yıl önce-sine gidelim. 1960 yılında ilk lazer Theodore Maiman tarafından ABD'deki Hughes Araştırma Laboratuvarları'nda yakut kristali kullanılarak başarılı bir şekilde çalıştırılmıştı. Lazer ışığını, o güne dek bilinen diğer ışık kaynaklarından ayırt eden en önemli özelliği, eş evreli oluşudur. Bir başka deyişle, lazerin ürettiği ışık dalgaları arasında sabit bir faz ilişkisi vardır. Bu özelliği sayesinde, bir lazer ışın demetini ikiye ayırıp uzun bir mesafeden sonra birleştirirseniz, düzgün bir girişim deseni elde edebilirsiniz. Ayrıca, lazerle üretilen ışın hüzmesinin belli bir renkte ve yönlü olduğunu, uzun mesafelerden sonra bile görelî olarak toplu kalabildiğini ve odaklandığında çok yüksek güç yegînliği (şiddeti) elde edilebildiğini görüyoruz.

Geçtiğimiz 58 yıl içerisinde lazerler birçok farklı rejimlerde çalıştırılabılmıştır. Örneğin sürekli dalga rejiminde çalıştırılan bir lazerin çıkış gücü zamana göre sabit kalır. Darbeli lazerlerde ise, lazerin çıkışı kısa süreli ve tekrarlayan darbeler biçimindedir. Bu grupta yer alan femtosaniye lazerleri, uzunluğu femtosaniye (1 femtosaniye= 10^{-15} saniye, bir başka deyişle saniyenin katrilyonda veya 1000 trilyonda birine karşı gelen zaman aralığı) mertebesinde olan optik darbeler üretir. Bu tür lazerlerin kullanım alanları arasında, sert malzemelerin hassas işlenmesi, biyome-

dikal görüntüleme, çok hızlı fotokimyasal olayların ölçümü, x-ışını üretimi ve benzeri uygulamalar yer alıyor.

2018 Nobel Fizik Ödülü, lazer konusunda öncü icatlarıyla gerek bilimsel gerekse teknoloji alanlarında yaygın etki yaratmış üç bilim insanına verildi. Ödülün yarısını, optik cımbız tekniğini ve uygulamalarını geliştiren Arthur Ashkin alırken, diğer yarısı genişletilmiş darbe amplifikasyonu (*CPA, chirped pulse amplification*) tekniğini icat eden Donna Strickland ve Gerard Mourou arasında paylaştırıldı.

Arthur Ashkin, neredeyse bilim kurgu filmlerini anımsatan öncü çalışmalarında, ışığın oluşturduğu basınçla (*radiation pressure*) cisimlerin ötelenebileceğini veya yer çekimi kuvvetini dengeleyerek tutulabileceğini, bir başka deyişle, tuzaklanabileceğini ilk kez deneysel olarak gösterdi.

Bu yöntemin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için odaklanmış ve dolayısıyla yüksek şiddete sahip bir lazer hüzmesi gereklidir. Ayrıca, yanlış anlaşılmaya neden olmamak için hemen vurgulamakta fayda var. Tuzaklanabilen cisimler oldukça küçük boyutlardadır. Günümüze dek yapılan deneylerde, atomların, virüslerin, bakterilerin ve mikroskopik taneciklerin tuzaklanabileceği deneysel olarak gösterildi. Bu yönetime dayalı oluşturulan ve odaklı lazer ışığıyla cisimlerin dengede tutulabilmelerini sağlayan cihaza “optik cımbız” (*optical tweezer*) adı veriliyor.

Bu alandaki en çarpıcı gelişmelerden bir tanesi 1987 yılında gerçekleşir. Ashkin, geliştirmiş olduğu optik cımbızla canlı bakterilerin tuzaklanabileceğini ve bunlara zarar vermeden birçok biyolojik özelliğin incelenebileceğini gösterir². Bu öncü çalışmanın ardından, optik cımbızlama, özellikle yaşam bilimleri alanında ve hücrelerin incelenmesinde yaygın kullanılan bir teknik olarak ortaya çıktı³.

Strickland ve Mourou’nun icat ettiği CPA (gerilmiş darbe amplifikasyonu) tekniği sayesinde, bilinen en şiddetli optik darbelerin üretimi mümkün olmuştur. 1985 yılında geliştirilen CPA tekniği, lazer darbelerinin optik kazanç ortamına zarar vermeden amplifikasyonunu sağlayan öncü bir tekniktir⁴.

Kısaca açıklayacak olursak, uzunluğu genellikle 100 femtosaniye mertebesinde olan lazer darbeleri önce bir kırınım ağından (*diffraction grating*) geçirilerek zamanda 1000 kat kadar genişletilir ve optik yükselticiye gönderilir. Bu sayede, darbelerin yükseltici ortamında oluşturabilecekleri zarar riski azaltılmış olur. Darbe enerjisinin yükseltilmesi uyarılı ışıma (*stimulated emission*) mekanizmasıyla gerçekleşir. Darbe enerjilerinin yükseltilebilmesi için farklı kazanç ortamları kullanılabilir. En yüksek güçlere çıkılabilen amplifikasyon sistemlerinde aktif iyon katkılanmış kristal veya cam ortamlar (örneğin titanyum katkılı safir kristali veya neodymium katkılı cam gibi) kullanılır. Yükseltici ortamdan her geçişte darbe enerjisi artırılır. Yükseltme miktarı doyuma varana kadar bu süreç devam eder.

CPA tekniğiyle lazer darbe enerjisinin 1 milyon kat veya üzerinde yükseltilmesi mümkündür. Yükseltilmiş darbeler daha sonra ikinci bir kırınım ağı çiftinden geçirilerek zamanda sıkıştırılır ve bu sayede çok yüksek tepe güçlerine erişilebilir. Tepe güçleri petawatt mertebesinde (10^{15} W) olan lazer darbeleri üretilebilmiştir. Ticari olarak darbe tepe güçleri 10-100 GW (10^9 W) mertebesinde olan CPA sistemleri mevcuttur. Örneğin Koç Üniversitesi Yüzey Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezimizde bulunan ve tepe gücü 40 GW olan bir CPA sistemiyle birçok farklı spektroskopik ve malzeme işleme çalışması sürdürülüyor. CPA yöntemiyle enerjisi artırılan lazer darbeleri faz uyumlu x ışınımı üretimi, göz ameliyatları, hassas malzeme işleme ve daha birçok alanda kullanılıyor.

Özetle söyleyecek olursak, 2018 Nobel Fizik Ödülü, buluşlarıyla lazerlerin tıp, yaşam bilimleri ve malzeme bilimlerindeki bazı önemli uygulamalarını mümkün kılan üç bilim insanına verildi.

¹Koç Üniversitesi Fizik ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümleri öğretim üyesi

²Ashkin vd., (1987). “Optical trapping and manipulation of single cells using infrared laser beams”, Nature, 330, ss. 769-771.

³Ashkin, (1999). “Optical trapping and manipulation of neutral particles using lasers”, Optics and Photonics News 10(5), ss. 41-46.

⁴Strickland ve G. Mourou, (1985). “Compression of Amplified Chirped Optical Pulses”, Optics Communications, 56(3), ss. 219-221.

2018 Nobel Kimya Ödülü: Laboratuvarda Moleküler Evrim

Urartu Şeker¹

2018 yılının Nobel Kimya ödülleri biyokimya alanında geliştirdikleri ve oldukça yoğun olarak kullanılan biyomoleküler mühendislik yaklaşımları nedeniyle üç farklı bilim insanı arasında bölüştürüldü. İlk başta tamamen birbirinden farklı yöntemler gibi gözükse de aslında geliştirilen iki tekniğin de ortaklaşa kullandığı bir yaklaşım var: *Laboratuvarda moleküler evrim*.

Ödülün ilk yarısı, California Teknoloji Enstitüsü’nden Dr. Frances H. Arnold’a geliştirdiği “Enzimlerin Yönlendirilmiş Evrimi” adlı yaklaşımından dolayı verildi. Ödülün kalan yarısı ise Dr. George P. Smith ve Dr. Gregory P. Winter arasında, hedeflenen bir moleküle afinite gösterebilen peptitlerin (kısa aminoasit dizisi) ve proteinlerin seçilmesi ya da yeni antikörlerin geliştirilmesi amacıyla, biyomoleküler kütüphanelerin oluşturulmasını sağlamak üzere geliştirdikleri “faj (bakterileri enfekte eden virüsler) gösterimi” adı verilen teknikten dolayı paylaşıldı. Laboratuvarda moleküler evrim yaklaşımının izlediği temel basamaklar kısaca şöyle sıralanabilir:

1. Rastgele mutasyonların oluşumuyla moleküler çeşitliliğin sağlanması ve bir moleküler kütüphane oluşturulması.

2. Oluşturulan mutant kütüphanelerden, tanımlanan bir işlevselliğe sahip moleküllerin seçilmesi amacıyla seçici bir baskı uygulanması. Seçici baskı, istenen işlevi sağlayan moleküllerin öne çıkmasını sağlar. Uygulanan seçici baskının, her bir takip eden seçim basamağında daha da artırılarak önceki basamakta seçilmiş moleküller arasından en işlevsel olanın seçilimine yönelik tekrar edilmesi.
3. Elde edilen seçilmiş moleküllerden işlevsellikleri beklenilene en yakın olanların karakterize edilmeleri.

Proteinler başta olmak üzere pek çok biyomolekülün, doğanın araç kutusunda yer alan en önemli bileşenler olduğunu söylemek yanlış olmaz. Ancak bu moleküller, endüstriyel ve tıbbi uygulamalar için her zaman bizim ihtiyaçlarımızı karşılayabilirler. Bunun nedeni doğanın, bizim endüstriyel, tıbbi ihtiyaçlarımızı umursamaması ve kendi araçlarını kendi seçim mekanizmalarıyla kendi ihtiyaçlarına yönelik geliştirmiş olmasıdır. Ancak iyi haber şu ki, bu süreçlerde muazzam bir bilgi birikimi var. Bilim insanları, bilimsel yöntemler aracılığıyla bu kuralları ve bilgiyi öğrenerek kendi araç kutumuza yeni molekülleri eklemenin yollarını arıyorlar.

Örneğin, çok düşük sıcaklıklarda çalışan, kloroform gibi sıvılarda aktivite gösteren ya da doğada var olan herhangi bir enzimin tepkimeye girmediği moleküllere aktivite gösteren enzimlerimiz olsa, pek çok konuda daha çevreci yaklaşımlar ortaya konabilirdi. Medikal ve endüstriyel ihtiyaçlarımız için ucuza çözümler üretilebilirdi.

İşte bu noktadan yola çıkan Dr. Arnold da evrimsel süreçleri andırır bir yaklaşımla, aynen doğanın yaptığı gibi, var olan bir enzimi kodlayan DNA parçaları üzerinde rastgele mutasyonlar oluşturmak suretiyle ilgili enzimi farklı mutasyonlar içerecek şekilde kodlayan DNA dizileri oluşturdu. Sonraki aşamada ise oluşturulan bu kütüphaneyi hedeflenen enzime dönüştürebilen organizmalara (ilk basamakta bakterilere) aktararak her farklı bakterinin, hedef enzimin mutantlarını taşımasını sağladı. Son olarak tanımlanan seçici işlevselliğe göre en iyi aktiviteyi gösteren “süper enzimleri” saptadı.

Ödülün diğer yarısına layık görülen bilim insanları ise, enzimlerin yönlendirilmiş evriminden daha farklı olarak, hedef bir moleküle (bir protein, küçük molekül vs.) yüksek bağlanma etkinliğine sahip peptitlerin seçilmesini ya da yeni proteinlerin geliştirilmesini (mesela antikorlar) hedefleyen bir yöntem geliştirdi.

Dr. Arnold’ın yaklaşımından farklı olarak Dr. Smith ve arkadaşları, biyomoleküller kütüphanelerini bir enzim ya da protein üzerinden değil bir virüs üzerinden oluşturdular. Dr. Smith, faj parçacıkları üzerinde yer alan kılıf proteinlerine bazı yeni peptitler eklemek suretiyle (ve bu peptitlerde rastgele mutasyonlar yaratarak) geniş moleküler protein/peptit kütüphaneleri oluşturmanın yolunu

açtı. Bu kütüphaneler, hedef bir moleküle (mesela bir hücresele reseptöre ya da bir toksine ya da vücut içerisinde sinyal mekanizmalarını olumsuz etkileyen bir proteine) bağlanabilen moleküllerin seçilmesine olanak sağlıyor.

Diyelim ki, hedeflenen reseptör tümör gelişiminde önemli, o zaman elimizdeki peptit molekülü bu reseptöre bağlanarak tümör gelişimini yavaşlatma potansiyeline sahip olabilir. Benzer şekilde diyelim seçtiğimiz peptit nörodejeneratif bir hastalık patolojisinde görülen ve nöral hücrelerin içerisinde birikim oluşturan proteinlere özgül, bu sayede elimizdeki seçili peptiti ilaç adayı olarak kullanarak toksik etkileri olan bu protein birikmesinin önüne geçmek ve hastalığı yavaşlatmak mümkün olabilir.

Son söz olarak, bu senenin Nobel Kimya ödüllerinin, doğadan öğrendiğimiz dersleri, laboratuvar temelli yenilikçi yöntemlere çevirmeyi ve insanlığın faydası için kullanmayı hedefleyen *yenilikçi moleküler seçim teknolojilerine* verildiğini söylemek doğru olur. Ortaya konan bu teknolojilerin pek çok biyomedikal uygulamada başarıyla kullanılan yeni moleküllerin ortaya konmasında katkısının üst düzeyde olacağı açıktır.

¹Bilkent Üniversitesi UNAM- Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Araştırma Enstitüsü Yaşam Bilimleri öğretim üyesi, BAGEP 2016 ödülü sahibi

2018 Nobel Ekonomi Ödülü: Geniş Perspektifli İktisat Modelleri

Erinç Yeldan¹

2018 Nobel Ekonomi Ödülleri ABD'nin Yale Üniversitesi'nden William Nordhaus ve New York Üniversitesi'nden Paul Romer'e verildi. Aslında ödülün, Alfred Nobel tarafından "ekonomi" alanında verilmesi vesayet edilmemişti. Burada söz konusu ödüller İsveç Merkez Bankası tarafından Alfred Nobel'in anısına verilen Ekonomi Bilim Ödülü'dür.

Bu senenin Nobel ödüllü iktisatçılarından William Nordhaus'a ödülü "iklim değişikliğinin genel denge yaklaşımı içerisinde modellenmesi"; Paul Romer'in ödülü ise "yenilikçilik ve araştırma-geliştirmeye dayalı bilgi ekonomisi ve büyüme modellerine katkıları" üzerine sunuldu. Her iki iktisatçının araştırmalarının ortak noktasını, geniş bir perspektif içerisinde, ekonomik ilişkiler yumağını ve ekonomilerin zaman içerisinde nasıl hareket ettiğini modelleyerek, uygulanabilir iktisadi politikalar üretmek olduğunu söyleyebiliriz.

The Economist dergisinin 2000 yılı Millennium başlıklı özel ilk sayısında "ekonomik büyüme" olgusu, "iktisatçıların bugüne değin sakladıkları en özel sır" olarak tanıtılıyordu. Gerçekten de iktisat bilimi henüz ekonomik büyümenin kaynakları

ve hangi koşullarda dengeli büyümenin sağlanabileceği konularında bir fikir birliğine varmış değil. Var olan kuramları ise henüz zamanın ve gerçek yaşamın dönüşümünü tam anlamıyla yakalayabilmiş değil. Bu durum ise, iktisat biliminin daha ilk kuruluş günlerini anımsadığımızda oldukça ilginç bir paradoks anlamına geliyor. Düşünün ki, bilimin kurucuları arasında sayılan Adam Smith'in 1776 tarihli başyapıtı *Ulusların Zenginliğinin Doğası ve Nedenlerine İlişkin Bir Sorgulama* (*An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*) başlığını taşıyordu. Geriye dönüp baktığımızda iktisatçıların iki yüz elli seneyi aşkın bir süredir hâlâ bu sorgulamayı tatmin edici bir sonuca ulaştıramamış olması, bu seneki Nobel ödül sahiplerinin katkılarını daha bir anlamlı kılıyor.

Yenilikçilik ve araştırma-geliştirmeye dayalı bilgi ekonomisi

Önce Romer'in katkılarından söz edelim... Paul Romer 1986 ve 1990'da yayımladığı iki çığır açıcı makale aracılığıyla iktisadi büyümenin ardındaki giz perdesini aralama çabası içindeydi. Romer'e göre iktisadi büyüme olgusunu çözümleyebilmek için üç ana prensibin kabullenilmesi gerekiyor:

- İktisadi büyüme, özü itibarıyla, teknoloji ve araştırma-geliştirmeye (Ar-Ge) dayalı bilginin üretime uyarlanması sonucudur. Sermaye birikimi ne ya da nüfus artışına dayalı büyüme uzun ömürlü olamaz ve büyümeye sürekli destek sağlayamaz;
- Teknolojik ilerleme ve Ar-Ge faaliyetleri “piyasa koşullarında”, “kâr amaçlı güden” girişimcilerin yatırım harcamalarının sonucudur;
- “Teknoloji” nihayetinde iktisadi bir maldır ve her mal gibi piyasa ekonomisinin yasalarına tabidir. Ancak, “teknoloji” kendine özgü bir maldır. Şöyle ki, teknolojiyi üretmek için sabit maliyetler söz konusuysa, artık bir defa bile olsa üretilebilen “teknolojik buluş” bundan sonra neredeyse sıfır maliyetle, neredeyse sınırsız ölçekte paylaşılabilmektedir.

Romer bu üç ana prensibi bir arada düşündüğümüzde, teknolojik ilerleme ve ar-geye dayalı bilginin ancak tekeller/oligopolcü (eksik rekabetçi) piyasa koşullarında üretilebileceğini öne sürüyordu. Tam rekabet altında kârları eriyip sıfırlanacak olan girişimciler, bilginin üretimi için gerekli sabit sermaye yatırımlarını gerçekleştirmeye yanaşmayacaktır. Schumpeter'in 1942 kurgusuna dayanan bu betimleme, büyümeyi sağlayacak olan bilgi sermayesinin ancak ve ancak oligopolcü/tekeller piyasalarda üretilebileceğini öneriyor. Eksik rekabet için içine girdiğinde artık piyasaların optimumunda çalışması beklenmiyor; devlet için piyasaları yönlendirecek, teşvik edecek, cezalandıracak bir dizi mali politika sisteminin de önü açılmış oluyor.

İklim değişikliği ve iktisadi değişkenlerin birlikte modellenmesi

William Nordhaus ise, iklim değişikliği tehdidini ilk gören ve bu tehdide karşı ekonomik aygıtın nasıl şekillendirilmesi gerektiğini çalışan makro iktisatçıların başın-

da geliyor. 1970’lerden başlayarak kurguladığı *Dinamik Eklemlenmiş İklim-Ekonomi modeli* (*The Dynamic Integrated Climate-Economy model*), iklim etmenleri ile iktisadi değişkenleri bir arada değerlendiriliyor ve entegre bir genel denge sistematığı dahilinde modelleniyordu. (Nordhaus’un modelinin baş harflerinden oluşturulan akronim DICE sözcüğünü oluşturmaktadır. DICE İngilizcede “zar” anlamına geliyor. Nordhaus bu sözcük aracılığıyla iklim değişikliğinin yarattığı risklere atıf yapmaktadır).

Bilimsel bulguları anımsayalım: Sanayi devriminden bu yana gerçekleşen karbon dioksit (CO_2) ve diğer sera gazı atıklarının atmosferde yoğunlaşması nedeniyle gezegenimizin yüzey sıcaklığının ortalama $0,8^\circ\text{C}$ ile $1,2^\circ\text{C}$ arasında artış göstermiş olduğu tahmin ediliyor. Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) ve Dünya Yabani Yaşam Vakfı (WWF) tarafından yapılan araştırmalarda gezegenimizin yüzey sıcaklığının yüzyılın sonuna kadar en fazla 2°C artış göstermesinin tolere edilebileceği ve önlem alınmaz ise gezegenimizin iklim deseninin kalıcı olarak değişime uğrayacağı bilimsel olarak kanıtlanmış durumda.

Çevre bilimcileri söz konusu tehdidi önleyebilmek için yüzyılın sonuna kadar gezegenimizin atmosferinde yoğunlaşmış olarak yer alan CO_2 miktarının 450 ppm (*parts per million*: her bir milyon molekül içinde CO_2 eşdeğer molekülü) düzeyinde tutulması gerektiğini vurguluyor. Sanayi devrimi öncesinde, atmosferimizdeki CO_2 yoğunluğunun 220 ppm düzeyinde olduğu tahmin ediliyor.

Küresel ısınmanın söz konusu eşikleri aşması ve iklim değişikliği tehdidinin gerçekleşmesi durumunda, deniz seviyesinin yükseleceği ve gelişmekte olan ülkelerde nüfusun % 14’ünün olumsuz etkileneceği; yeni tür bakterilerin üreyeceği ve salgın hastalıklara yol açacağı; tarımsal ürünlerde üretkenliğin düşeceği; gezegenimizin ekosisteminin ve biyolojik çeşitliğinin tahrip edilmesi sonucunda dünya gayri safi gelirler toplamındaki kayıpların 25 trilyon dolara ulaşabileceği (dünya GSYH’sinin % 30’u) tahmin ediliyor.

Dolayısıyla gezegenimizin sıcaklığını bu düzeyde tutabilmek için bundan böyle CO_2 ve diğer sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması gerekiyor. Bilim insanları söz konusu sınırı karbon bütçesi diye tanımlıyorlar. Hesaplamalara göre 2°C ile tutarlı karbon bütçesi 1 trilyon ton CO_2 eşdeğeri sera gazı olarak belirlenmiş. Sanayi devriminden bu yana söz konusu karbon bütçesinin 515 milyar tonluk bölümünün harcandığı; geri kalan 485 milyar tonluk bütçenin de tedbir alınmaz ise önümüzdeki otuz sene içerisinde tüketileceği öngörülüyor.

$+2^\circ\text{C}$ sınırının bir hedef olarak gözetilmesinde fikir birliği oluşmasına karşın, bu hedefin nasıl gerçekleştirileceğine dair çok farklı görüşler var. Yani soru “Ne Yapmalı?” noktasında düğümleniyor. Ana akım (neoliberal) görüşten olan iktisatçılar söz konusu hedefin sağlanması için çoğunlukla “piyasa aletlerine” başvurulması gerektiğini öneriyorlar. Bunun için bir karbon ticareti piyasasının kurulması ve kar-

bon dioksitin küresel düzeyde bir fiyatının oluşturulması gerektiğini savunuyorlar. Böylelikle havayı “çok kirletenler”, “daha az kirletenlerden” söz konusu fiyattan karbon emisyonu hakkı satın alacaklar ve böylelikle toplam emisyonların artışı “piyasanın kuralları aracılığıyla” engellenmiş olacak.

Ancak şu ana değin bu yönde yürütülen çabalar işlevsel bir karbon piyasasının geliştirilmesini ve karbonun gerçekçi bir fiyatının oluşmasını sağlayamadı. Bu konudaki en büyük sorunun aslında piyasa mekanizmasının kendisi olduğu görülüyor. Zira, başta finansal derecelendirme kuruluşları olmak üzere, spekülâtörler ve fosil yakıtların teşviklendirilmesinden kazanç sağlayan ulus-ötesi tekeller söz konusu karbon fiyatının rekabet koşulları altında gerçekleştirilmesi önündeki en büyük engeli oluşturuyor.

Bu doğrultudaki kısa dönemci başıboş kararlar ise özünde uzun dönemli stratejik bir sanayileşme ve enerji planlaması gerektiren çevre kirliliği sorununu içinden çıkılmaz bir dengesizliğe sürüklüyor. Aslında sorunun özünde karbon kirliliğinin bir “piyasa tökezlemesi” olduğu ve çevre kirliliğinin yarattığı maliyetleri karşılayacak bir fiyatın piyasa sistemi içerisinde dengelenemeyeceği yatıyor. Amerika’lı ünlü coğrafya-iktisatçısı David Harvey’in deyişiyle “iklim değişikliğinin maliyetleri gözetken bir karbon fiyatı gerçekten uygulansaydı, kapitalizm çoktan iflas ederdi”.

Bu gözlemler ışığında Nordhaus’un önerileri doğrudan doğruya ve daha fazla vakit kaybetmeden, bir karbon vergisinin kurgulanmasını ve gerek üreticilerin gerekse tüketicilerin piyasalardaki iktisadi davranışlarının değiştirilmesini içeriyordu. Karbon vergisi gelirlerinin de doğrudan doğruya iklim değişikliği için mücadele araçlarına yönlendirilmesi sonucunda sosyal refahın arttırılabileceği düşünülmekteydi.

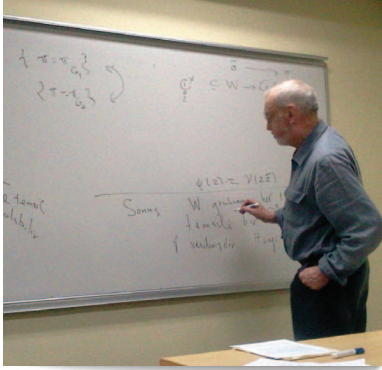
Sonuçta her iki iktisatçının da vardığı görüş birliği öğreticidir: Eksik rekabetçi ve tekelci piyasa davranışları Romer’in dünyasının bir yüzü ise, diğer yüzü de devletin teknolojik inovasyon ve iktisadi büyüme için aktif rol üstlenmesi gerektiğini önermesidir. Nordhaus’ta bu vurgu iklim değişikliğiyle olan mücadelenin reel ekonomide doğrudan ve en etkin araçların kullanılmasının kurgulanması şeklinde sürdürülmektedir.

Her iki bilim insanının piyasa fetişizmine dayalı dogmaları terk ederek, kamunun ekonomideki refah arttırıcı rolünün belirginleştirilmesine yaptıkları katkılar, kısacası, günümüzün mekanik ve tarihsel perspektiften yoksun iktisat dünyasının ezberlerinin sorgulanmasında büyük rol oynayacaktır.

¹Bilim Akademisi üyesi, Bilkent Üniversitesi İktisat Fakültesi öğretim üyesi

Robert P. Langlands ve Matematğin Büyük Birleşik Teorisi

K. İlhan İkedâ¹



Görsel:30 Robert Langlands, İstanbul'da Galatasaray Üniversitesi'nde Türkçe seminer verirken (Fotoğraf: Yılmaz Akyıldız)

Abel ödülü, 2003 yılından beri matematiğe en üst düzey evrensel katkılar yapmış ve matematiğin sınırlarını genişletmiş olan matematikçilere Norveç Fen ve Edebiyat Akademisi tarafından veriliyor. Fields Madalyası ile birlikte günümüzün en prestijli matematik ödülü olarak kabul edilen Abel Ödülü'nü bu sene Princeton İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden *Robert P. Langlands* aldı. Langlands ödüle 1966 yılında fikrini

ortaya attığı, şu an matematik literatüründe Langlands Programı olarak adlandırılan "Temsil Kuramı ile Sayılar Kuramını bağlayan ve bu temel konuların geleceğini öngörüp resmeden" açık sorulardan oluşan devasa programından dolayı layık görüldü. Bu haber, Norveç Fen ve Edebiyat Akademisi başkanı Ole M. Sejersted tarafından 20 Mart 2018 günü duyuruldu.

1936 yılında New Westminster Kanada'da doğan Langlands, lisenin son sınıfındayken yeteneğini fark eden bir öğretmeninin teşvik etmesiyle üniversite okumaya karar verir ve Vancouver'da bulunan British Columbia Üniversitesi Matematik Bölümü'ne devam eder. Yale Üniversitesi'nden iki senede Doktora derecesini alan Langlands, 1960 yılında Princeton Üniversitesi'nde öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlar. Burada, daha Yale'de doktora öğrencisiyken ilgilenmeye başladığı "otomorf formlar" ve "Selberg iz formülü" konularını çalışmaya devam eder. Bu esnada, Bochner'in ve muhtemelen Harish-Chandra'nın teşviğiyle "Sınıf Cisim Kuramı" üzerine de bir lisansüstü ders vermektedir. Bu teoriyi öğrenmesi Langlands için bir dönüm noktası olacaktır, çünkü 1966 kışında otomorf formlar (özellikle Eisenstein serileri) ile Sınıf Cisim Kuramı'nın bir karışımı olan Langlands Programının temel sanıları olarak niteleyebileceğimiz "fonktörsellik" ve "karşılıklık" ilkelerini ortaya atar. Daha sonra, bir sene (1967-1968) ODTÜ Matematik Bölümü'nde olmak üzere, Yale Üniversitesi Matematik Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışır. Langlands, 1972 yılından beri Princeton İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde daimi araştırmacı olarak çalışmalarını sürdürüyor.

Şimdi kısaca Langlands'ın Programı'nın ne olduğundan teknik detaylara girmeden en basit haliyle bahsedelim: Matematğin (veya Fiziğin, genel olarak Felsefenin diyelim) en önemli ilkelerinden birisi "dualite" adı verilen "ikililik" ilkesidir. Bu ilkeyle aynı objeye iki farklı bakış açısıyla bakılması kastediliyor. Mesela bir "dualite makinesi" tasarlasaydık, muhtemelen holografik kartlara benzer bir obje tasarlamamız gerekirdi; şöyle ki, kartı sola çevirince 1. teoriyi, sağa çevirince de 2. teoriyi okuyacağımız bir holografik kart... Matematikte dualite kavramına bir

örnek olarak, belli çeşit geometrilerin (kompleks geometri ve simplektik geometri) arasındaki dualiteyi verebiliriz. Bu dualite fizikçilerin çalışmaları sonucu meydana çıkmıştır ve “ayna simetrisi” olarak adlandırılır. Ayna simetrisi güncel fiziğin ve matematiğin mühim problemlerinden birisidir.

Konumuza geri dönecek olursak, Cebirsel Sayılar Kuramı’nın en merkezi objesi, $Gal(Q)$ ile gösterilen, mutlak Galois grubu olarak adlandırılan ve bünyesinde tüm aritmetik bilgiler kodlanmış olan devasa ve gizemli bir topolojik gruptur. Bu grubun yapısını ve özelliklerini anlamak için de $Gal(Q)$ grubunun sürekli (sonlu imgeli) n -boyutlu ρ temsillerini ve bu temsiller tarafından türetilen $L(s, \rho)$ Artin L -fonksiyonlarını çalışmamız gerekir. Öte yandan, Langlands tarafından tanımlanmış olan $GL(n, A_Q)$ adel katsayılı matris grubunun (sonsuz-boyutlu) π otomorf temsilleri ve bu temsiller için $L(s, \pi)$ otomorf L -fonksiyonları mevcut. Langlands Programının en basit durumunu şu şekilde “kabaca” özetlemek mümkün:

$GL(n)$ grubu için Langlands Karşılıklık İlkesi– $Gal(Q)$ grubunun n -boyutlu temsilleri ile $GL(n, A_Q)$ adel grubunun otomorf temsilleri arasında doğal biricik bir $\rho \rightarrow \pi_\rho$ eşleşmesi mevcuttur, öyle ki $L(s, \rho) = L(s, \pi_\rho)$ eşitliği sağlanır.

Elbette yukarıda kabaca özetlenen ilke Langlands Programı’nın olası en basit örneklerinden ve halen Sayılar Kuramının en önemli açık problemlerinden birisidir. Bu problemin $n=1$ özel hali bize sınıf cisim kuramını vermektedir ve $n>1$ durumu da abelyen–olmayan sınıf cisim kuramı olarak düşünülmektedir.

Sonuç olarak Langlands Programı’nı “teorileri birleştiren, teoriler–üstü bir ilke” olarak düşünmek mümkün. Şöyle ki, sadece sayılar kuramı üzerine çalışan araştırmacıların ilgi duyduğu Langlands Programı, son zamanlarda cebirsel topoloji, geometri hatta fizik üzerine çalışanların da karşısına çıkıyor. Örneğin, yukarıda bahsi geçen kompleks geometri ile simplektik geometriyi birleştiren ayna simetrisinin Langlands Programı’nın özel bir örneği olduğu düşünülüyor. Veya Rus matematik ekolünün (özellikle Drinfeld’in ve Beilinson’un) geliştirmekte olduğu “Geometrik Langlands Kuramı” ile “Kuantum Langlands Kuramı” kuramsal fizikçilerin çok ilgisini çekiyor...

Peki, Langlands Programını oluşturan problemler tam olarak ispatlanmış durumda mı? Ne yazık ki hayır... Pek çok ilerleme kaydedilmiş olmasına rağmen problemlerin çoğunluğu halen açık durumda... Yani yapılması gereken çok iş var!

Bu kısa yazıyı burada tamamlarken, ülkemizle bağıını hiç koparmamış olan, Bilim Akademisi onursal üyesi Profesör Robert P. Langlands’a matematiğe yapmış olduğu muazzam katkılarından dolayı saygılarımızı gönderiyoruz...

¹Boğaziçi Üniversitesi Matematik Bölümü öğretim üyesi

Türkiye'nin Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikası

İ. Semih Akçomak¹

Türkiye, yeni bir teknolojik dönüşüm evresinde, göreceli zayıf ulusal yenilik (inovasyon) sistemi ile kuvvetli küresel değer zincirleri arasına sıkışmış, katma değeri yüksek ürün ve hizmet üretmekte zorlanan, yüksek teknoloji ürün ve hizmet ihracatı yapamayan, katma değeri düşük teknolojilerde sıkışmış, bir diğer ifadeyle orta-teknoloji tuzağında bir ülke görüntüsü veriyor.

Türkiye’de 2000’li yıllardan itibaren Ar-Ge faaliyetlerine sağlanan finansal destekleri ön plana çıkaran, Ar-Ge ve yenilik konusunda farkındalık yaratmayı amaçlayan bir politika kurgusu benimsendi. Politika aracı çeşitliliğine dayalı bu sistem neticesinde Türkiye’de hemen her Ar-Ge ve yenilik faaliyeti için bir politika aracı bulunuyor (örneğin, Ar-Ge’ye doğrudan devlet teşviki, patent başvurusuna yönelik teşvikler, Ar-Ge harcamalarının vergiden düşülmesi, girişimcilik destekleri gibi). Mutlak sayıları artırmayı amaçlayan bu politika kurgusu başlangıç için doğru bir hamle olarak değerlendirilebilir. Böyle bir politika kurgusunun zaman içinde teknoloji geliştirme ve katma değeri yüksek ürün ve süreç üretme yolunda dönüşmesi beklenir. Türkiye bu politika dönüşümünü gerçekleştiremedi. Geldiğimiz noktada niceliğin ön planda olduğu, radikal yeniliği desteklemekte ve yüksek teknoloji ürün ve süreç geliştirmekte zorlanan ve uyguladığı politikaların işe yarayıp yaramadığını değerlendirmeyen bir politika anlayışımız var.

2000’li yıllardan sonra uygulanan bilim, teknoloji ve yenilik (BTY) politikasına dört temel eleştiri getirilebilir.

Nicelik mi nitelik mi?

İlk olarak, Türkiye’de uygulanan BTY politikası parasal desteklere dayanan ve kısa sürede belli bir ölçek (sayısal anlamda büyüklük) yakalamayı hedefleyen devletin daha ziyade düzenleyici bir rol oynadığı bir biçimde tasarlanmıştır. 2000’li yıllarda teknoparkların kurulmasıyla başlayan bu süreç, 2011 sonrası Teknoloji Transfer Ofisleri’nin (TTO) kurulması, parasal destekler ve girişimi hızlandıran programlarla devam etmiştir. Sonuç itibarıyla teknopark, TTO, kuluçka ve hızlandırıcı sayıları ve bu ara yüzlerden faydalanan firma ve girişimci sayısı katlanarak arttı. Niceliğe odaklanan politikalar çerçevesinde proje, patent ve Ar-Ge personeli sayılarının hızla arttığı bir ortam başarı olarak tanımlansa da bu sadece ölçeği gösteriyor, oysa esas sorun bu ölçekle ne yaptığımız, yani bir diğer ifadeyle “nitelik”.

Türkiye’deki Ar-Ge faaliyetlerinin büyüklüğünü, bir diğer ifadeyle ölçeği gösteren değerlere bakarsak: Türkiye’nin 2017 yılı toplam Ar-Ge harcaması yaklaşık 5 milyar avro. Dünyada Ar-Ge’ye en çok yatırım yapan 20 şirketin 2017 yılı Ar-Ge harcaması, Türkiye’nin tamamının bir yıllık Ar-Ge harcamasından fazla. En çok Ar-Ge yatırımı yapan 2500 şirket listesinde ilk 1000’de sadece 2 firmamızın oldu-

ğunu; bütün listedeyse sadece 6 Türk firması olduğunu söylesem ne düşünürsünüz²? Benzer şekilde Türkiye'nin devlet bütçesinden Ar-Ge destekleri için ayrılan miktar yaklaşık 1,4 milyar avro³. Maliyeti yaklaşık 1,2 milyar avro olan Avrasya Tüneli ile karşılaştırıldığında bu rakam aslında oldukça düşük kalıyor. Bir diğer ifadeyle aslında çok da büyük bir ölçekten söz etmiyoruz.

Yaratıcılığa meydan vermeyen sistem

Politika kurgusundaki ikinci sorun etkileşim eksikliği. Katma değeri yüksek teknoloji geliştirmek, yeni ürün ve süreç üretmek beş unsurun etkileşimiyle mümkündür:

Fikir yaratma—Araştırma—Uygulama—Ticarileştirme—Pazarlama

Türkiye'de son 15 yılda yaratılan ara yüzler (teknoloji geliştirme bölgeleri, teknoparklar, TTO'lar ve hızlandırıcılar) ve firmalara parasal destek vermeye odaklı politika araçları büyük ölçüde kısa zamanda sonuç vereceği düşünülen uygulama ve ticarileştirme unsurlarına odaklandı. Bu süreçte firmalara ve üniversitelere sağlanan Ar-Ge destekleri ile uygulama ve ticarileştirme desteklerinin eşgüdümü sağlanamadı ve yeni ürünün pazarlanması aşaması hemen hiç desteklenmedi.

Böyle bir kurgudaki temel eksiklik fikir yaratma aşamasının göz ardı edilmesi idi. Yaratıcılığın ön planda olduğu analitik düşünme, soru sorma ve problem çözme yeteneklerinin gelişmesine olanak sağlayan bir okul öncesi eğitim ve örgün eğitim sistemi özgün fikirler geliştirecek insanların yetiştirilmesinde önemlidir. Ancak eğitim sisteminin sayısız ve plansız değişikliklerle içine sokulduğu durum ortada. Sonuç itibarıyla inşaat sektörüne yapılan sabit sermaye yatırımlarının, eğitime yapılan sabit sermaye yatırımlarının üç katı olduğu bir iktisadi yapı ortaya çıkmış durumda.

Eşitsizlikler

Türkiye'de teknoloji edinmede, kullanmada ve geliştirmede bölgesel, sektörel, sınıfsal ve cinsiyete dayalı bir eşitsizlik bulunmaktadır. Teknoloji politikasının hedeflerinden biri bu eşitsizliğin giderilmesi olmalıdır. Bölgesel, sektörel, sınıfsal ve cinsiyete dayalı eşitsizlik birbirlerini besleyen döngülerin oluşmasına neden oluyor. Bu döngüyü kıracak politikaların geliştirilememiş olması bir diğer eleştiri olarak sivriliyor. Sonuç itibarıyla, döngünün kırılmasında önemli rol üstlenebilecek teknoloji de bir eşitsizlik unsuru olarak karşımıza çıkıyor.

ÖlçmeME ve değerlendirmeME

Son olarak, Türkiye'de uygulanan politikaların nicel ya da nitel etki analizi neredeyse hiç yapılmıyor. Oysa politika araçlarının Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerini ve harcamalarını gerçekten artırıp artırmadığını bilmenin tek yolu etki analizi yapmak. Etki analizi, uygulanan politikaların tekrar değerlendirilmesinde, uygulama eksikliklerinin belirlenmesinde ve bunlara çözüm yolları aranmasında da elzem. Etki analizlerinin yapılması için sağlıklı veri toplamak kadar bu verilerin ilgili kurumlarla ve araştır-

macılarla paylaşılması da önemli. Kamu kaynaklarıyla toplanan verilerin belli etik kurallar çerçevesinde kamuyla paylaşılması istisnadan öte bir kural olmalı.

Yukarıda da değindiğimiz üzere son 15 yılda uygulanan politika kurgusundaki araç çeşitliliğine ve parasal desteklere rağmen Türkiye, uluslararası rakipleriyle karşılaştırıldığında katma değeri yüksek yeni ürün ve süreç yaratma ve teknoloji geliştirme konusunda başarısız oldu.

- Özellikle bilgi ve iletişim, elektronik ve optik sektörüne yoğunlaşan desteklere rağmen bu sektörlerde dış ticaret açığımız son 6 yılda neredeyse ikiye katlandı; dünya ihracatındaki payımız 0,13'ten 0,10'a geriledi⁴.
- OECD verilerine göre yüksek teknoloji barındıran ürün ve süreç ihracatı bundan 15 yıl önce % 8 seviyesindeydi. Ar-Ge, yenilik ve girişimcilik eko sistemi oluşturma'nın öneminin bu kadar dillendirildiği bir ortamda bu oran şu anda % 3 seviyesine kadar düştü.
- Yine Eurostat verilerine göre teknoloji lisanslama ve Triadic patent (aynı patentin Amerika, Avrupa ve Japonya patent ofislerinde tescil edilmesi) gibi niteliği gösteren değişkenlere göre Türkiye'nin dünya payı yok denecek kadar küçük. Türkiye dünyadaki tüm Triadic patentlerin sadece binde 9'una sahip⁵.
- Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin büyük çoğunluğu ürün geliştirmeye odaklanıyor. Radikal yenilikleri ortaya çıkarabilecek niteliğe sahip araştırmacı ve araştırma ortamı sağlanamadığı gibi radikal yenilik sürecini baştan sona fonlayacak kurumsal altyapı da bulunmuyor.

Türkiye ne yapmalı?

Dünyada yükselen eğilimlere baktığımızda Türkiye'nin politika kurgusunu da etkileyecek iki gözlem ön plana çıkıyor. Teknoloji politikası devletin etkinliğinin arttığı, devlete düzenleyici bir rolden daha fazlasının öngörüldüğü misyon odaklı bir anlayışa kayıyor. Bunun yanı sıra bilim, teknoloji, sanayi ve yenilik politikası her teknolojik paradigmada bir döngü yaşıyor. Bir diğer ifadeyle, her teknolojik paradigmanın başlangıcında bilim politikaları, sonrasında da sırasıyla teknoloji, sanayi ve yenilik politikaları ön plana çıkıyor.

Bizler şu anda mikro işlemci teknolojisini hemen her alana uygulayan yenilik politikaları tasarlıyoruz. Yeni bir teknolojik paradigmanın eşiğinde bilim politikasının ve sanayi politikasının öneminin giderek arttığını göreceğiz.

Türkiye özgün bir ekonomik büyüme öyküsü yaratmak istiyorsa, Türkiye'nin ekonomik ve toplumsal yapısını da teknolojiyle birlikte dönüştürecek politikalar tasarlamalı. Bu minvalde Türkiye hukukun üstünlüğü ilkesinin benimsendiği, demokrasinin temel

unsurlarının süratle tesis edildiği bir iktisadi güven ve düşünce özgürlüğü ortamında devletin aktif olarak teknolojinin yönünü ve yayılma hızını belirlediği, çeşitliliği artıran ve devletin rolünün değişim karşısında sürekli yeniden tanımlandığı, çevreye duyarlı, misyon odaklı yeni bir sanayileşme anlayışı gütmeye çalışmalı.

¹ODTÜ Bilim ve Teknoloji Politikası Çalışmaları Ana Bilim Dalı öğretim üyesi, BAGEP 2016 ödülü sahibi

²IPTS'in her yıl yaptığı araştırma sonuçları için <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard16.html>

³Türkiye İstatistik Kurumu'nun ilgili verileri. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24861>

⁴OECD, Science and Technology Outlook, 2016.

⁵OECD, Science and Technology Outlook, 2016.

Bilim Akademileri Üzerine

Şevket Pamuk¹

Akademilerin kuruluş gerekçeleri

Avrupa ülkelerinde bilim akademilerinin tarihi çok eskilere gidiyor. İngiltere ve Fransa'da ilk bilim akademileri 17. yüzyılda kuruldu. Bugün Avrupa'nın hemen her ülkesinde bir veya birkaç bilim akademisi var. Bilim akademileri eğitimin, özellikle de yüksek eğitimin, bilimin ve bilimsel araştırmanın gelişmesi ve desteklenmesi için bu konularda görüşler geliştirerek bunları kamuya paylaşır. Hükümetlerin eğitim, bilim ve araştırma konularında izledikleri politikaları etkilemeye çalışırlar. Birçok ülkede akademiler hükümetlerin davetiyle bu konularda hükümetlere danışmanlık yaparlar. Bilim akademilerinin üyeleri temel bilimler, matematik, sosyal bilimler, beşeri bilimler, tıp ve mühendislik alanlarında yaptıkları çalışmalarla, özellikle de uluslararası yayınlarla, bu yayınların sayısından ziyade içeriğiyle, yani bilime yaptıkları özgün katkılarla öne çıkan bilim insanları arasından üyelerin kendileri tarafından seçilir.

En önemli koşul bilimsel özerklik

Bilim akademilerinin hükümetlerden özerk olmaları sağlıklı görüşler geliştirebilmeleri için büyük önem taşır. İlk akademiler Avrupa'da 17. yüzyılda bilim insanlarının gruplar oluşturup toplantılar yapmalarıyla sivil toplum kuruluşları olarak başladı. Fransız Devrimi gibi olağanüstü durumlar haricinde akademilere müdahale edilmedi. Akademiler devlet bütçesinden destek alsalar da üye seçimlerinde ve bilimle ilgili işlerinde tamamen bağımsız hareket ederler. Bu bağımsızlık birçok akademinin ve Avrupa Akademileri Birliği'nin (ALLEA) web sitelerinde ve tanıtımlarında öncelikle vurgulanır.

Türkiye'deki ilk bilim akademisi olan Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) 1993 yılında kanun hükmünde kararnameyle kuruldu. Her biri var olan üyeler tarafından bilimsel liyakat temelinde seçimle üyeliğe kabul edilen asli üyelerinin sayısı 2011 yılında 82'ye ulaşmıştı.

2011'de hükümet, bir kanun hükmünde kararname yayınlarak TÜBA'ya müda-

hale etti. Yeni üyelerin seçimle belirlenmesi yerine YÖK ve TÜBİTAK gibi hükümetin denetimi altındaki kurumlar tarafından atanması kararını aldı ve TÜBA'ya yeni üyeler atanmaya başladı.

Bunun üzerine, TÜBA'nın 82 asil üyesinden 52'si, Akademi üyelerinin hükümet tarafından atanmasının bilimsel özerkliğe aykırı olduğunu savunarak istifa ettiler. İstifa eden üyelerin bir bölümü Bilim Akademisi'ni kurdular ve bilimsel liyakat temelinde yeni üyeler seçmeye başladılar. Bugün Bilim Akademisi'nin Türkiye'de 29, yurtdışında da 30 üniversiteden 30'u kadın olmak üzere 173 üyesi bulunuyor (Ekim 2018 itibarıyla). Ayrıca aralarında 4 Nobel Ödülü sahibinin de bulunduğu 31 onursal üyesi var.

Bilim Akademisi'nin faaliyetleri

Bilim Akademisi'nin en önemli faaliyetlerinden birisi 40 yaş altında ve doktoralı bilim insanlarının yayınlarını ve diğer bilimsel faaliyetlerini değerlendirerek her yıl yaklaşık 40 genç bilim insanına ödül vermek. Bu programa her yıl Türkiye ölçeğinde yaklaşık 100 üniversite ve araştırma kurumundan 300'e yakın genç bilim insanı başvuruyor.

Bilim Akademisi ayrıca eğitim, bilim ve bilimsel araştırma konularında toplantı ve konferanslar düzenliyor, ülkemizde eğitimin, bilimin, teknoloji ve sağlık politikalarının, bilimsel araştırmanın ve akademik özgürlüklerin durumu hakkında her yıl ayrıntılı raporlar hazırlıyor ve bunları kamuoyuyla paylaşıyor². Bilim Akademisi faaliyetleri için gerekli kaynaklar, özel kişilerin ve vakıfların bağışlarıyla sağlanıyor.

ALLEA üyeliğine uzanan süreç

Merkezi Berlin'de olan ALLEA Avrupa ülkelerindeki bilim akademilerinin birliği olarak faaliyet gösteriyor. Eğitim, bilim, teknoloji politikaları ve bilimsel araştırma konularında Avrupa ölçeğinde etkili olmaya ve bu arada Avrupa Birliği'ne de yol göstermeye çalışıyor. İçlerinde Türkiye'den TÜBA da dahil olmak üzere 41 Avrupa ülkesinden 59 bilim akademisi ALLEA'nın üyesiydi. Bilim Akademisi ise dört yıldır ALLEA'nın asosye üyesiydi.

Budapeşte'deki Genel Kurulda ALLEA Başkanı Prof. Dr. Günter Stock Türkiye üniversitelerindeki son gelişmeleri kaygıyla izlediklerini belirterek bilim ve bilimsel araştırmanın gelişebilmesi için özerk üniversitelerin ve araştırma kurumlarının ve temel akademik özgürlüklerin gerekli olduğunu belirtti. Daha sonra yapılan kapalı oylamada üye akademiler Bilim Akademisi'ni büyük çoğunlukla ALLEA'nın 60. üyesi olarak seçtiler. Bilim Akademisi zaten etkin olarak katkı yaptığı Avrupa Akademileri Birliği ALLEA'da Türkiye'yi daha da artan bir etkinlikle temsil etmeye devam edecek.

¹Bilim Akademisi üyesi, Boğaziçi Üniversitesi Atatürk Enstitüsü öğretim üyesi

²Bilim Akademisi'nin raporları: <https://bilimakademisi.org/category/raporlar/>

Goodhart Yasası ve Akademideki Ölçütlerin Ölçebilirliği Üzerine

Ersin Yurtsever¹

Goodhart Yasası, İngiliz Bankası'nın (*Bank of England*) ekonomik danışmanı olan Charles Goodhart tarafından öne sürülmüştü. Ekonomi alanında geçerliliği olan bir görüş olmakla beraber sosyal bilimlerin pek çok alanında da uygulanabilir.

Yasa şu kısa ifadede oluşuyor: “Sosyal veya ekonomik bir ölçüt, politikalar ve stratejiler belirleyen bir hedef haline dönüşürse ölçme özelliğini yitirir.”

Bu yasayı bir örnekle açmak için biraz şehir efsanesi özelliği taşıyan Sovyetler Birliği zamanından bir öyküyü nakledelim. Çivi üreten fabrikaların değerlendirilmesinde çivi sayısı veya ağırlığı ölçüt olarak verildiği zaman görülüyor ki, eğer sayı ölçüt olarak kullanılıyorsa fabrikalar çok sayıda küçük ve kullanışsız çiviler üretiyor. Eğer ağırlık önemli ise o zaman da az sayıda dev çiviler üretiliyor. Yani sayı veya ağırlık ölçüt değil de hedef olunca, bu değerlendirme sistemi çöküyor.

Şimdi Goodhart Yasası'nın üniversiteler ve akademik sistemde nasıl çalıştığına bakalım. Ülkemizde uzun seneler üniversite sayısı çok azdı ve hepsi de benzer yapıdaydı. Öğretim üyeleri de genelde bir şekilde akademik camia tarafından doğru veya yanlış oluşturulmuş tanımlarla bilinirdi. Bu profesör falanca konunun üstadıdır, gibi.

Ne zaman ki internet ortamı oluştu ve hem üniversiteler hem de öğretim üyeleri hakkında her türlü bilgi topluma açık hale geldi o zaman kalite “ölçütleri” ortaya çıkmaya başladı.

Üniversiteleri ele alalım. Amerika'da başlayan ve bizi de kapsayan bir eğilimle üniversiteler değerlendirilmeye ve sıralanmaya başladı. Bu sıralamaları her kurum farklı şekilde yapıyor ve kullandıkları ölçütler de önemli farklılıklar gösteriyor. Örneğin doktora öğrencisi sayısı, alınan proje miktarı, makale başına atıf sayıları gibi çok değişik faktörler bu sıralamalarda kullanılıyor.

Buraya kadar her şey normal gözüküyor. Üniversiteler, değişik faktörlerden oluşan ölçütlerle değerlendiriliyor ve sıralanıyor. Ama bu durumu gören üniversiteler, sıralamalardaki yerlerini daha iyileştirmek için politikalar belirlemeye başlayınca Goodhart Yasası'nın öngörüsü ortaya çıkıyor. Örneğin lisans veya doktora öğrencisi sayısı önemli bir ölçütse ve bunu arttırmak için başka yerlerden kısıyorsanız, bu ölçüt artık üniversitenin değerini ölçmek için kullanılamaz.

Üniversitelerimizin akademik performans değerlendirmeye merak salması ve TÜBİTAK ile bazı üniversiteler tarafından yayınlanan makalelere ödül verilmeye başlanması benzer bir resmin ortaya çıkmasına neden oldu. Makale yazmanın amacı bilimin gelişmesine katkıda bulunmak ve yaptıklarınızı başka bilimcilere sunmak-

tır. Bilimsel makalelerin önemli olduğu ve bunlara bakarak bilim insanının üretkenliğinin ölçülebileceği kavramı ülkemizde 1980-90'lı yılları arasında destek görmeye başlamıştır.

Onun için önce araştırma yapanla yapmayanı ayırmak gerekiyordu ve her bilimcinin yazdığı makale sayısı hesaplanmaya başlandı. Makale sayısı çok artınca da sırf sayı değil kalite de önemlidir fikri kabul gördü ve iyi makale/sıradan makale ayrımları gerekti. Bu ayrımı yapmak zor olunca da kısa ve otomatik ölçütlere ihtiyaç olduğu düşünölmeye başlandı. Dergilerin etki faktörleri, h-faktörleri gibi ölçütleri kullanarak bu sefer bilim insanlarını sıralamak popüler bir uğraş oldu. Bu sıralamada öne geçmek isteyenler ise doğal olarak değişik stratejiler uygulamaya başladı. Bu stratejiler etik olsalar bile, esas olarak makale/atıf sayılarını arttırmaya yönelik oldukları için, aslında bilimcileri ölçmek için geliştirilen ölçütler ölçüt olmaktan çıkıp hedef oldular. Bu da Goodhart Yasası'nın öngördüğü durumdur.

Kanımca bu ölçütler ölçme özelliğini yitirmiştir, akademik camianın kalite belirlemek için artık başka ölçütler aramasının zamanı gelmiştir.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

Üniversite / Lise Giriş Sınavları ve Campbell Yasası

Ersin Yurtsever¹

Campbell Yasası, 1979 yılında ünlü sosyal bilimci Donald T. Campbell tarafından öne sürölmüştü ve daha önce değindiğimiz Goodhart Yasası'na benzer bir argüman ortaya koyuyordu. Yasa, tek bir göstergeyle değerlendirme yapmanın tehlikelerine dikkat çekiyordu.

En bilinen ifadesiyle Campbell Yasası şunu söylüyor: Sosyal karar verme mekanizmalarında kullanılan sosyal göstergeler ne kadar nicel olursa, bu göstergeler o derecede baskı altında kalacak ve denetlemeleri gereken süreçleri de o derecede bozacaktır.

İş dünyasından basit bir örnek verecek olursak, bir şirketin hisselerinin değeri başarıyı simgeliyorsa, bu hisselerin değerini arttırmak için baskı oluşacaktır ve şirketler bu göstergeyi iyileştirmek için hileli işler yapabilirler. Bunun pek çok örneği görölmüştür.

Kanımca Campbell Yasası'nın önemli bir uygulama alanı eğitim. İster üniversite öncesi ister üniversite eğitimi olsun, olayın iki yönü var. Öğrenciler girebilecekleri "en iyi" okula girmeye; kurumlar ise devletten/vakıftan en çok mali desteği almaya, yani en iyi okul olarak tanınmaya çalışırlar. Öğrencilerin ve kurumların hedefleri aynı olunca, bu öğrencilerin okullara kabulü veya kurumların alacağı payları "şeffaf" yapmak için bazı göstergelere ihtiyaç olur.

ABD’de 2007 yılında bir yasayla okulların performansları ölçülmeye başlanır ve bazı standart testlerle öğrencilerin ve okulların başarıları belirlenir. Bu testleri yüksek risk (*high stakes*) sınıfında tanımlayabiliriz. Çünkü bu performans göstergeleri öğrencilerin sınıf geçmesi/kalmasını belirlediği gibi öğretmenlerin veya okul idarecilerinin de iş hayatlarına devamı, maaş artışları gibi hayati önemi içeren kararlara da baz oluşturur. Böylesine yüksek riskler ise insanları ve sistemi, göstergeleri yüksek çıkaracak şekilde eğitim vermeye veya daha doğrusu eğitim sistemini bozmaya yönlendirir. Eğitimin amacı her gelen öğrenciye maksimum katkıda bulunmaktır, standart bir testten iyi sonuçlar alması değildir.

Ülkemizdeki durum ise daha da sorunludur. Öğrenciler (ve velileri) iyi iş bulmak için iyi bir üniversiteden mezun olmanın ve onun için de iyi bir liseye gitmenin şart olduğunu düşünürler. Bu “iyi” okulların kapasitelerinin, bütün okullara göre oranı çok düşüktür. Aksi takdirde “iyi” tanımı yanlış olur. O zaman bu okullara girmek için girilen yarış da yüksek risk kapsamında bir yarışa döner. Bu yarış “şeffaf” bir şekilde yapmak istediğiniz zaman tek seçenek sınavdır. Senelerdir politikacılarımızın talimatlarına rağmen bu sınav sisteminin kaldırılamayışının nedeni de farklı bir seçenek olmayışıdır. ABD’deki büyük üniversiteler kendi öğrencilerini bazı standart testleri de kullanarak kendileri seçerler. Lisansüstü programlara kabul de benzer şekilde yapılır. Bunu ülkemizde uygulayamamamızın nedeni birbirimize olan güvensizliğimizdir.

Sınava dönersek, Campbell Yasası da bu sınav sisteminin hem iyi çalışmayacağını hem de eğitim sistemimizi bozacağını ön görüyor. Lise eğitiminin büyük bir kısmı üniversite sınavına hazırlık halinde geçiyor. Çoktan seçmeli sınava alışan öğrencilerin, analitik düşünebilme becerilerinin düştüğü, üniversiteye geldiklerinde açıkça görülüyor.

Her öğrencinin öğrenme hızı, kapasitesi ve ilgi alanları farklıdır. Bütün bu farklılıkları göz ardı eden bir sistemle, hangi sınavı yaparsanız yapın sağlıklı bir sonuç almak mümkün değildir.

Nispeten basitleştirilmiş bir şekilde lise eğitiminin katkısını içeren sınav sistemleri daha önce denenmiş ama politik kaygılarla vazgeçilmiştir. Aslında ideal bir sistemde, üniversitelerin hem standart test sonuçlarını hem de lise eğitimi sırasındaki pek çok faktörü göz önüne alarak kendi öğrencilerini seçmeleri en iyi seçenek olurdu. Ne yazık ki böyle bir ideal sistem henüz ülkemiz için çok gerçekçi değil.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

Bilimsel Yayınlar Nasıl Değerlendirilmeli?-San Francisco Bildirisi

Ersin Yurtsever¹

2012 yılı Aralık ayında bir grup bilimsel dergi yayıncısı ve editörü toplandılar ve DORA olarak bilinen *San Francisco Declaration on Research Assessment*'ı (Araştırmaların Değerlendirilmesi Hakkında San Francisco Bildirisi) yayınladılar. Bilim Akademisi de dahil olmak üzere çok sayıda kuruluş bu bildiriye imza attı. DORA bilimsel değerlendirmeler adına yapılan bazı önemli yanlışlıklara ve kötü alışkanlıklara vurgu yapıyor.

Bilimsel araştırmaların sonuçlarının açıklanması için çok değişik yollar olmasına rağmen, en önemli ve etkili yol hâlâ bilimsel dergilerde yapılan yayınlardır. Bilimsel kuruluşlar veya ciddi akademik yayınevleri, konunun uzmanları tarafından incelenip doğruluğu ve orijinalliği onaylanmış araştırma sonuçlarını basar ve dağıtırlar. Gerek bilim insanları gerekse de bu insanları işe alan veya maddi destek sağlayan kurumlar için olsun, bu yayınların önemini, kalitesini ve etkisini anlamak ve ölçmek şarttır.

Bu değerlendirmelerde çok kullanılan bir ölçüt, dergi etki faktörüdür (*journal impact factor*). Aslında bu ölçüt, kütüphanecilere dergi seçiminde yardımcı olmaları için ortaya çıkarılmıştır ve kabaca bir dergide çıkan makalelerin iki yıl içerisinde aldıkları ortalama atıf sayısını gösterir. Eğer çok atıf alan bir makalenin bilime daha büyük katkılar yaptığını varsayarsak (ki bu çok tartışılmakta olan bir konudur), etki faktörü arttıkça, derginin daha fazla okunduğu ve dolayısıyla daha “kaliteli” olduğu kavramı artık yerleşmiştir. Bu kavramı, bir doğa yasası olarak kabul eden kişiler/kurumlar ise değerlendirmelerini doğrudan yayın yapılan dergilerin etki faktörleri üzerinden yaparlar. DORA ise buna karşı atılmış bir adımdır.

DORA'ya göre etki faktörlerinin, araştırma değerlendirmede kullanılmasında çok ciddi eksiklikler bulunuyor:

- Bir dergideki yayınların atıf sayılarının dağılımı ciddi çarpıklıklar gösterir. Yani derginin ortalama etki faktöründen çok az veya çok fazla atıf alan yayınlar vardır ve bunların dağılımı da normal (istatistiksel anlamda normal) değildir.
- Etki faktörü çok büyük ölçüde alana bağlıdır. Matematikte etki faktörü 1 olduğu zaman anlamlı olabilir ama moleküler biyolojide 1 çok zayıf dergi anlamına gelebilir.
- Kanımca en önemlisi: Etki faktörü manipülasyona çok açıktır. Bu tarz davranışlar maalesef artıyor. Editörlerin yazarları kendi dergilerindeki

makalelere atıfta bulunmaya zorlamalarından, küçük ağlar kurarak atıf değiş-tokuşu yapılmasına ve sahtekârlığa kadar pek çok etik olmayan davranışı duyuyoruz, görüyoruz.

- Etki faktörlerindeki veriler topluma açık değil. Bu kadar hata içeren bir sistemin, akademik değerlendirme gibi hayati bir aşamada bilinçsizce kullanılması son derece tehlikeli sonuçlar doğurabilir.

DORA'da bu durumu düzeltmek için bazı öneriler var:

- Hiçbir atama, yükseltme ve fonlama işleminde dergi-bazlı ölçütlerin kullanılmaması.
- Araştırma değerlendirmelerinin yayınlandığı dergi üzerinden değil sadece yapılan iş/sonuçlar üzerinden yapılması. Doğal olarak bu tarz değerlendirmelerin yapılması zahmetli bir süreçtir ve algoritmik bir hale getirilemez.

İstatistikler, veri seti büyük olduğu zaman geçerlidir. Bir ülkeden yapılan yayınların tarihsel gelişimini anlamaya çalışırken, hangi dergilerde ne kadar yayın yapıldığının belirlenmesi çok önemli ipuçları verir. Buna karşılık bir bilim insanının değerlendirilmesinde sadece yayın yaptığı dergilerin etki faktörlerine bakmak çok anlamsız sonuçlar verebilir. Bazı önemli fikirler nispeten az okunan dergilerde yayınlandığı gibi, çok ciddi olarak bilinen dergilerde de içerik açısından zayıf makaleler olabilir. DORA içerisinde belirtilen bir üçüncü öneri ise halen çok tartışılmakta olan açık kaynakların artmasıdır. Açık kaynakların güvenilirliği ve etik sorunları ise henüz çözülmemiş problemler arasındadır.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

Akademik Yayınlardaki Sinsi Yozlaşma

Defne Üçer Şaylan¹

Bugün bilimsel yayınlar konusunda çok ilginç bir oluşumla karşı karşıyayız. Çoğu son on yılda ortaya çıkmış bazı “bilimsel” dergilerin ve dolayısıyla bu dergilerde yayınlanan içeriğin güvenilirliği konusunda ciddi şüpheler ve tartışmalar var. Bu dergilerin görünüşte saygıdeğer bilim dergilerinden pek farkı yok. Bu dergiler açık kaynak yani içeriğine herkes bedava erişilebiliyor. Buraya kadar güzel, fakat sorun bu dergilerde yayınlanan makalelerin neredeyse hiç değerlendirmeden geçmeden yayınlanması, yani bu içeriğin bilimsel olarak güvenilir olmaması.

Bu sorunu ilk kez gündeme getiren ve bu tür dergilere “yırtıcı/yağmacı” ismini koyan Jeaffrey Beall, *Nature*'da 2012'de yayınladığı yazısında² bu dergilerin açık kaynak olgusunu kirlettiğine işaret ediyor. Beall, 2000'lerin başında açık kaynak fikriyle yayına

başlayan bilimsel dergilerin bilginin daha geniş bir kitleye ulaşmasını sağlaması açısından heyecan verici olduğunu, fakat bugün “yırtıcı” dergiler diye tabir edebileceğimiz kaynakların çoğalmasıyla bu olgunun zarar gördüğünü belirtiyor.

Bugün geldiğimiz noktada bu dergilerin varlığının sakıncalarını görebiliyoruz. Diğer bir çok bilimsel dergiden çok daha kolay erişilebilir olan bu dergilerde yayınlanan içeriğin özellikle tıp alanında yalan haberleri desteklediğini, sözde bilimsel sonuçların yaygınlaşmasına katkıda bulunduğunu, akademisyenlerin bu dergilerde yayın yaparak aslında başka türlü yayınlanmayacak kalitedeki yayınlarla bilimsel itibar kazandığını, ilaç firmalarının bu tür dergilerde bilimsel olarak şüpheli olan sonuçlarını doktorlara doğrudan ulaşmak için kullandıklarına şahit oluyoruz.

“E o zaman bu dergilerin hangisi olduğunu herkes bilir ve bunlara itibar edilmez,” diye düşünüyorsanız 23 Temmuz 2018 itibarıyla şüpheli listesinde 1317 adet dergi olduğu söyleyelim³, yani hem şüphelilerin sayısı çok fazla hem de bu dergileri ayırt etmek o kadar kolay değil. Bu dergilerin isimleri bile aynı alanda saygı gören başka dergilere çok benzeyen şekilde seçiliyor.

Geleneksel dergilerin basım süreçleri nasıl işliyor?

Bilim insanları çalışmalarını ve araştırma sonuçlarını bilimsel dergilerde yayınlamak için bilim dünyasıyla paylaşırlar. Bilimsel dergilere gönderilen makaleler öncelikle akademiden gelen, işinin ehli editörler tarafından değerlendirilir ve daha sonra benzer alanda çalışan bilim insanlarına gözden geçirilmek üzere iletilir. Editöryel kadrodaki bilim insanları daha önce bu dergilerde yayın yapmış, alanında saygın işler yapan kişilerdir. Her makale en azından iki farklı bilim insanı tarafından anonim olarak gözden geçirilir ve değerlendirilir. Bu süreçte makaleler bazen hızlı bir şekilde kabul edilir fakat çoğu zaman yazarlar azıllı eleştirilere maruz kalırlar. Yazarlardan farklı seviyelerde düzeltmeler istenir ve bu düzeltmeler yapıldığı takdirde yayınlanabilir. Bazen de makale reddedilir. Saygın dergilerde makalelerin kabul oranı % 5-20 arasında oynayabilir.

Bu uzun bir süreçtir. Gözden geçirmeyi yapan bilim insanları bu işi çoğunlukla gönüllü olarak yaparlar, prestijli dergilerin editör kadrosunda olmak da prestijli bir şeydir. Basılan makalelerin bilimsel kalitesini sağlamaya yönelik bu süreçte de aksaklıklar olabilir ve yayınlanan makalelerin bilimsel kalitesi her zaman istenilen düzeyde olmayabilir. Yine de bu bilimsel kaliteyi sağlaması en muhtemel sistemdir.

Her ne kadar saygınlığı tartışılmayacak bir kısım dergiler de bazı makaleleri açık kaynak olarak yayınlıyor olsalar da dergi içerikleri tipik olarak açık kaynak değildir ve oldukça yüksek meblağlar ödenerek alınan aboneliklerle okunabilir. Bu abonelikler üniversite kütüphaneleri tarafından sağlanır ve dolayısıyla üniversitelerde çalışan araştırmacıların erişimi mümkün olur.

Ticari bir yapılanma

“Yırtıcı” dergiler sektörü ticari bir yapılanma olarak dikkat çekiyor. Akademisyenler, atılan toplu mesajlarla bu dergilerde yayın yapmaya teşvik ediliyor. Makale kabul edildikten sonra yazarlardan baskı ücreti talep ediliyor. Baskı ücretinin yüksek meblağlar olduğu ve dergilerin çoğunun Güney Asya, Körfez bölgesi, Türkiye ve Afrika kökenli şirketler tarafından çıkarıldığı belirtiliyor⁴.

Bilim insanların yetkinliklerinin değerlendirmesinde makale sayılarının son derece önemli olması, saygıdeğer dergilerde yayın süreçlerinin uzaması, çetin ceviz editörlerle karşılaşma ihtimalinin yüksek olması ve yırtıcı dergilerde yayın yapmanın bugüne kadar akademik itibari zedeleyen bir olgu olarak ortaya çıkmaması, akademisyenleri bu dergilerde yayın yapmaya teşvik ediyor. Bazen de akademisyenler bu dergilerin editörlük eksikliklerinin farkında olmadan yayın yapabiliyorlar.

Bilimsel yayınların güvenilirliğini şüpheye düşüren, bilgi kirliliğine önemli katkıda bulunan ve açık kaynak olgusunu zedeleyen bu tür dergilerin olumsuz etkisiyle mücadelede somut bir adım, Almanya’da 5000’den fazla araştırmacının bu dergilerde yayın yaptığının ortaya çıkmasıyla atılmış. Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı konuyla ilgili bir soruşturma başlatmış.

“Akademik” konferanslar

Akademisyenler, bir süredir konferans davetleri bombardımanına tutuluyorlar. Bu yeni türeyen konferanslar çoğunlukla bilimsel ciddiyetten uzak bir içerikle yapılıyor. Davetlerde oturum başkanlıkları, açılış konuşmaları, sözel sunumlar ve ayrı oturum düzenleme teklifleri geliyor.

Bilimsel konferanslarda normalde oturum başkanlıkları veya açılış konuşmaları son derece titizlikle seçilir ve onur verici bir tarafı vardır. Fakat akademisyenlere uygulanan performans değerlendirmelerinde sözel sunumlara puan verilmesi, ciddiyetten uzak ve hatta insanların katılmadıkları halde sunum özetlerinin yayımlandığı konferansların sayısını da arttırıyor. Bu yazıya konu olan dergiler gibi bu konferanslara da “yırtıcı” sıfatını takmak yerinde olacaktır.

Bilimsel yayınların güvenilir olması ve dünyanın her yerindeki bilim insanlarının erişimine imkân sağlaması bilimsel gelişmenin en önemli unsurlarından. Dergilerin sağlıklı editörlük süreçleri olması güvenilirliğin sağlanmasında kritik rol oynuyor. Bu süreçleri doğru yöneten saygıdeğer bilimsel dergilerin çoğuna erişimde ise kısıtlar var, yüksek abonelik bedelleri bilim insanlarının ve halkın bu yayınlara ulaşmasını zorlaştırıyor. Açık kaynak olan “yırtıcı” dergilere erişimin çok daha kolay olması, bu dergilerde yayınlanan ve bilimsel olmayan sonuçların yayılmasını kolaylaştırıyor. Akademik performans değerlendirmelerinde benimsenen sorunlu ölçütler de akademisyenleri “yırtıcı” dergilerde hızlıca yayın yapmaya teşvik ediyor. Dolayısıyla akademinin ve akademik yayınların var olan problemlerinden de beslenen yozlaşma söz konusu.

Bugün akademi, “yırtıcı” dergi/konferanslar diye tanımladığımız sinsi yapılanmaya karşı çözüm üretmek durumunda. Akademide yerleşmiş problemler ele alınmadan bu yapılanmanın önüne geçilemeyecek gibi görünüyor.

¹Sarkac.org editörü

²Jeffrey Beall, (2012). “Predatory publishers are corrupting open”, Access, Nature, 489, s. 7415.

³Yırtıcı Dergilerin Listesi: <https://predatoryjournals.com/journals/>, (25 Aralık 2018)

⁴Catherine Offord, (2018). “German Scientists Frequently Publish in Predatory Journals”, The Scientist.

Ülkemize En Uygun Doçentlik Sistemi (var mı?)

Ersin Yurtsever¹

Üniversitelerimizdeki akademik unvanlar yıllar içerisinde bir dizi değişiklik gösterdi. YÖK’ün kurulduğu 1981 yılına kadar akademisyenliğe başlangıç kadrosu “doktor asistan”dı. Bu kadroyla ders verilmez ama dersi veren profesöre yardımcı yapılabilirdi. Bunun tek istisnası Orta Doğu Teknik Üniversitesi idi. Ayrı bir kanunla kurulan bu üniversitede öğretim görevliliği ve yardımcı profesörlük vardı. ABD’deki sistem baz alınmış ve *assistant professor* kadrosu Türkçeleştirilmişti.

Doktor asistandan sonraki basamak doçentlikti ve doçentlik Kıta Avrupası sistemindeki “dozent” karşılığıydı. Almanya gibi ülkelerdeki doçentlik, bir yüksek doktora tezi yazmayı, jüri önünde savunmayı ve bir ders vermeyi içeriyordu. Bu sistem tamamıyla bize transfer edilmişti ve kullanılıyordu. Doçentlik bir unvan olup kişiye veriliyordu ve üniversiteyle bağlantısı yoktu. Daha sonra kadro bulunduğu takdirde doçentlik kadrosuna geçip daha yüksek maaş almak mümkündü. Üniversitelerde ders verebilmek için en az doçent olmak gerekirdi (ODTÜ hariç).

YÖK’ün kurulmasıyla asistan profesör karşılığı yardımcı doçentlik bütün üniversitelere getirildi ve önemli bir değişiklik olarak yardımcı doçentlere ders verebilme hakkı tanındı. Bu hakka rağmen doçent unvanı almak için tez, yabancı dil, sunum ve ders verme zorunlulukları bir müddet sürdü. Akademik yayın yapmanın ülkemizde çeşitli nedenlerle önem kazanmasının ardından tez yerine eserlerin incelenmesi süreci getirildi; ders verme koşulu kaldırıldı ama bir jüri önünde sözlü sınav devam etti. Son değişikliklerle beraber eserlerin incelenmesi zorunlu olmakla beraber, sözlü sınav uygulaması üniversitelerin seçimine bırakıldı.

Doçentlik, ülkemizdeki genç akademisyenlerin belki de en korkulu rüyası. Değerlendirmelerin merkezi yapılmasının çok iyi tarafları olduğu gibi, bu sistem önemli sorunları da içeriyor. Bu nedenle de her yapılan değişiklik ciddi itirazlarla karşılaşıyor.

Bu sorunların basit bir çözümü maalesef yok. Öncelikle doçent olma kavramından ne anlaşıldığında hemfikir olmak gerekir ki, bu da mümkün değil. Doçent olmak için hangi gerekçeler öne sürülebilir? Bugünkü durumda doçent unvanı almadan da ders verilebilir, lisansüstü öğrenci yetiştirilebilir veya proje alınabilir, yani bir

profesörün yaptığı her şeyi yapmaya hakları vardır. Ama a) bu kadrolar süresiz değildir ve b) maaşları azdır. O zaman doçentlik bürokrasidekine benzer şekilde sıradan bir kadro ilerlemesi olarak düşünülebilir ve sınavsız, sorgusuz üniversite yönetimine bırakılabilir. Bu en az sorun yaratacak çözümdür. Böyle bir sistem değişik zamanlarda öne sürülmüştür ve üniversite yönetimlerinin objektif olarak değerlendirme yapabilmeleri durumunda iyi de çalışacaktır.

Ama üniversitelerin bu değerlendirmeyi iyi yapmama durumunda ki bu olasılık çok yüksektir, merkezi bir otoritenin süzgecinden geçmek şart koşulur ve önemli bir açmazla karşılaşılır. Nasıl bir süzgeç? Bir olasılık, konusunda uzman olan kişilerden oluşan bir jürinin kurulmasıdır. Eğer bir alanda 200 doçentlik başvurusu varsa ve her başvuru için 5 asıl + 2 yedek üyeye ihtiyaç varsa, 1400 kişinin organize olması gerekir. Bu sahadaki profesör sayısı daha fazla olsa bile bunların hepsinin sahada aktif çalışan ve son gelişmeleri takip eden araştırmacılar olduğunu söylemek biraz hayali olur. Daha da önemlisi bu jürilerin aynı standartlarda değerlendirme yapması da olası değildir. Uygulamada eser değerlendirme aşamasında bile çok kuvvetli dosyaların reddedildiği veya zayıf dosyaların olumlu oy aldıkları görülüyor. Sözlü sınavlarda ders düzeyinde sorular sorulduğu gibi en karmaşık konuların detaylarının tartışıldığı da oluyor. Ülkemizde “profesörlerin” genel düzeyini belirli bir eşiğe getirmeden bu modelin iyi çalışması da zor gözüküyor.

Diğer bir yaklaşım ise, son günlerin moda kelimelerinden olan “şeffaflık” kapsamında puanlama yaparak “objektif” bir değerlendirme sistemi kurmak. Böyle bir sistem ise çok önemli boşluklar barındırıyor. Öncelikle hangi puanlama kriterlerini koyarsanız koyun, adaylar bu kriterlere göre dosya hazırlamayı düşünecekler veya bu sistemi yenmenin yollarını arayacaklardır. O zaman da Goodhart Yasası’nda olduğu gibi, bu kriterler ölçme özelliklerini kaybedeceklerdir. Şu andaki sistemde ön eleme için bir algoritmik sistem kullanılıyor ve bu sistem çok da sakıncalı değil. Ama araştırmanın niteliğinin otomatik olarak değerlendirilmesi mümkün değil ve “Bilimsel yayınlar nasıl değerlendirmeli? – San Francisco Bildirisi” başlıklı yazımızda anlattığımız gibi böyle bir değerlendirmenin birçok sakıncası var.

Sonuç olarak, belki de en uygun çözümün kararı üniversitelere bırakmak olduğu gerçeğiyle karşı karşıyayız. Üniversitelerin kendi akademik kalitelerini, kendi kararlarıyla yükseltmeleri en doğru seçenek olabilir. Eğer üniversitelerimiz bunu başaramıyorsa zaten doçentlik sorununu çözmeye çalışmak da çok anlamlı bir çaba olmayacaktır.

¹Bilim Akademisi üyesi, Koç üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi

MİZAH: MONTAJ PORTRERLER

Darwin Portresinin Kökeni

Tayfun Akgül¹

Charles Robert Darwin’i bütün dünya yazdığı *Türlerin Kökeni* (*On the Origin of Species*; 1859) adlı kitabıyla tanır. Darwin ismi zikredildiğinde ürperen ve tüyleri diken diken olan kişilerin nerdeyse yüzde 100’ü o meşhur kitaptan bir satır bile okumamıştır. Okumaya gerek yoktur!

Sanırım kitabı okunmayıp bu kadar meşhur olan bir Darwin vardır, bir Marx, belki bir de Einstein...

Darwin hakkında web-i deryada ansiklopedik bilgi karıştırınca, Charles’ın altı çocuklu, varlıklı bir ailenin beşinci ferdi olarak doğduğu göze çarpıyor. Daha sekiz yaşındayken annesini kaybeden çocuğa ablaları annelik etmiş. Başarılı bir hekim ve elbette oğlunu da başarılı bir hekim yapabilmek için nafiye çaba harcayan düş kırıklığında bir babayı da ekleyelim. Baba varlıklı olmasa, Darwin “Darwin” olur muydu? Sanmam.

Charles Darwin sıkılmış okulun monotonluğundan, dağ tepe gezmeyi pek sevdiğinden bol bol kaytarırmış. Bu geziler sırasında izlenimlerini not etmeyi alışkanlık haline getirmesi çok önemli. Bu arada, hayvan doldurma (meğer buna “tahnit” deniyormuş) yöntemlerini öğrenip bu işin de ustası olup çıkmış. İşte bu altyapı Darwin’e (1831-1836 arası) 5 yıl sürecek ve bol bol gözlem yapacak o meşhur seyahatin kapısını açmış. Gerisi malum...

C. G. Darwin 1839’da ince hesaplamalar sonucunda kuzeni Emma’yla akraba evliliği yapmış, karı-koca dur durak demeden 10 çocuk sahibi olmuş; bunlardan üçü ne yazık ki yaşama veda etmiş, diğerleri de hep sağlık sorunlarıyla boğuşmuş. Darwin’in yukarda zikrettiğim ses getiren kitabının yazılması ve basılmasının neden 23 yıl sürdüğü kısmen anlaşılıyor.

2012 Mayıs’ıydı galiba. İngiltere’de yaşayan çocukluk arkadaşım, çok sevgili dostum Abdullah Akıncı beni ziyarete geldiğinde ürettiğim bazı montaj portrelere gözü takıldı. ABD dolarları üzerindeki şahsiyetlerin portreleriydi bunlar. Cebinden bir kâğıt para çıkarıp –ki 10 pound imiş– önüme attı. Baktım, malum, ön yüzünde kraliçe var. Hem de gençlik resmi! “Yok” dedim, “kadın portresi yapmak zor. Bununla uğraşamam.” Arkasını işaret etti: Darwin...

İngiltere’ye seferim seyrek ve kısadır. Newton’un okulunun bahçesinde dolanmışlığım vardır, o kadar. Darwin’in, 10 pound üzerinde resmedildiğini ilk kez o gün öğrendim. Meğer 2000 yılından itibaren 10 poundun arkasında Darwin’in portresi yer almırmış. Ve heyhat! 2017 itibarıyla yerini Jane Austen’a terk eyleyecekmış, çünkü The Bank of England öyle karar almış!



Görsel 31: Charles Darwin portresi.

Aradan bir hafta on gün ya geçti ya geçmedi. Ümraniye sokaklarında gezinirken yerde sürüsüne bereket yay buldum. Herhalde bir konfeksiyon mağazası elbise askılarını parçalamış, askıların içindeki yayları da sokağa atıvermiş. Görür görmez anladım. Darwin'in sakallarıydı bunlar. Topladım hepsini. Gerisi kolaydı. Pipo, gözler, kaşlar, saçlar, bisiklet teli ve askı sapı çabucak yerlerine oturuverdi.

Nedendir hiç fikrim yok, o 10 poundu Haziran 2012'den beri hâlâ cüzdanımda gezdiririm.

¹İstanbul Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

Göreceli Portreler: Albert Einstein

Tayfun Akgül¹

Albert Einstein 1897 yılının 14 Mart günü Almanya'nın Ulm kentinde dünyaya gelmiş. Babası mühendis Hermann Einstein kardeşiyle birlikte jeneratör üreten bir mühendislik firması kurmuş. Baba ve amca bu işlerle uğraştığına göre Einstein'ın fizik merakı nasıl başladı kestirmek mümkün.

Albert, dehasını çocukluğunda pek ortaya koyamamış. Bir kere geç konuşmuş, okulda da çok parlak bir öğrenci olduğu yönünde herhangi bir kanıt yok. Okulun katı disiplinini sevmemiş ama klasik müziği ve keman çalmayı çok sevmiş. Albert okulu boş verince öğretmenleri de onu ihmal etmeyi ihmal etmemiş. Öyle ki bir öğretmeni babasına “Oğlunuz hiçbir zaman başarılı olmayacak” demiş.

Babanın işleri yolunda gitmeyince Albert'i okulunu bitirsin diye Almanya'da bırakıp İtalya'ya göçmüş aile. Heyhat! Albert'e askerlik çağrısı çıkmış. O da okulu bırakıp peşlerinden göçmüş. Hem kötü bir öğrenci hem de asker kaçağı... Diploması bile yok! Ailesi geleceği açısından endişelenmesin de ne yapsın! Lakin endişeye mahal yokmuş meğer.

Zürich'teki *Eidgenössische Technische Hochschule*'ye başvurmuş. Kabul edilmiş çünkü giriş sınavlarında matematik ve fizik sorularında üstün başarı sergilemiş. Orayı bitirmiş bitirmesine de bu kez de iş bulma sorunuyla boğuşmuş. Üniversitede akademik bir pozisyon bulması pek mümkün olmamış, çünkü hocalarıyla takışmış, çoğu kendisiyle çalışmayı reddetmiş.

Neyse ki 1902'de İsviçre Patent Ofisi'nde iş bulmuş. Görelilik Kuramının temellerini kurguladığı fikirleri orada üretmeye başlarken babası ölmüş. Ertesi yıl Albert okulda tanıştığı ilk eşi Mileva Maric ile (şu işe bakın o da bir fizikçi) evlenmiş ve 1919'a dek evli kalmışlar. İyi bir eş ve iyi bir baba olduğu yönünde de herhangi bir veri yok. Matematik ve fizikte çok zeki olduğu ileri sürülen Mileva'nın kocasının tüm çalışmalarına yardım ettiği söyleniyor. Çiftin bu evlilikten iki çocukları olmuş. Evlilik öncesi doğan bebeklerine ne olduğu konusunda ise güvenilir bir bilgi yok.

Fizikçiler, Albert Einstein'ın *Annalen der Physik* adlı prestijli dergide 1905'te yayımlanan dört çarpıcı makalesini işaret ederek “Einstein's annus mirabilis” (Latince Einstein'ın mucizevi yılı) diyor.

Bu makalelerin içeriğinden kısaca söz edersek:

- Foto-elektrik etki: Işığın parçacıklardan (yani foton) oluştuğuna ilişkin hipotezi. Bu çalışma Einstein'e 1921'de Nobel Ödülü kazandırdı.
- Brown Hareketi (*Brownian motion*), yani “gürültü”nün neredeyse temelini atıldığı çalışma

- Özel görelilik kuramı: Maxwell'in elektrik ve manyetik denklemlerini mekanik yasalarıyla bağdaştırması ve ışığın hızının mutlak olması
- Kütle ve enerjinin denkliği ve meşhur $E=mc^2$ denklemi

Brown Hareketi de beni ilgilendiriyor. Gürültünün temeli nerdeyse o makalede atılıyor. Sevgili Prof. Leon Cohen 2005 Kasım ayında gürültünün doğumunun 100. yılına ilişkin –güldür güldür mü, yoksa gümbür gümbür mü desem– bir makale yayımlamıştı: “*Gürültü Tarihi*”. Bu çok çarpıcı makaleyi meraklılara öneririm. Bir de Einstein'ın 1914'te yayımladığı kısacık bir makale var. Bu makaleyi İTÜ'deki (“Spectral Estimation Methods” adlı) doktora dersimin ilk iki haftasında Newton'ın o meşhur ışıkla ilgili makalesinin ardından derste okuyup/okutup öğrencilere “Yaa, gördüğünüz gibi, Newton'u saymazsak ilk ‘sinyal işleme’ uzmanı belki de Albert Einstein'dır,” demeye bayılırım.

Albert Einstein'ın meşhur olup ABD'ye göçmesi filan pek ilgimi çekmiyor, çünkü çok konuşulmuş, çok yazılmış ve çok çizilmiştir bu olaylar. Benim asıl ilgimi çeken şey konserve kutusu kapağıdır. Ne zaman kulpu üzerinde duran açılmış konserve kapağı görsem aklıma hep Einstein gelir!



Görsel 32: Albert Einstein portresi No.1

İlk Einstein portresini yanılmıyorsam 2005’te “gürültünün 100. yılına” denk getirmiştim. Asma kilit menteşesinin paslı parçasını elime alıp baktığımda Einstein’ın dili geldiği aklıma. Gerisi beş dakika...

İkincisinde ise konserve kutusunun kapağını bulunca iş iki dakikada bitti. Tarih 2006.



Görsel 33:
Albert Einstein portresi No.2

Dünyaya Gelişinin 200. Yılında Karl Heinrich Marx Portresi

Tayfun Akgül

Karl Marx anasını babasını dinlemeyen –özellikle de babasını dinlemeyip baba mesleği avukatlığı seçmek yerine gidip felsefe doktorası yapan– bir insanın başına neler gelebileceğinin en iyi örneğidir. Marx 1841’de doktorasını tamamladıktan sonra (elbette) işsiz... Doktoralı işsizler ne yaparsa onu yapar: Gazetecilik!

Marx hep yoksul. Yoksulluğunu politik fikirlerinin “ödülü” diye düşünüyormuş. Hayatı boyunca hep yoksul kalmış, oradan oraya sürülmüş hem kendisi hem ailesi sürüm sürüm sürünmüş ama yoksullukla hiç kimsenin savaşamayacağı mertebede –bilimsel ve kuramsal düzlemde– çok çetin savaşmıştır.

Marx yığınlarca insan için –her ne kadar bilimsel çalışmalarının özünü bilmiyor, anlamıyor olsalar da– tam tamına anti-dinsel bir peygamberdir. Buna rağmen Marx’ın cenazesine 11 kişi katılmıştır.

1867’de *Das Kapital* basıldıktan sonraki dört yıl içinde kitap 1000 adet bile satma-

miş. İngilizce tercümesi ise 1886'da yayımlanmış. İkinci ve üçüncü ciltleri Marx'ın ölümünden sonra basılmış.

Türkiye'de *Kapital*'in durumu karışık... 1937'deki girişimi saymazsak, ilk cildin Almanya'da yayımından tam 108 yıl sonra, tüm ciltler (Almanca yerine İngilizceden yapılmış çeviriyle) 1975-1978 arasında yayımlanmış.

Derler ki; eğer Lenin Bolşevik İsyanı'nın başına geçip başarılı olmasaydı, Marx, 19.yüzyılın pek de başarı gösterememiş ütöpik ekonomisti, politik kuramcısı ve felsefecisi sayılacaktı. Belki de anılmayacaktı. Bu denli yaygın tanınması, Sovyetler Birliği'nin kurulması sonucunda, komünizmin, fantezinin ötesine geçebileceğinin pratik göstergesi sonucudur. Ayrıca Sovyet anayasasının onun görüşlerini temel aldığı bilinir.



Görsel 34: Karl Marx portresi.

Karl Marx'ın montaj portresini 2014 Haziran'ında yapmışım. Montaj portrelerin hemen hemen hepsinde atık malzeme kullandım. Lakin Marx'ın portresinde bu kuralı ihlal ettiğimi itiraf edeyim. Bu portre için malzemeye para ödedim. Yani saç ve sakal için gidip pazardan 1 TL'lik iki adet bulaşık teli satın aldım. Bu portrede, kullanılmış tel kullanamazdım elbet.

¹İstanbul Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

²Louis Menand, "Karl Marx, Yesterday and Today: The nineteenth-century philosopher's ideas may help us to understand the economic and political inequality of our time." The New Yorker, 10 Ekim 2016.

³Karl Marx, Friedrich Engels, "Komünist Manifesto" (Çeviri: Celal Üstel, Nur Derviş), Can Yayınları, 2008.

Bir Koltukta Çok Karpuz Taşıyan Adam: Ali Nesin

Tayfun Akgül¹

Ali Nesin'i herkes tanır, eğer dünyadan bihaber değilse.

- ABD'den yurda kesin dönüş yaptığı 1995 tarihinden beri Nesin Vakfı yönetmeni: Vakfı babasının çiftliği gibi kullanmayıp büyüten, geliştiren, kurumsallaştıran özveri paydaşı...
- Dönüşünden beri Bilgi Üniversitesi hocası: Matematiğe hevesli saf öğrencileri alıp eğitip safkan matematikçiye dönüştürmesiyle ünlü cebirci...
- 2003'ten beri Nesin Yayınevi'ni tepeden yönetip büyüten yayıncı...
- 2007'lerde Nesin Matematik Köyü'nü kuran ve başına buyruk büyütüp yöneten ağa...
- 2003-2013 arası *Matematik Dünyası* dergisini on binlerce tiraja ulaştıran başmuharrir...

Bu dergi meselesine biraz dokunalım. Dergi yayın kuruluna matematikten zırnık anlamayan yazar-çizerleri bile almıştı Ali Nesin. Onları ve nazının geçtiği dostlarını evine toplar, izzet-ikram sonrası dergide basılacak yazıları okutur, düzeltme

yaptırırdı. Dergideki birçok yazıyı kendi yazar, bir sayıda Oya Oyar adını kullanır, bir diğerinde ismi hınzırca Oya Boyar'a dönuşür; sonuçta isimlerle Yazar Bozar gibi oynayıp dururdu. Dergi kapakları çok çekiciydi. Kapakların çoğu sanat eserlerinden alıntı, birer sanat esercikleri gibi havalıydı. Ali Nesin o dergide sadece matematiğe dokunmuyor, okurlara adeta kendi sanat tutkusunu aşılamaaya çalışıyordu. O havadaki kapaklar, bence, bir tek The New Yorker'da bulunur.



Görsel 35: Ali Nesin portresi.

Bir ton popüler matematik yazısının sahibi, sürüsüne bereket matematik kitabının yazarı bu adam, aslında gıpta edilecek seviyede sağlam desene sahip bir çizerdir, çok da başarılı bir ressamdır. Lakin artık sanatını tuvalden çıkarıp taş-toprağa-ota hayat veren paylaşımcı bir “anti-mütayyit” üretimciye dönüştürmüştür.

Nesin Sanat Köyü ve Nesin Felsefe Köyü’nü de kurarak “köy kurma” enflasyonu yaratmaya devam etmektedir.

Ali Nesin’in burnu büyük değildir. Yurda kesin dönüş yaptıktan kısa bir süre sonra burnu daha da küçülmüştür. Yaşadığı mahallenin kabadayısına kabadayılık yaptığı bir gece, kabadayıyla giriştikleri arbedede burnunu kaybetmiş ama mahalleli o gece –hemi de matematik profesörü unvanlı– yeni bir dayı kazanmıştır. İşbu portre o günlerin anısına istinaden çiviler ve kopuk bir çekmece sapından yapılmıştır. (Çekmece sapını elime alıp alıcı gözle baktığım an, Ali Nesin’in montajı kafamda bitmişti. Montajın asıl bitiriliş tarihi 19 Haziran 2003 imiş.)

¹İstanbul Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

Cahit Arf

Tayfun Akgül¹

Cahit Arf, 1910-1997 yılları arasında yaşamış dünyaca ünlü matematikçimizdir. Atatürk döneminde seçilip yurtdışına gönderilen öğrencilerden biridir. 1910 yılında Selanik’te doğar. Balkan Savaşı sırasında ailesi İstanbul’a göçer, ardından İzmir’e yerleşirler. Cahit Arf İzmir Atatürk Lisesi’nin orta kısmını bitirdikten sonra lise öğrenimi için Fransa’ya gönderilir. Üniversiteyi Sorbonne’da bitirip yeniden yapılandırılan İstanbul Üniversitesi’nde bir süre görev alır. Doktora çalışmasını Almanya’da yapan Cahit Arf, 1939 yılında doktorasını tamamlayıp Fen Fakültesi’ne döner ve ileriki yıllarda ordinaryüs profesör olur. Bir ara Robert Kolej’de matematik dersleri verir. Ortadoğu Teknik Üniversitesi kurulunca Ankara’ya gider. ODTÜ’de önemli çalışmalar yapar. TÜBİTAK’ın kuruluşunda yer alır. Emekli olduktan sonra İstanbul’a yerleşir ve TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Enstitüsü’nde çalışmalarını sürdürür. Birçok bilim insanı yetiştirir.

Cahit Arf’in en önemli buluşlarından birisi, “Arf Değişmezi” olarak adlandırılan cebir sahasında yapılmış bir buluştur. Bu buluşuyla Cahit Arf matematiğin topoloji dalında bazı klasik ve çözülmemiş problemlerin çözülmesini olanaklı kılar.

Özel bir anı:

Cahit hocayı TÜBİTAK’ta çalıştığım yıllarda (1986-1988) tanıma şansına eriştim. Hocaya herkes “ermiş” gözüyle bakardı. Cahit hocam bilim ve matematikle birlikte mizah ve espriyi de çok severdi. Çok sevgili hocam Prof. Dr. Mithat İdemen TÜBİTAK Temel Bilimler Enstitüsü, Uygulamalı Matematik Bölümü’nün başkanlığını yapar; Cahit hocayla aynı odayı paylaşırdı. Mithat hocayı, dolayısıyla da

Cahit hocayı uygun fırsatlar yaratıp ziyaret etmeye çalışır, onunla söyleşmek için can atardım. Bu fırsatlar sırasında Cahit hoca çetrefilli sorular sorup zekâmı ve matematik seviyemi ölçmeye çalışırdı. Sevgili hocayı hep pipo içerken anımsıyorum. Yurtdışına seyahat eden dost ve arkadaşlarıma mutlaka pipo tütünü ısmarlar, Cahit hocaya armağan ederdim. Hoca armağanımı hemen kabul etmezdi, çok ısrar edersem mutlaka ikiye böler, “Yarısı senin,” diyerek alırdı.

Sanırım 2004 yılıydı. Sevgili hocamın montaj-portresini “pipo” parçalarını kullanarak yaptım. Pipoyu nerden bulmuştun diye sorduğunuzu duyar gibiyim. Söyleyeyim: 80’li yılların ortalarında sigarayı bırakmam için bir başka Cahit hoca (sevgili arkadaşım Hazım Yücel’in babası) armağan etmişti. Gözlük ise sevgili dostum Saygı Yağmurdereli’nin kırılan gözlüğüdür...

Kısa kısa

- Cahit Arf, matematiği bir meslek dalı olarak değil, bir yaşam tarzı olarak görmüştür.
- Öğrencilerine sürekli: “Matematiği ezberlemeyin, kendiniz yapın ve anlayın” demiştir.
- “Matematik de resim, müzik ve heykel gibi bir sanattır” diyerek matematiğin sanatsal yönünü vurgulamıştır.



Görsel 36: Cahit Arf portresi

