

## GELECEĞİN FİZİĞİ

*Bilim 2100 yılına kadar insanlığın kaderini ve günlük yaşamımızı nasıl şekillendirecek?*

Bırakın gelecek yüzyılı önümüzdeki birkaç yılı tahmin etmek bile ürkütücü, yine de günün birinde insanlık medeniyetini değiştirecek teknolojilerin hayalini kurmadan edemiyoruz. Fakat bu kitapta anlatılanlar, hayal ürünü değil; kurdukları hayalleri hakikate dönüştüren başarılı bilim insanlarının araştırma ve buluşlarına dayalı somut gerçekler ve bunların dünyanın geleceğine dair işaret ettiği bilimsel öngörüler.

Her gün evreni oluşturan atom-altı parçacıklarla, bunlara bağlı denklemlerle uğraşan bir kuantum fizikçisi olarak, patlayan yıldızları, Büyük Patlamayı tanımlayan denklemlerin geleceğimizin ana hatlarını deşifre etmek için de kullanılabileceğinin bilincindeyim. Hayatım boyunca, evrenin tüm fizik kurallarını tek bir tutarlı kuram çerçevesinde anlamayı ve geleceği görmeyi arzuladım. Sonunda bu iki tutkunun aslında birbirini tamamladığını fark ettim çünkü geleceği anlamanın yolu, önce temel doğa kanunlarını kavramak ve ardından bunları uygarlığımızı yeniden tanımlayıp ileriye taşıyacak icatlara, makinelere ve tedavilere uygulamaktan geçer. Gelecek tahminlerine dayanan çok sayıda faydalı ve ileri görüşlü kitap olmasına karşın, bunlar genelde tarihçiler, sosyologlar, bilim-kurgu yazarları ve fütüristler gibi bilime dışarıdan bakan ve ilk elden bu konuda bilgi sahibi olmayanlar tarafından yazılmıştır. İşte bu kitabın farkı tam da bu: işin iç yüzünü bilenlerin öngörülerini ve geleceğe şekil verecek çalışmaları içeriyor oluşu. Bir yandan fizik kuramcısı olarak sicim teorisi alanındaki çalışmalarına devam ederken, bir yandan da radyo ve televizyon için çeşitli programlar hazırladığım sırada devrim niteliğinde etkileri olacak en ileri araştırmalar hakkında detaylı bilgi edinme fırsatı buldum. Geleceği kurmakla meşgul 300'ün üzerinde bilim insanı ve düşünürle yaptığım görüşmelerden ve bu yüzyıla damgasını vuracak araştırmalardan yola çıkarak içinde bulunduğumuz yüzyılın bilim ve teknoloji sayesinde nasıl şekilleneceğini gözler önüne sermek istedim. Bazısının olgunluğa erişmesi bir asrı bulabilecek ancak sonunda insanlığın kaderini belirleyecek teknolojileri ele alarak, bizleri bekleyen mucizevi buluşlara ve 2100 dünyasına geçerli bir perspektif sunmayı amaçladım.

Peki, geleceği tahmin etmek mümkün mü? Daha önce bunu deneyip becermiş olanlara bakalım. Gelmiş geçmiş en iyi bilim kurgu yazarlarından biri olan Jules Verne, kendisi bilim adamı olmamasına rağmen, zamanının bilim dünyasıyla fazlasıyla haşır neşirdi. İsabetli tahminlerini ve vizyonunu bilimin toplumu kökten değiştirme gücünü kavramış olmasına borçluydu. Leonardo da Vinci ise hem kendisi bir mucitti hem de zamanının önde gelen yenilikçi ve ileri görüşlü kişileriyle yakın temastaydı. Bu nedenle her ikisinin de geleceğe yönelik öngörülerini fazlasıyla tuttu. Bu geleneğe uygun biçimde, günümüzün önde gelen bilim insanlarının çalışmalarını yakından inceleyerek dünyanın çeşitli yerlerindeki laboratuvarlarda geleceğimizi değiştirecek teknolojilerin prototiplerinin oluşturulduğunu görmek mümkün.

Yani gelecek geldi bile ancak henüz ufak çapta. Tıpkı *siberuzay* sözcüğünü türeten yazar William Gibson'ın dediği gibi "gelecek zaten burada yalnızca eşit olmayan biçimde yayılmış durumda". Dolayısıyla, burada yer verilen öngörüler spekülasyon değil, bugünün teknolojilerinin olgunluğa eriştiği döneme yönelik mantıklı tahmin yürütmelerdir.

Bilimin, durmaksızın hız kazanan buluşlarla yoğun ve çalkantılı bir süreçten geçtiği şu dönemde, 2100'ü öngörmek elbette zor. Son birkaç on yılda biriken bilimsel bilgi, tüm insanlık tarihi boyunca elde edilenden fazla. Üstelik 2100'e kadar kat be kat artmış olacak. 1900'lerde yaşayanların 2000'li yılları tasavvur etmesinin ne denli güç olduğunu takdir edersek, önümüzdeki asrı tahmin etmenin zorluğunu kavrayabiliriz. O zamanlar yaşamın ne kadar farklı olduğunu bir düşünün! 20. asrın en başında ne radyo vardı ne de sinema. Otomobil henüz ortaya çıktığından atsız araba olarak anılıyordu. Benzinli motorlar da yoktu. Genellikle insanlar bilimin gelişme hızını yabana attığından yüzyıl içinde bu kadar ilerleme kaydedileceği çok az kişinin aklına gelirdi. Hatta bazen kendi çalıştıkları alanlarda meydana gelecek değişimi hiç mi hiç tahmin etmeyenler çıkabilir. İşte bir kaç örnek:

*"İcat edilebilecek her şey icat edilmiştir."* 1899 - C.H. Duell - Amerikan Patent Bürosu şefi

*"Aktörlerin konuşmasını kim duymak istesin ki?"* 1927 (sessiz film dönemi) - Harry M. Warner-Warner Brothers kurucu ortağı

*"Dünya bilgisayar pazarı belki beş adet olabilir."* 1943- Thomas Watson - IBM yönetim kurulu başkanı

Mesela New York Times 1903'te uçan makinelere kafa yormanın zaman kaybı olduğunu yazdıktan bir hafta sonra Wright Kardeşler tayyarelerini uçurmayı başardı; 1920'de ise roket bilimci R. Goddard'ı eleştiren Times, 49 yıl sonra *Apollo 11* aya indiğinde roketlerin vakum içinde işleyebildiğinin ispatlandığını yazarak hatasını kabul etti. Buradan çıkarılacak ders, gelecek aleyhine iddialaşmanın tehlikeli olabileceğidir. Gelecek tahmininde bulunanlar çoğunlukla teknolojinin hızını olduğundan kat be kat düşük hesapladıklarından yanılmıştır. Unutmayalım, tarih yazan iyimserlerdir, kötümserler değil. Bunu ve geleceği küçümseyenlerin yaptığı çarpıcı hataları göz önünde tutarak öngörülerimizi sağlam bir bilimsel temele oturtalım.

## **DOĞA KANUNLARINI KAVRAMAK**

Şimşeklerin, vebanın tanrıların işi olduğuna inanılan karanlık çağlarda yaşamıyoruz artık. Bilim, doğanın kanunlarını somut biçimde açıkladığı için bunlara dayanarak geleceği tahmin etmek bir nebze daha kolaylaştı. Kusursuz olmaları imkansız ancak tahminleri olabildiğince güvenilir kılmanın bir yolu, tüm evreni yönlendiren dört temel kuvvetin kavranmasıdır. Ne zaman biri anlaşılrsa insanlık tarihi değişmiştir. En önemlisi de Batı medeniyetinin bugünkü hale gelmesinin altında, Avrupa'nın doğa kanunları hakkındaki bilgiyi çok iyi kullanmayı becermiş olması yatar.

Bunlardan birincisi, Isaac Newton'ın nesnelere hareketinin mekanik kuvvetlere bağlı olduğunu açıkladığı *Yerçekimi kuvveti*; ikincisi Thomas Edison, Faraday, Maxwell ve diğerlerinin açıklanmasına katkıda bulunduğu *Elektromanyetizm*. Aydınlatma sağlayan, cihazlarımızı çalıştıran elektromanyetizmin keşfedilmesiyle peş peşe bilim harikaları yaratan elektronik

devrimi başladı. Üçüncü ve dördüncüye; atom çekirdeğine ait iki kuvvet yani zayıf ve güçlü nükleer kuvvetler oldu. Einstein,  $E=mc^2$  formülünü bulduğunda ve 1930'larda atom parçalandığında, bilim insanları ilk kez yıldızları aydınlatan kuvvetleri, evrenin sırlarını anlamaya başladı. Bu sadece atom silahlarının dehşet gücünü serbest bırakmakla kalmadı, günün birinde bu gücü kontrol altına alabilecek hale geleceğimizin de sözünü vermiş oldu. Günümüzde bu dört kuvveti gayet iyi anlamış durumdayız. Birinci kuvvet artık Einstein'ın genel izafiyet teorisiyle; diğer üçü de atom parçacıklarının sırlarını deşifre etmemizi sağlayan kuantum teorisiyle açıklanmakta. Kuantum teorisinin bize kazandırdıkları arasında transistör ve lazer de var. Ama en can alıcı olanı, modern toplumun itici gücüne dönüşen dijital devrim. Onu biyoteknolojik devrim izlemekte. Bilim adamları DNA molekülünün sırrını çözmek için de kuantum teorisinden yararlandı. DNA diziliminin tam olarak yapılabilmesini mümkün kılan bilgisayar teknolojisi sayesinde biyoteknoloji baş döndürücü bir hız kazanarak insanlığın geleceğini şekillendirmeye başladı.

Sonuç olarak, gelecekte bilim ve teknolojinin takip edeceği yönü daha iyi görebilecek durumdayız. Beklenmedik sürprizler olabilir elbet ancak modern fizik, kimya ve biyolojinin temelleri büyük ölçüde atılmış olduğundan ve en azından yakın gelecekte bu temel bilgilerde önemli bir değişiklik beklemediğimizden, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin katlanarak artmasından yola çıkarak tutarlı tahminler yapmak ve dünyamızın önümüzdeki yüzyılda neye benzeyeceğini, insanların ne gibi özellikler edinebileceğini öngörmek mümkün.

## **2100: MİTOLOJİK TANRILARA DÖNÜŞMEK**

Çok uzun zaman boyunca, doğanın pasif seyircileriydik ve doğa olaylarını aklımızın almayacağı gizemler olduğuna inandık. Eski insanlar doğanın güçlerinden korkup onlara tapınarak mitolojik tanrıları yarattı. Dua ederlerse tanrıların merhamet gösterip dileklerini yerine getireceğini umdu. Atalarımız şimdi sahip olduğumuz bilim ve teknolojiyi görseler bizi sihirbaz zannedirdi. Onlara uçakları, roketleri, insan vücudunun içini görebilen MR cihazlarını, cep telefonlarını gösterebilsek büyü olmadığına inanmaları adeta imkansız olurdu. Üstelik işin henüz başındayız. Bilim statik değildir, durmadan ilerler. Yayımlanan bilimsel makalelerin her on yılda katlandığı gerçeği, bu gelişimin ölçülebilir göstergelerinden biri sadece.

2100'ün nasıl olacağını tasavvur etmeye kalkıştığımızda, bir zamanlar eski uygarlıkların tapındığı ve korktuğu tanrılardan farkımız kalmayacağını görmek işten değil. Fakat kullanacağımız aletler sihirli değneklerle iksirler olmayacak elbette. Bilgisayar ilmi, nanoteknoloji, yapay zeka, biyoteknoloji ve hepsinin temelini oluşturan kuantum teorisinden yararlanıyor olacağız. İnovasyon ve buluşlar ekonomik, politik ve sosyal tabloyu değiştirmekte ve eskiden sıkı sıkıya bağlı olunan inançları, önyargıları ve uygulamaları alt üst etmekte. 2100'e gelindiğindeyse, tanrılara özgü telekinetik güce sahip olup sadece düşünce gücüyle nesnelere hareket ettirebiliyor olacağız. Bilgisayarlar zihnimizi okuyarak isteklerimizi yerine getirebilecek hale gelecek. Biyoteknoloji sayesinde mükemmel bedenler yaratıp insan ömrünü uzatacağız. Nanoteknoloji vasıtasıyla bir nesneyi alıp bambaşka bir şeye dönüştürebilecek; görünüşte yoktan var edebiliyor olacağız. Neredeyse hiç yakıt kullanmadan havada süzülerek kendi kendine giden taşıtlar kullanıyor olacağız. Makinelerimizle yıldızların sınırsız enerjisinden

yararlanır hale geleceğiz. Aynı zamanda yakın yıldızları keşfetmeye uzay gemileri göndermenin eşiğinde olacağız. Tüm bunlar hayal dahi edilemeyecek kadar uçuk gelse de bu gelişmelerin tohumları şimdiden atılmış halde.

Peki bilim ve teknolojik değişim insanlığı nereye götürüyor? Bu uzun yolculuğun varacağı son durak neresi? Bu kargaşanın sonunda, kaçınılmaz olarak gezegen uygarlığının kurulacağı ilk doruk noktasına ulaşacağız. Gezegen uygarlığının doğuşunun sinyalleri şimdiden fark edilmekte. Ticaret, kültür, dil, eğlence hatta savaş gezegen uygarlığının oluşumuyla köklü değişimlere uğramakta. İnsanlığın, tarih ve teknolojinin muazzam güçlerinin nihai ürünü olan gezegen uygarlığına geçişi herhangi bir kontrolün ötesinde bir süreç. Muhtemelen de tarihin en büyük dönüşümü olacak ve geçmişteki tüm uygarlıklardan keskin biçimde ayrılacak. Ancak bu dönüşüm, elbette kaosa ve ahmaklığımıza yenik düşmezsek mümkün olabilir.

### **MAĞARA İNSANI KURALI**

Bilişim çağıyla ilgili olarak yapılan pek çok tahmin boş çıktı. Sözde ofislerde kağıt ortadan kalkacaktı; insanların çoğu evden çalışacağı için şehirler boşalacaktı; internet tiyatro, sinema, TV ve radyoyu ezip geçecek, dolayısıyla geleneksel medya ve eğlence müzeli olacak ve çoğu kişi gezip görmekten bile vazgeçecekti. Fakat tam tersi oldu: şehir hayatı kalabalıklaştı; ofislerde kullanılan kağıt sayısı her zamankinden fazla; alışveriş ve turizm inanılmayacak derecede arttı. Sanal eğitim yol kat etti etmesine ama hala öğrenciler üniversitelere girmek için yarışıyor ve iş bulurken *online* diploma yerine gerçek diploma geçerliliğini korumakta. İnternet tüm medyayı değiştirdi ancak gösteri dünyası ışıldamayı sürdürmekte, hem de tüm ihtişamıyla.

Yapılan tahminlerin tutmamasının nedeni, insanların bu gelişmeleri büyük ölçüde reddetmesi. Bunu mağara insanı kuralı dediğim kurala bağlıyorum. Çünkü, 100 bin yılı aşkın bir süre önce Afrika'da ortaya çıkan ilkel insanların da tıpkı bizim gibi göründüğünü genetik ve fosiller kanıtlamakta. Beynimizin ve kişiliğimizin o zamandan bu yana pek değiştiği söylenemez. Yani büyük olasılıkla insan olarak isteklerimiz, hayallerimiz, karakterimiz 100 bin yıldır çok fazla değişmedi. Dolayısıyla hala mağara insanları gibi düşünüyoruz ve ne zaman modern teknolojiyle arzularımız çatışsa kazanan daima arzularımız oluyor. İçgüdüsel olarak bilgisayar ekranında kayan elektronlara güvenemediğimizden, lüzumsuz da olsa raporların veya yazışmaların çıktısını alıyoruz. Atalarımız gibi biz de yüz yüze görüşmelerden hoşlanıyoruz. Bu diğer insanlarla yakınlık kurmamızı sağlıyor. Ayrıca vücut dillerini okuyabilme avantajı sağlıyor. İnsanları yakından izlediğimizde ortak bir bağ kurduğumuzu hissediyoruz. Aynı zamanda gizli duygularını, akıllarından geçenleri anlama imkanımız oluyor. Çünkü maymunu atalarımız da konuşmayı geliştirmeden binlerce yıl önce duygularını ve düşüncelerini iletme için vücut dilini kullanıyordu. Vahşi doğada yaşarken insanoğlunun hayatta kalabilmesi rivayetten çok somut kanıtlara bağlı olduğundan hala duyularımızla algılayıp olan bitenden emin olmak istiyoruz. Ne olursa olsun, insanın kendi gözüyle görmesi, dokunması çok daha tatmin edici bir his. Benzer şekilde sanal turizmin gelişmemesinin de nedeni bu. Mesela Taj Mahal'in veya Mısır piramitlerinin sadece resmini görmektense, bire bir kendisini görüp bununla övünmek bambaşka bir tatmin. Ya da çok sevdiğiniz bir müzisyeni CD'den dinlemenin verdiği keyif,

konserde canlı dinlemenin yarattığı coşkulu hazzın yanında yavan kalır, öyle değil mi? İnternette yığınla fotoğraf ve film indirebiliyorken insanların yine de ünlüleri görmek için sıraya girmeleri veya sinemalarda kuyrukların oluşması da bununla açıklanabilir. Üstelik avcı bir soydan geldiğimiz için uzun süre başkalarını seyredebiliyor ya da saatlerce televizyonun karşısında oturabiliyoruz. Ancak birinin bizi izlediğinin farkına vardığımız an hemen tedirgin oluyoruz. İzlemekten çok hoşlanmamıza rağmen izlenmek rahatsız edici geliyor. Yabancı gözlerin uzun süre üzerinde olması insanı huzursuz ediyor, bazen saldırganlaşanlar bile oluyor. Bunun altında yatansa, av olma korkusu ve hayatta kalmak için savunmaya geçme dürtüsü.

Gelin, illa beş duyumuzla algılamak istememize Yüksek Dokunuş (High-Touch) diyelim. Aslında Yüksek Teknolojiyle (High-Tech) Yüksek Dokunuş arasında bitmek bilmeyen bir rekabet var. Uzanıp elimizle dokunmakla, ekrandan seyretmek arasında olduğu gibi. Tabii ki, tercihimiz ikisinin birden olması ve gelecekte de böyle olmasını istemeye devam edeceğiz. Fakat seçim şansı verilse, mağara insanı gibi Yüksek Dokunuşu seçeriz. O yüzden siber uzay ve sanal gerçeklik çağında hala canlı konserlerin, gösterilerin biletleri kapış kapış.

Mağara insanı kuralı internetin diğer medyayı silip geçeceği tahmininin boşa çıkmasını da açıklıyor. Radyo ve sinema ilk çıktığında insanlar tiyatro yok olacak diye hayıflanmıştı; TV çıktığındaysa radyo ve sinemanın yerini alacağı düşünülmüştü. Fakat şu anda tüm bu medyaların bir karması içinde yaşıyoruz. Bundan alınacak ders, bir aracın bir öncekini tamamen ortadan kaldırmaktan ziyade, yan yana var olabileceği veya iç içe geçebileceğidir. Bu medya araçlarının arasındaki ilişki sürekli değişim geçiriyor. Bu karışımın gelecekte tam olarak nasıl şekilleneceğini öngörebilenlerin servet sahibi olması kaçınılmaz.

1960'larda internet ilk kurulduğunda eğitim, bilim ve ilerlemeye yönelik bir platforma dönüşeceğine inanılıyordu. Bunun yerine, çok geçmeden kural tanımayan vahşi batıya dönüp bugünkü halini alması pek çok kişiyi korkuttu. Ancak mağara insanı kuralını dikkate alırsak, bu beklenmedik değil, kuralın gerektirdiği doğal bir sonuç. İnsanların sosyal ilişkilerinin gelecekte nasıl olacağını kestirmek istiyorsanız, basitçe 100 bin yıl önceki sosyal ilişkileri düşünün ve milyarlar çarpın. Demek ki; dedikodu, sosyal ağ kurma ve eğlenceye verilen prim/değer daha da artacak. Kabile kültüründe dedikodu ve söylenti, bilginin hızlı aktarımı açısından önemliydi. Özellikle liderler ve rol modeller hakkında kulaktan kulağa yayılıverirdi. Bunun modern hayattaki yansımaları da magazin basınında ve gözünü şöhret hırsı bürümüş kültürün yükselişinde bulabiliriz. Tek fark, dedikoduculuğun kitlesel medya tarafından aşırı derecede katmerlenmiş oluşu ve söylentilerin saniyesinde tüm dünyaya yayılabilmesi. Sosyal ağ web-sitelerinin aniden yaygınlaşarak genç girişimcileri bir gecede milyarderlere çevirmesi analiz uzmanlarını epeyce şaşırttı. Halbuki bu da aynı kurala başka bir örnek. Evrimsel olarak insanlık tarihinde geniş sosyal çevreye sahip olanlar yaşam için elzem olan kaynak, tavsiye ve destek almak için onlara yaslanabildiler. Ayrıca iletişim, tehlikeden korunmak için de vazgeçilmez bir unsurdu. Bu çevrimin dışında kalanlarsa, genelde gençlerini bir sonraki nesle aktarabilecek kadar yaşamazdı.

Bunların üzerine gelecekte eğlencenin patlama yapacağını da ekleyelim. Her ne kadar bunu kabul etmek çoğumuzun pek hoşuna gitmese de insan toplumu, baskın biçimde eğlenceye

dayalı bir kültüre sahip. Bunun da kökeni binlerce yıl önce avdan sonra ateş başına toplanıp ziyafet çekerek eğlenen atalarımıza uzanmakta. Bu yalnızca kabile üyeleriyle bağ kurmak için değil, aynı zamanda kişinin topluluk içindeki konumunu belirlemesi için de gerekliydi. Eğlencenin vazgeçilmez olan dans edip şarkı söylemenin hayvanlar aleminde de hayati önem taşıması tesadüf değil elbet. Karşı cinse kendini beğendirmek, sıhhatinin yerinde olduğunu ve genlerinin aktarılmaya degeceğini göstermek için gerekli. Öte yandan sanat da sadece beğeniye yönelik oluşmadı. Sanat, bilginin çoğunu simgesel düzeyde kaydeden beynimizin evriminde önemli bir rol oynadı. Dolayısıyla, temel insan karakterimizi genetik olarak değiştirmedikçe, gelecekte beklememiz gereken, eğlencenin, magazin dedikoduculuğunun ve sosyal ağların büyük ölçüde artmasıdır.

## **KESKİN KILIÇ BİLİM**

Bilim iyiye de kötüye de kullanılabilen keskin bir kılıca benzetilebilir. Çözüm yarattığı kadar problem de yaratabilir. Dünyada şu anda birbiriyle yarışan iki akım var. Biri toleranslı, bilimsel ve gönençli bir gezegen uygarlığı kurma peşinde; diğeriye toplumu bozma tehlikesi saçan anarşi ve cehaleti göklere çıkarmakta. Hala atalarımızla aynı bağnaz, köktenci, mantıksız tutkulara sahibiz. Fakat şimdi durum çok daha farklı; artık nükleer, kimyasal ve biyolojik silahlarımız var. İlkel hırslarımız uğruna insanlığın ortak geleceğini feda edemeyeceğimizi anlamamız şart. Hızla gelişmekte olan bilgisayar, telekomünikasyon, biyoteknoloji, yapay zeka ve nanoteknoloji gibi alanlarda meydana gelmesi muhtemel bilimsel yenilik ve buluşların insanlık medeniyetinin geleceğini değiştireceğine kuşku yok. Gelecekte doğaya seyirci kalmaktan çıkıp doğa olaylarını yönlendirebilecek güce sahip olacağız; ardından doğanın efendisi olmaya geçiş yapacak, ve nihayetinde doğanın koruyucusu olacağız. Umut edelim de geçmişimizdeki barbarlığı uslandırıp bilimi ölçülü ve temkinli bir şekilde ustalıkla ve bilgelikle, kullanalım.

## **I. Bölüm BİLGİSAYARIN GELECEĞİ**

Bundan yaklaşık 20 yıl önce, kişisel bilgisayarlar hayatımıza yeni girmeye başladığında ve henüz internet büyük oranda benim gibi bilim insanlarının tekelinde olduğu sırada, bilgisayarın insanlığı insanlıktan çıkarıp çıkarmayacağına dair ateşli tartışmalar yapılıyordu. O dönemde Silikon Vadisi'nde Mark Weiser ile görüştüğümde bana her yerde aynı anda var olan anlamına gelen "ubikuitöz programlama"dan bahsetmişti. Kendisi Xerox PARC araştırma merkezinin yöneticilerindendi ve ileri görüşlü biriydi. Gün gelecek çipler öylesine ucuzlayıp bollaşacaktı ki etrafımızdaki her şeye takılı olacaktı. İnternete bağlı olduklarından bilgi paylaşarak isteklerimizi takip edip, yaşantımızı daha keyifli bir hale getireceklerdi. O zamanlar kişisel bilgisayarlar çok pahalı olduğundan ve henüz internete bağlı olmadıklarından çoğuna göre Weiser'in rüyası abes sayılırdı. Milyarlarca çipin sudan ucuz olacağını kimsenin aklı almıyordu. Ancak bu öngörü, elli yılı aşkın süredir bilgisayar endüstrisini yönlendiren ve modern uygarlığın hızını belirleyen Moore yasasına dayanıyordu.

1965'te Intel'in kurucularından Gordon Moore tarafından ortaya konan bu basit kural, bilgisayar gücünün 18 ayda bir, iki katına çıktığını öne sürmüştür. Dünya ekonomisinin kökten değişimini sağlayarak yeni bir refah oluşturan bu hızlı gelişme, yaşam tarzımızı geri dönülmez

şekilde değiştirmiştir. Geri dönüp mekanik hesap makinelerinden bu yana baktığımızda, aynı eğilimin az çok süregelmiş olduğunu görebiliriz. Geçmişteki hantal bilgisayarların küçülüp, avcumuza sığacak hale gelmesi bu katlanarak artışın en çarpıcı fiziksel göstergesi aslında. Zihnimiz lineer yani doğrusal olarak çalıştığından, üssel yani katlanarak artmayı kavramakta çoğu kez zorlanırız. ylesine kademeli bir artıştır ki bu, bazen değişimi deneyimleme fırsatımız bile olamayabilir. Ancak birkaç on yıl içinde etrafımızdaki her şeyi değiştirecek hale gelebilir. şöyle açıklayalım: bugün kullandığınız cep telefonunun bilgisayar gücü 1969’da NASA’nın aya insan gönderirken sahip olduğundan daha fazla; 3 boyutlu oyunlar 10 yıl önceki ana bilgisayarlardan daha çok gç kullanmakta; şu anda 300 \$’a satılan Sony PlayStation, 1997’nin milyonlarca dolarlık askeri sperbilgisayarının gücüne sahip. Oysaki Tabiat Ana, ssel artışın gücünün değerini ezelden beri bilir. Mesela tek bir virüsün trilyonlarca sağlıklı hücreye sahip insan vücuduna girip bir hafta içinde insanı hasta etmesi şaşırtıcı değildir.

Bilgisayarın geleceğini ele alırken geçmişten bugüne kat ettiği yola kısaca bir göz atmakta fayda var:

**1950’ler:** *Bilgisayar o dönemde sadece askeriyenin finanse edebildiği odalar dolusu kablo ve çelik yığınınından oluşan vakum tüplü devasa bir makineydi.*

**1960’lar:** *Vakum tüplerin yerini transistörler alınca ana sistem bilgisayarlar yavaş yavaş ticari piyasaya girmeye başladı.*

**1970’ler:** *Yüzlerce transistörü bulunan entegre devre kartları sayesinde geniş bir masa boyutundaki mini bilgisayar yaratıldı.*

**1980’ler:** *On milyonlarca transistörü içinde barındıran çipler sayesinde evrak çantası boyutundaki kişisel bilgisayarlar mümkün oldu.*

**1990’lar:** *İnternet vasıtasıyla yzmilyonlarca bilgisayar tek bir küresel ağa bağlandı.*

**2000’ler:** *Ubikuitz programlama sayesinde çip, bilgisayardan kurtulup çevreye yayılmaya başladı.*

Bu arada yalnızca bilgisayar gücü artmakla kalmayıp bu gücün dağıtım şekli de tamamen değişince ekonomi üzerinde muazzam bir etki yarattı. Bu gidişle 2020’ye gelindiğinde çipin fiyatı sudan ucuz olabilir. Bir başka deyişle, eski paradigmanın yerini yenisi almakta. Weiser’ın belirttiği gibi bir masaüstü veya dizüstü bilgisayarın içinde tek bir çip yerine etrafa dağıtılmış, mobilyadan duvar kağıdına her eşyanın, cihazın içine yerleştirilmiş çiplerin birbiriyle iletişim halinde ve internete bağlı olmasından bahsedebiliyoruz artık. Bu çiplerin konuğu herhangi bir aygıt mucizevi bir dönüşüme uğrar. Mesela, daktilonun kelime-işlemciye; telefonun cep telefonuna; analog kameranın dijital kameraya; langirt makinesinin video oyunlarına; pikabın iPod’a dönüşmesi gibi. Sonunda çipler plastikten ucuz olacak ve neredeyse etraftaki her şey akıllı olacak. Akıllı rnler tasarlamayan firmalar iş dünyasına veda etmek zorunda kalabilecek.

Bilgisayarların kaderi de her kitlesel teknoloji (elektrik, kağıt, şebeke suyu) gibi görünmez hale gelip hayatımızın içine işlemek olacak. Nasıl bugün bir odaya girdiğimizde otomatik olarak elektrik düğmesini arıyorsak, gelecekte ilk yaptığımız internete bağlantı fişi veya giriş şifresini aramak olacak. Önümüzdeki on yılda çipler aşırı duyarlı sensörlerle birleşecek ve bu sayede

hastalıkları, kazaları ve acil durumları kontrolden çıkmadan önce bize haber verecek. Bir raddeye kadar insan yüzünü ve sesini ayırt edip resmi bir dille iletişim kurarak komutlarımızı yerine getirecekler. Sonuçta her şey çipli olacağından gelecekte bilgisayar sözcüğü bile kullanımdan çıkabilir.

*Bilim ve teknoloji alanında gelecekte meydana gelecek gelişmelere odaklanırken önümüzdeki yüzyılı, 3 bölüme ayırarak değerlendirmeyi uygun buldum.*

### **YAKIN GELECEK (günümüzden 2030'a kadar)**

**İnternet Gözlükleri ve Kontak Lensler:** Bugün internete bilgisayarlar ve cep telefonları aracılığıyla bağlanıyoruz ancak gelecekte internet, mobilyadan, reklam panolarına kadar her yerde olacak. Hatta gözlüklerimiz ve kontak lenslerimiz de çipli olacak ve göz açıp kapamakla internete bağlanabileceğiz. Bu, imajların mikrolazerle merceğe yansıtılmasıyla da gözlük camına eklenerek de mümkün olabilir. Bu teknoloji, kablosuz bir el aletiyle veya parmaklarımızın hareketine duyarlı bir sensörle kontrol edilebilecek. İnternet gözlükleri, bir kamera ekiyle her gördüğünüzü kaydedebilecek, şekil tanıma (*pattern-recognition*) yazılımıyla nesnelere ve hatta yüzleri tanıyabilecek. Bunu %90 oranında becerebilen yazılımlar şimdiden mevcut. İleride, *Terminatör* filminde olduğu gibi karşınızdaki kişinin yalnızca ismi değil, özgeçmiş de gözlerinizin önüne gelebilecek. Bu eğitim sistemini kökten değiştirebilir çünkü öğrenciler sınavlarda sessizce internette dolaşip cevapları bulabilecek. Bu da ezbere dayalı öğretim sisteminden tamamen vazgeçilip düşünme ve mantık yürütmeye odaklanan bir eğitim anlayışına yönelmeyi mecbur kılacak. Piyasadaki etkisi anında görülecek çünkü ilk ticari uygulamalar, nesnelere görünmez ya da görünür kılan gözlükler gibi aygıtlar olacak. Bunları takınca altyapı sisteminde veya duvarların ardındaki boruları görüp arızayı çabucak tespit etmek mümkün olacak. Mesela trafikte kör nokta diye bir şey kalmayacak çünkü kameralar 360° çevrenizdekileri kontak lenslere aktarabiliyor olacak.

2010'da Science Channel'a hazırladığım program için Amerikan Ordusunun savaş alanı internet modeli Arazi Savaşçısını deneme fırsatı buldum. Yan tarafına minyatür bir ekran bağlı olan bir kask bu. Ekrandan bakıldığında düşman ve dost birliklerin konumları, strateji, taktikler ya da hava durumu gibi bilgiler gözünüzün önüne geliveriyor. Bu lenslerin bir avantajı çok az enerji harcamaları. Diğeriyse optik sinirin bir anlamda beynin doğrudan uzantısı olması nedeniyle, gözün beyne hızlı internet bağlantısından daha çabuk bilgi aktarımı yapabilmesi. Böylece elektrot yerleştirilmesine gerek kalmadan beyne doğrudan ve etkin erişim mümkün.

**Sürücüsüz araba:** Özünde uzmanlar ve yetkililerin nükleer savaş sırasında veya sonrasında iletişimini sağlamak için tasarlanan internet ile kıtalarötesi balistik füzeleri yönlendirmek için tasarlanan GPS, Pentagon'un Soğuk Savaşın sona ermesiyle halkla paylaştığı projeler. Pentagon ileri araştırma ajansı DARPA, riskli ama ileriye gören projeleri finanse etmeye uzun süredir devam ediyor. Şu anda GPS kullanarak yüzlerce kilometre gidebilen sürücüsüz arabalar var. Hem de bu robot arabalar arasında sadece boş arazide değil şehir koşullarında trafik kurallarına göre hareket etmeyi becerenler de oldu. Radarlarını kullanarak önündeki engelleri önceden belirleyebiliyor. Bu özellik gelecekte çok önemli olacak çünkü her araba gerçekleşmek üzere olan bir kaza saptadığı an, otomatik olarak gereken acil önlemleri alacak. Böylece can



kaybına yol açan trafik kazaları tarihe karışacak. Trafik sıkışıklığı da mazide kalabilir çünkü sürücüsüz arabalarla iletişim halindeki merkezi bir bilgisayar her arabanın hareketini izleyerek trafiğin akmadığı noktaları belirleyip gerekli yönlendirmelerle düzgün akışı sağlayacak.

Tabii ki, bu akıllı arabalara geçiş hemen olmayacak. Öncelikle askeriye bu taşıtları kullanıp, varsa sorunları giderecek, ardından da robot arabalar piyasaya girecek. Önce şehirlerarası yollarda sonra da şehiriçinde boy göstermeye başlayacaklar. Fakat acil bir durumda sürücünün her zaman arabanın kontrolünü eline alma imkanı olacak. O kadar yaygınlaşacaklar ki sonunda onlar olmadan nasıl yaşadığımızı sorgulamaya başlayacağız.

**Duvar ekranlar ve Esnek Elektronik Kağıt:** Geçmişte bilgisayar devriminin insanı yalnızlaştırıp makineleştirdiğinden şikayet edenler olmuştu. Aksine tanıdıklarımızı ve arkadaş çevremizi genişletmemize imkan verdi. Şu anda yalnız hissettiğinizde internette bir arkadaşınızla sohbet edebilir veya dünyanın başka bir ucundan biriyle poker oynayabilirsiniz. Gelecekte bunu doğrudan duvarınızdaki ekran üzerinden yapabileceksiniz. Ekranda dostane bir surat sizi karşılayıp tatil ve seyahat planlarınıza veya internet üzerinden uygun biriyle tanışıp buluşma ayarlamana yardım edecek. Bilgisayar teknolojisi sayesinde gelecekte uzaktakilerin 3 boyutlu tele- görüntülerini karşımızda görme imkanımız olacak. Bu sayede fiziksel olarak katılmanın mümkün olmadığı aile ve iş toplantılarında sanal olarak bulunabileceksiniz. Bir zamanlar fiyatı 10 bin dolar olan düz ekran TV'ler, on yıl içinde 50 kat ucuzladığına göre gelecekte tüm duvarı kaplayan ekranlar da önemli ölçüde ucuzlayacak. Bu ekranlar esnek ve incecik olacak; OLED yani organik ışık yayan diyotlardan oluşacak. Arizona Üniversitesi Hewlett-Packard ve Amerikan ordusuyla birlikte bu teknoloji üzerine çalışmalarını sürdürmekte. Özel şirketler tarafından da üretilmeye başlandığında piyasa güçleri fiyatı ucuzlatıp halka inmesini sağlayacak. Fiyatlar düştükçe bu duvar ekranların bedeli, sıradan bir duvar kağıdıninkine eş değer hale gelebilir. Evin dekorunu yenilemek için tek bir düğmeye basıp elektronik duvar kağıdının deseni değiştirilebilecek. Bu esnek ekran teknolojisi sayesinde dizüstü bilgisayarının ağırlığını yüklenmek zorunda kalmayacağız. Taşınabilir bilgisayar, OLED'lerden oluşan katlayıp cebimize koyabildiğimiz bir elektronik kağıt haline dönüşebilir. Cep telefonları içinde istediğiniz gibi büyütebileceğiniz esnek bir ekran barındırabilir. Bu teknoloji aynı zamanda kişisel bilgisayar ekranlarının tamamen şeffaf olmasını da sağlayacak. Gelecekte bir pencere camı elimizi oynatmamızla bilgisayar ekranına dönüşüp internette dolaşmamıza izin verebilecek. Şu anda bilgileri bir bilgisayardan diğerine aktarmak zorunda kalıyoruz ancak ileride dosyalarımız her yerde bizimle birlikte olacak. Çünkü istediğimiz an internete bağlanıp bilgi yükleyip indirebileceğiz. Bu teknolojinin ilk örneklerinden olan *Cloud Computing*'de bilgisayar için değil bilgisayar kullandığınız zaman için faturalandırılma söz konusu, aynen su veya elektrik sayacı gibi.

**Sanal Dünyalar:** 1960'larda ordunun pilotları ve askerleri eğitmek için kullanmaya başladığı, şu andaysa video oyunları ve sanal dünya internet sitelerinin başlıca öğelerinden olan sanal gerçeklik, gelecekte yerimizden kıpırdamadan dolaşmamıza hatta geliştirilen aygıtlar sayesinde siber-uzayda dokunup hissetmemize olanak verecek. Böylelikle olmayan bir diyarda veya egzotik bir yerde gezintiye çıkabilecek, dinazorları görebilecek, ayda ya da Mars'ta

yürüyebilecek, hatta sanal karakterimizle bambaşka bir hayat yaşıyor olabileceksiniz. Mesela, 2009 itibariyle 16 milyon hesap sahibiyle en popüler sitelerden biri olan *Second Life* sanal dünyasında yılda 1 milyon dolardan fazla para kazananlar var. Üstelik sanal para gerçek paraya çevrilebildiğinden ABD hükümeti elde edilen karı, reel gelir olarak kabul ederek vergilendirmekte. Yakın bir gelecekte, evinizdeki rahatınızı hiç bozmadan simülasyon teknolojileri aracılığıyla dilediğiniz kadar heyecanlı maceralar yaşayabileceksiniz.

**Tıbbi Bakım:** Doktora gitmek yerine doktor ayağınıza gelecek. Muhtemelen, rutin kontrolleriniz duvar ekranınızda görünen robot yazılım tarafından yapılacak ve sıradan hastalıkları %95 oranında teşhis edebilecek. Size özel bu robot doktor, sorunu saptamak için basit bir algılayıcıyı bedeniniz üzerinde gezdirmenizi isteyecek. Belleğinde gen haritanız kayıtlı olacak ve risk faktörlerini hesaba katarak size sorduğu basit sorulara aldığı cevaplardan sonra uygun tedaviyi önerecek. *Star Trek* dizisindeki gibi hastalıkları hemen teşhis eden aygıt için 23. asra kadar beklememize gerek yok. Daha şimdiden, tonlarca ağırlıktaki MRI makineleri 30cm boyutuna indirildi bile. Sonunda cep telefonlarımız kadar küçülüp taşınabilir hale gelecekler. Böylece organlarınızın içini görebileceksiniz. Bu sayede, kanser dahil çeşitli hastalıklar tümör oluşumundan yıllar önce saptanabilecek. Siz farkında dahi olmadan günde birkaç kez sağlık kontrolünden geçeceksiniz. Tuvaletiniz, aynanız ve giysilerinizde bulunan DNA çipleri herhangi bir sorunu hemen algılayacak. Giysilerinizde bulunan sensörler nabzınızı, solunumunuzu ve beyin dalgalarını herhangi bir düzensizlik durumunda müdahale edilebilmesi için sürekli kontrol ediyor olacak. Giysileriniz veya arabanız herhangi bir kaza anında ambulansı çağırarak; baygın olsanız bile tüm tıbbi öykünüzü görevli sağlık personeline aktaracak. Şimdiden aspirin boyutunda bir hap içine kamera ve radyosu olan bir çip yerleştirilmesi mümkün. Bu “akıllı hap”ı yutanın sindirim sistemine ait görüntüler, sinyallerle alıcıya gönderilip incelenebilecek. Kolonoskopiye gerek kalmadan sorun varsa tespit edilebilecek ve mikroskobik aygıtlar sayesinde cerrahlar, giderek daha fazla vaka için kesiye gerek kalmadan ameliyat gerçekleştirebilecek.

**Masal gibi bir yaşam:** Bilgisayar zekası o kadar ucuzlayıp yaygınlaşacak ki, fütüristlere göre gelecek masal gibi olacak. Bilgisayarlar yaşlanma sürecini kontrol eden genlerin çoğunu tespit edebileceği için sonsuza dek genç kalma ihtimali doğacak. Bunun her şeyin bir ruhu olduğuna inanılan Ortaçağ mistikliğine yeniden dönülmesine sebep olmasından korkanlar da var.

### **YÜZYIL ORTASI (2030-2070)**

#### **Moore Yasasının çöküşü ve Silikon devrinin sonu**

Bilgisayar devriminin ne kadar süreceğine gelince; Moore yasası bir elli yıl daha doğru kalırsa, bilgisayarların beynin hesaplama gücünü hızla geçeceği düşünülebilir. Ancak yüzyıl ortasında yeni bir dinamik ortaya çıkacak. Her şeyin bir sonu olduğu gibi, Moore yasasıyla birlikte yarım asırdır ekonomik gelişmeyi besleyen bilgisayar gücünün olağanüstü yükselişinin de sonu gelecek. Günümüzde kanıksadığımız bilgisayar ürünlerinin gücü ve karmaşıklığı durmadan artmakta ve bu yüzden her sene yeni çıkan modelleri alıyoruz. Fakat Moore yasası çökerse ve her yılın bilgisayar nesli bir öncekiyle hemen hemen aynı hıza ve güce sahip hale gelirse neden yenisini alasınız ki? Her çeşit üründe çip takılı olması genel olarak ekonomiyi feci biçimde

etkileyebilir. Tüm endüstriler durma noktasına geleceği için milyonlarca kişi işini kaybedebilir ve ekonomi çalkalanabilir.

Yıllar önce biz fizikçiler, Moore yasasının kaçınılmaz çöküşünü işaret ettiğimizde, her zamanki gibi ticari sektör bizi yuhalayıp umursamadı. Ancak artık durum değişti. Geleceğin bilgisayar programcıları da bunun farkında. Bu, uluslararası öneme sahip bir konu çünkü trilyonlarca dolar tehlikede. Fakat yasanın nasıl çökeceği, yerini neyin alacağı fizik kurallarına bağlı. Bu fizik sorularının cevabı eninde sonunda kapitalizmin ekonomik yapısını sarsacak.

Bu durumu anlamak için bilgisayar devriminin başdöndürücü başarısının bazı fizik kurallarına dayandığının farkına varmak gerek. Bunlar şu şekilde özetlenebilir.

- 1- **Bilgisayarların baş döndürücü hızının nedeni, elektrik sinyallerinin ışık hızına yakın bir süratte hareket etmesi:** Bir ışın saniyede yedi kez dünyayı dolaşabilir veya aya ulaşabilir. Ayrıca atoma gevşekçe bağlı olduklarından elektronlar kolayca hareket ettirebilir. Bu yüzden saçımızı taradığımızda, halıda yürüdüğümüzde statik yapışma meydana gelir. Elektronların gevşek bağlı ve müthiş süratli oluşları sinyalleri anında aktarmamıza imkan verir ki, geçen yüzyılın elektrik devrimini yaratan da budur.
- 2- **İlkinde bağlı olarak bir lazer ışınına yükleyebileceğiniz bilgi miktarının adeta sınırsız oluşu:** Işık dalgaları ses dalgalarından daha hızlı titreştikleri için çok daha fazla bilgi taşıyabilir. Fiber optik kablolar sayesinde tek bir frekansta bile  $10^{11}$  bit bilgi aktarılabilir. Bu demektir ki kablo için kanal sayısını ve kabloların miktarını arttırdıkça neredeyse sınırsız bilgi yollanabilir.
- 3- **En önemlisi de bilgisayar devrimini transistörlerin minyatürleştirilmesinin gütmesi:** Transistör elektrik akımını kontrol eden bir düğme veya valftir. Aynen su vanasını azıcık döndürmenin büyük miktarda suyu kontrol edebilmesi gibi transistör küçük bir elektrik akımının çok daha büyük bir akımı kontrol etmesine izin vererek gücünü artırır. İçine eklenen transistörler ufaldıkça ve sayıları arttıkça bilgisayarın gücü de artar.

Bilgisayar devrimini olası kılan bilgisayar çipinde, tırnağınız kadar bir silikon devre levhasının üstünde yüz milyonlarca transistör bulunur. Dizüstü bilgisayarınızın çipindeki transistörler mikroskobiktir. Bu inanılmaz minik transistörler, baskılı tişörtlerle benzer şekilde üretilir. UV ışını şablona odaklanır ve şeklin izini silikon katmanları üzerine yakarak çıkarır. Şekil asitlerle oyularak çıkarılır ve böylece yüz milyonlarca transistör yaratılmış olur. Ancak bu işlemin sonsuza dek sürmesi fiziksel olarak imkansız. Transistör boyutunda atomik ölçüye ulaşıldığında bu sürecin sonu gelmek zorunda. 2020 civarında veya hemen sonrasında Moore yasası, gitgide doğruluğunu yitirecek ve yerini alacak bir teknoloji bulunmazsa Silikon Vadisi pas tutmaya başlayacak. Nihayetinde Silikon Çağı kapanacak ve yeni bir dönem başlayacak. Transistörler öylesine küçülecek ki kuantum teori veya atom fiziği devreye girecek ve elektronlar kablolardan akmaya başlayıp kısa devreye neden olacak. Daha sonra değineceğimiz nanoteknoloji işte bu noktada çok önemli olacak. Silikon yerine bir şey bulunsa da bilgisayar gücü muhtemelen yine katlanarak artacak ancak bu artış 18 ayda değil birkaç yılda katlanacak.

## Karma Gerçeklik

Yüzyıl ortasına geldiğimizde gerçek ve sanal dünyanın bir karmasında yaşıyor olacağız. Gerçek dünya devamlı olarak bilgisayardan takviye edilen sanal görüntülere maruz kalacak. Bu siber-dünya her şeyin tam olarak işlemlerini sağlayacak. Bu durumun işyerleri, ticaret, toplum, turizm, sanat ve eğlence üzerindeki potansiyel etkisini ve nasıl yaşadığımızı fazlasıyla değiştireceğini tahmin etmek güç değil. Takviyeli gerçeklikle hemen her mesleğe değer katılabilecek. Uzmanlık gerektiren bir konu hakkında bilgi edinmek istediğinizde takviyeli görüş sayesinde anında gerekli bilgiye erişebileceksiniz. Savaşın da şekli değişecek. İnternet gözlükleri veya takviyeli görüş sağlayan kasklar sayesinde haritalar, düşmanın bulunduğu yerler, ateş rotası gibi detaylar her an askeri birliklerin gözü önünde olacak. Doğada bulunduğunuz yeri tam olarak bilmenin yanında gördüğünüz her bitkinin, hayvanın ismini öğrenebileceksiniz. Kısacası bir şeyleri ezberlemeye gerek kalmayacak.

Yüzyıl ortasından itibaren internet kontak lensleri sayesinde yabancı dilde konuşulanlar altyazıyla İngilizceye çevrilebilecek. Mükemmel bir tercüme olmasa bile özünde ne demek istediği anlaşılabilir. Hatta evrensel çevirmen teknolojisi, Çince konuşmanın üzerine İngilizce dublaj yapacak. Bunu ileriki dönemlerde diğer diller takip edecek. Bu ileri teknolojiler sayesinde, kültürlerin birbirini anlamasını zorlaştıran dil engeli gelecekte tamamen ortadan kalkabilir. Lensleri kullanan turistler, eski uygarlık kalıntılarını gezerken geçmişe ışınlanmış gibi antik şehrin gözlerinin önünde canlanmasına tanık olacak. Sanatçılar ve mimarlar eserleri üzerinde oynamak ve yeniden biçimlendirmek için bu teknolojilerden yararlanacak. Demek ki cep telefonuna, saate veya MP3 çalara ihtiyaç kalmayacak. Önceden elinizde tutup baktığınız telefon gibi her türlü aletin içindekiler, dilediğiniz an kontak lenslerinize yansıtılıyor olacak. Hologram ve 3-D teknolojisiyle filmleri veya futbol maçlarını gerçekten yanınızdaymışçasına seyredebileceksiniz. Evinizdeki cihazların da çoğunun yerini takviyeli gerçeklik alacak. Boyna takılan bir aygıtla bilgisayar ekranını istediğimiz her şeyin üzerine yansıtacağız ve X ışını görüşüne sahip olmamız bile mümkün olabilecek. Bu takviye edilmiş dünyada bir sihirbaz gibi elinizi sallamanızla istediğiniz nesneyi yaratabilme gücüne sahip olacaksınız. Yepyeni bir dünyanın kapılarını açacak olan takviyeli gerçekliğin sınırları da yok değil. Donanım veya aktarılan bilgi miktarı problem olmayacak ama yazılım sorunu ortaya çıkacak. Çünkü bu hayali dünyaların gerçeğe dönüşmesini sağlamak için bir insanın bilgisayar başına oturup yazılım kodlarını tek tek girmesi gerek. Seri üretimle donanım imal edilebilir ancak beyin üretilemez. Bu yüzden gerçekten takviye edilmiş bir dünyaya geçişimiz on yıllar sürecek ve yüzyıl ortasına denk gelecek.

### UZAK GELECEK (2070-2100)

**Zihinsel İrade Gücü:** Yüzyıl sonunda bilgisayarları ve dolayısıyla nesnelere zihnimizle kontrol edebileceğiz. Bu teknolojinin temeli atıldı ancak mükemmeye ulaşması on yıllar sürebilir. Devrim niteliğindeki bu değişim, iki bölümde meydana gelecek: ilki zihin etrafındaki nesnelere kontrol edebilmeli; ikincisi bilgisayar kişinin dileklerini yerine getirebilmek için onları deşifre edebilmeli. Çığır açacak bu buluşun ilk denemeleri, felç geçirmiş veya beyin hasarı nedeniyle iletişim kuramayan hastalarla yapıldı. Beyne yerleştirilen cam bir elektrot veya ufacık bir çip sayesinde insan beyniyle bilgisayar arasında bağlantı kuruldu ve hastalar sadece zihin gücüyle

bilgisayarla kontrol edilen tüm işlevleri yerine getirebilmeyi başardı. Beynin hangi kısmının neyi kontrol ettiğini, hangi düşüncelerle ilişkili olduğunu, duyguların nerede yoğunlaştığını belirleyen hassas teknolojiler geliştirilmekte. Beyin dalgalarının ekosunu manyetik olarak analiz edip beynin üç boyutlu haritasını çıkarmak, oksijen akışını izleyerek düşünce akışını takip etmek şimdiden mümkün. İleride EEG ve fMRI gibi aygıtlar nöron düzeyinde tarama yapabilecek hale getirildiğinde belli düşüncelere karşılık gelen sinirsel yapıları ayırt etmek veya yalnızca beyin faaliyetinden kişinin görsel deneyimini yeniden oluşturmak, dolayısıyla bilinç akışını çözümlenmek mümkün olabilecek. Böylece rüyaların, anıların bile video kaydı tutulabilir. Uzmanlar imkansız sayılan alanlarda her geçen gün biraz daha ilerleme kaydetmekte. Tabii ki düşünce okumak etik olarak tartışılır. Ancak genelde zihinsel faaliyet net tanımlanamadığından belki de özel hayat ihlali meselesine dönüşmeyebilir. Zaten uzaktan zihin okuma için insanoğlunun çok uzun yıllar daha beklemesi gerek. Bu aygıtlar belki de cep telefonu kadar küçülecek ancak sadece yakın temasta kullanılmaları söz konusu. Fakat hukuk açısından bakıldığında, davalarda hakikati ortaya çıkaran önemli bir unsura dönüşmesi kaçınılmaz.

Tüm bu ilerlemenin sonunda nesnelere düşünce gücüyle hareket ettirme gücü telekinetiğe erişeceğiz. Zihinsel irademizle bilgisayarı, bilgisayar da etrafımızdaki şeyleri kontrol edebilecek. Bu pek çok meslek açısından çok faydalı olacağı gibi dünyayla olan ilişkimizi de değiştirecek. Tabii ki telekinetik güce sahip olmanın riskleri de var. Çünkü sadece bilinç düzeyindeki değil bilinçaltı düşünceler de etkili olabilir. Yüzyıl sonunda fizikçiler, çok az enerji harcayarak büyük manyetik alanlar oluşturan ve böylece telekinetiği mümkün kılan süperiletkenler yaratabilirler ve bu sayede manyetizm çağına geçebiliriz. Güçlü manyetik alan yaratmanın maliyetinin düşmesi, taşıtlarda sürtünmeyi azaltmamızı sağlayacak. Elektrik aktarımındaki kayıplardan kurtulacağız, ulaşım tamamen değişecek. Her nesnenin içine konan ufak süperiletkenler sayesinde her şeyi istediğimiz gibi yerinden oynatabileceğiz. Nasıl ki yakın gelecekte her şeyin içinde çip olacak, uzak gelecekte de ufak süperiletkenler olacak. Normalde akım taşımayan süperiletkeni düşünceyle aktive edip kontrolümüz dahilindeki manyetik alan içinde hareket ettirebileceğiz, buna robotlar da dahil. Çünkü 2100’de dünyamız insansı özellikleri olan robotlarla dolu olacak. Bizden daha akıllı olurlarsa ne olur acaba?

## II. Bölüm YAPAY ZEKANIN GELECEĞİ

Laboratuvarlarda, makinelerle çelik ve silikona adeta can verilmeye çalışılırken akla şu soru geliyor: ‘Bu insan ırkını özgürleştirecek mi yoksa köleleştirecek mi?’ Gazete manşetlerine bakılırsa, insanoğlunun çok yakında kendi yarattıkları tarafından ele geçirilmesi söz konusu: “Bilim insanları makinelerin insandan zeki olmasından endişeli” *New York Times* 2009. Benzer konular, (*Terminator Salvation, Surrogates* gibi) Hollywood filmlerinde de işlenmekte: gelecekte insanlarla savaşan robotlar veya süperinsan olmayı seçip yaşlanmaktan kurtulan insanlar, vb. Yapay Zeka uzmanları, robotlar bizi kafese mi tıkacak yoksa evcil hayvan gibi kucaklarında mı taşıyacak diye tartışmakta. Bunlara bakarsanız, insanlık sanki son nefesini vermek üzere gibi görünmekte. Fakat yakından bakınca başka şeyler de görülüyor. Son on

yılda, yapay zeka alanında büyük gelişmeler meydana geldi ancak olan biteni doğru algılamak lazım. Robot denince kanıt olarak, Afganistan ve Pakistan'da teröristleri hedef alan pilotsuz uçak *Predator*, sürücüsüz arabalar ve Honda'nın mühendislik harikası, dünyanın en gelişmiş robotu ASIMO gösterilebilir. Fakat, esasında *Predator*, video oyunlarına meraklı bir genç tarafından bilgisayar başından kontrol ediliyor. Yani hedeflere karar veren makine değil yine insan. Sürücüsüz arabalar, kendi başlarına karar veremiyor, belleklerine kayıtlı GPS haritasına göre yol alıyor. Komutlara tepki veren, konuşup yürüyebilen ASIMO ilk bakışta akıllı zannedilebilir ama esasında her hareketinde bir insan tarafından önceden programlanmış olanı taklit ediyor. Her yıl daha çok gelişse de bağımsız düşünme yetisine sahip değil. Yani tamamen özerk, bilinçli ve tehlikeli robotlar kabusu halen çok uzakta.

Medya işi abartsa da bilim insanları daha temkinli ve vakur. Yapay zeka alanında dünyanın önde gelen araştırmacılarına makinelerin ne zaman bizden daha zeki olacağını sorduğumuzda verdikleri cevap, 20 ile 1000 yıl arasında değişir. Böyle olunca, robotları iki türe ayırmamız gerek. İlki uzaktan kumandalı insan kontrolünde veya önceden programlanarak belirli talimatlara uyan robotlar: bu teknoloji hali hazırda mevcut ve geliştirilmekte, dolayısıyla gündemdedir. Yavaş yavaş evlerimize ve savaş alanlarına girmekteler. Ancak kararları veren bir insan olmadıkça teneke yığınınından farksızlar. İkinci tür ise yapay zekaya sahip, tamamen özerk, kendi başına düşünebilen ve insanlardan herhangi bir girdiye ihtiyacı olmayan robotlar: Robotların bir fare, tavşan, köpek veya kedi, sonunda maymun kadar zeki olabilmesi için on yıllar sürecek çalışmalar gerek. Bunun için de kapsamlı fonlar lazım. 1950'lerden beri süregelen Yapay Zeka çalışmaları beklentilere gerektiği kadar yanıt veremeyince sağlanan fonlar kesintiye uğradı. Bu nedenle araştırmalar ara ara hız kaybetti ama katlanan bilgisayar gücüyle birlikte tarihi buluşların önü açılmış oldu. 1997'de dünya satranç şampiyonu Kasparov'u yenen bilgisayar programı, yapay zekanın henüz emekleme evresinde olduğunu gösterdi. Çünkü devasa bilgisayar gücü eşittir zeka demek değil. Fakat yeni nesil hevesli girişimciler bu defa gelecekte umutlu. Hayallerdeki yapay zekaya sahip robotu yaratmayı henüz becerememiş olmanın verdiği hüsrarla bilim insanları, zıt yaklaşımı da denemekte. Yüzyıl ortasında bir sonraki dönüm noktasına erişip, insan beynini, aynen bir teknisyenin motoru parçalara ayırıp yeniden birleştirmesi gibi, bu defa tersten mühendislikle, tek tek nöronlardan başlayarak beyni bilgisayarda yeniden bütünleştirmek mümkün olabilir. Bunun için beynin temel yapısını kavramak gerekli. Bu yalnızca akıllı robot üretmeye değil, beyin hasarına uğramış hastalara da yardımcı olacak.

### **Beynimiz Dijital bir Bilgisayar mı?**

Asıl sorun, 50 yıl kadar önce matematikçilerin beynin dijital bir bilgisayara benzediğini sanmasıydı. Fakat şimdi kesinlikle öyle olmadığı farkedildi. Bir çeşit öğrenme mekanizması olan beynimiz, yapısı gereği yeni bir şey öğrendikçe kendini sürekli olarak yeniden kurar. Bilgisayarınıza gelince, yeni bir şey öğrendiği filan yok. Bu nedenle beynin modellenmesine yönelik iki yaklaşım mevcut. Bunlardan ilki, klasik yukarıdan aşağı yaklaşım; yani robotları dijital bilgisayar gibi ele alarak zekanın tüm kurallarını baştan programlamayı öneren yöntem. Tüm dijital bilgisayarlar basit bir modele dayanır. Bu, dahi İngiliz matematikçi Alan Turing'in

ileri sürdüğü bir kuramsal aygıttır. Girdi, merkezi işlemci ve çıktı biçiminde üç bölümden oluşur. Bu yöntemin amacı, bilgisayara tüm zeka kurallarının kodlandığı, gerekli tüm yazılımlara sahip bir CD-ROM takılarak zekileştirilmesidir. Fakat beynimiz ne programlanmıştır ne de herhangi bir yazılıma sahiptir. Daha çok, devamlı birbirine bağlanıp duran yığınla nörondan oluşan karmaşık bir “sinir ağı” ve aşağıdan yukarı yaklaşıma dayalı işler. Doğru karar verildiği her an, nöronlar arasındaki elektrik bağlantısı güçlenir. Beynimiz bu mantıkta çalıştığından deneyerek öğreniriz ve herhangi bir şeyi tekrarladıkça daha iyi yapmaya başlarız (dezavantajı kötü alışkanlıklardan kurtulmak bayağı zordur çünkü aynı bağlantı defalarca kurulmuştur). Zeka kurallarının dışarıdan yüklenmesinden sinir ağları, aynen bir bebek gibi düşe kalka ve programlanmak yerine tecrübeyle öğrenir. Dijital bilgisayarın işlemcisinden bir transistör çıkartırsanız bozulur ama insan beyninin bir kısmını çıkartırsanız da diğer kısımlar onun yerine devreye girer ve beyin işlemeye devam eder. Bilgisayarda herhangi bir işlem tek bir bölgede gerçekleşirken insan düşünürken beyinde farklı bölgeler aynı anda çalışır.

Dijital bilgisayarlar neredeyse ışık hızında hesaplama yapar. İnsan beyni ise yavaş işler. Sinir sinyalleri saatte 300 km. gibi ağır hareket eder ama beyin bir bütün olarak paralel işlediği için bunu telafi eder. Bu demektir ki aynı anda 100 milyar nöron birden çalışır, her biri hesaplamanın bir kısmını yapmakla görevlidir ve 10 bin başka nörona bağlıdır. O yüzden zeka yarışında süper hızlı tek bir işlemci süper yavaş paralel bir işlemciye yenilir. Çünkü transistörler 1 ya da 0 ile temsil edilen, açılıp kapanabilen geçitlerdir. Nöronlar da dijitaldir, ateşler veya ateşlemezemler ancak aynı zamanda analogdur yani hem sürekli hem de kesintili sinyalleri iletirler. Sonuç olarak insan beyni dijital değildir ve beynin farklı bölümleri farklı davranışları ve organları kontrol eder, dolayısıyla ruhla beden ayrılmaz bir bütündür.

### **İnsana karşı Makine**

İnsan beynine kıyasla, bilgisayarın sınırları dikkate alındığında insanların kolayca becerdiklerini makinelerin neden hala başaramadığı rahatça anlaşılabilir. Bunlardan en önemli ikisi **şekil tanıma** ve **sağduyu**. Bu özellikler son yarım yüzyılda çözülemediğinden, henüz robot hizmetçi veya sekreterimiz yok. Şekil tanıma sorununu şöyle açıklamak mümkün: bir robot insandan çok daha iyi görebilir ancak ne gördüğünü anlayamaz. İnsan beyni, temelde bir şekil/kalıp tanıma mekanizması olduğundan ilk defa girdiğimiz bir yerde bile zorluk çekmeden yolumuzu bulabiliriz. Oysa bir robot gördüklerini önce algılayabileceği geometrik şekillere çevirir sonra da bunu hafızasındakilerle eşleştirmeye çalışır. Ayrıca robotların sağduyusu yoktur. Mesela insandan çok iyi duyabilir ama önceden programlanmadıkça duyduklarını anlayamaz. Bizler için ortak akla uygun olan şeyler robotlar için herhangi bir mantık dizisine veya programlarına uygun değildir. Yukarıdan aşağı yaklaşımın sorunu, insan düşüncesini taklit etmek için gerekli olan sağduyu kodlarının aşırı fazla oluşudur. Altı yaşındaki bir çocuğun sahip olduğu akıl fikrin bir robota aktarılması için yüz milyonlarca kod dizisi gerekir.

Yapay zeka mühendisleri henüz zekanın özüne erişememiş ve beyni bütünüyle taklit eden bir mekanizma geliştirememiş olsa da beynimizin sahip olduğu belli yeteneklere odaklanıp çalışmayı sürdürmektedirler. Bunlardan biri farkında olmadan bile anında tanıma becerimiz. Yırtıcılara yem olmanın an meselesi olduğu eski çağlardan beri evrimimiz için çok önemli olan

bir kabiliyet. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) uzmanlarından Tomaso Poggio, belli görüntüleri tanımayı insandan hızlı becerebilen bir robot geliştirmeyi başardı. Bu robotun farkı, gördüğünü geometrik şekillere bölmek yerine bizim yaptığımız gibi önce ana hatları, sonra çeşitli özellikleri ardından da aradaki tonları görerek yani görüntüyü katmanlara ayırarak algılaması. Yani beynimizin bir resmi algıladığı gibi kademe kademe işleme koyuyor. Elbette farklı açılardan herhangi bir objeyi tanıma veya 3 boyutlu halde gözünde canlandırma gibi özelliklerimizi taşıyor ama en azından şekil tanımada bir dönüm noktası teşkil ediyor. Aşağıdan yukarı yaklaşımı kullanan bir başka çalışma, New York Üniversitesi'ndeki öğrenme uygulamalı robotlar. İnsan tarafından kumanda edilmeden odada hareket edebiliyor ve etraftaki eşyalara çarptıkça bir daha çarpmamayı öğreniyor. Bunlar günün birinde toplumu değiştirecek takdir edilesi çalışmalar. Ancak hamamböceklerinin bile hiçbir yere çarpmadan yollarında gidebildiği düşünülüğünde, henüz en akıllı robotlarımızın, Tabiat Ana'nın en aşğılık yaratıklarının zekasına yetişemediği bir evrede olduğumuz ortada.

### **YAKIN GELECEK (Günümüzden 2030'a kadar)**

Önümüzdeki on yıllarda robot teknolojisi birçok yönden gelişecek ama bunlar bilimkurgu filmlerindeki robotlara pek benzemeyecek. Günümüzün arama motorları da bu alanın ilklerinden sayılabilir. İnsanların bilgi ve deneyimlerinin kodlandığı yazılımlara sahip kişiye özel doktor veya avukat gibi uzman sistemler, biçimsel ve kurallı bir yapıyı takip edecekler. DNA çipleri sayesinde sağlık durumunuzu sürekli kontrol eden bu robot doktorlar sayesinde hastalıklar erkenden teşhis edilebileceğinden ve hastanelere yığılma azalacağından sağlık sistemi üzerinden büyük yük kalkacak. Hastaneye gidip gerçek doktorlara muayene olmak, robot doktorun sevkiyle sadece gerektiği zaman başvurulacak nadir bir uygulamaya dönüşecek. Teknolojide dünya lideri Japonların tüm ticari robotların %30'una sahip oluşunun nedeni, çoğunun bağlı olduğu Şinto dinine göre canlı cansız tüm varlıkların ruhu olduğuna duyulan inanç. Ortada ne geleneklerine ne de dinlerine ters düşen bir durum olmadığı için Japonlar, robotlara karşı Batılıların duyduğu korku yerine sempati besler. İlgili çalışmalara bunca para yatırımlarının amacıysa, sağlık alanında ileride meydana gelecek krizle başa çıkmak. Nüfusu hızla yaşlanan, doğum oranının düştüğü ve dışarıya göçün arttığı ülkede buna bağlı sorunların yoğun olarak hissedileceği sağlık alanında, ASIMO gibi robotların, hasta bakımında ne kadar faydalı olacağına şüphe yok. Japonlar insanlara yemek yapan aşçı robotlar da yapmayı başardı. Mevcut olanlar değil ama planlanan yeni modeller insana benzetilecek.

### **YÜZYIL ORTASINDA ROBOTLAR (2030-2070)**

Yüzyıl ortasına gelindiğinde, etrafımızın robotlarla dolması büyük ihtimal ancak insan görünümünde olmadıkları için bunun farkında bile olmayabiliriz. Bunlar yapılması gereken şeye göre şekil değiştirebilen modüler robotlar olacak. Lego gibi parçaların ayrılıp birleşerek duruma uygun şekil alabileceği teknolojiler, laboratuvarlarda zaten geliştirilmiş durumda. Bunlar çürümekte olan altyapı sistemimizi tamir etmekte önemli rol oynayacak. Cerrahi ameliyat yapabilen robotlar yaygınlaşacak. Örneğin, yalnızca 2006'da 48 bin adet *bypass* işlemi, göğüs kafesinin kesilmesine gerek bırakmayan da Vinci robotu yardımıyla yapıldı. Cerrahlar el hareketlerini tekrarlayan medikal robotlar aracılığıyla İnternet üzerinden uzaktan bile ameliyat



yapabilecek. İleride kapalı ameliyat standartlaşacak ve bugün imkan olmayan mikro düzeydeki ameliyatlarda makinelerce yapılabilecek.

Bilim-kurgunun tekrar eden konularından biri, robotlar bizim zekamıza erişse hatta geçse de duygulanmaktan yoksun olacaklarıdır. Ancak bu da yüzyıl ortasında değişebilir. Bilim insanları, artık duyguların mahiyetini anlamakta. Duygular öncelikle bize neyin iyi neyin kötü olduğunu söyler. Hoşlanma hissini deneyimledikçe çevremizde bize faydalı olan şeyleri saptamayı öğreniriz. Aslında nefret, korku, öfke, sevgi vb. duygular milyonlarca yılı aşkın süredir tehlikelerden korunmamız ve üreyebilmemiz için evrimleşmişlerdir. Beynin düşünen kısmı ön taraftayken duyguların bulunduğu kısım merkezde, derindedir. Hastalık veya yaralanma nedeniyle aralarındaki bağlantının kopması durumunda hislerin ifade edilmesi zorlaşır. Bu insanlar bilir ama hissedemezler; en önemlisi de karar veremezler. Çünkü duyguların asıl amaçlarından biri değer biçmemizi sağlamaktır. Böylece neyin önemli, neyin güzel ve değerli olduğuna karar verebiliriz. Duygular olmadan her şey aynı değerdedir ve iyiyi kötüyü tartmak mümkün değildir. Bilim insanları nihayet duyguların fazladan bir lüks değil zeka için zorunlu olduğunu kavramaya başlamıştır. Dolayısıyla hissedebilen robotlar yaratmak ölüm kalım meselesi olabilir. Çünkü gelecekte arama kurtarma gibi hayati görevler üstelenecek robotlar yapılabilir. Acil durumlarda öncelik sırasına karar vermeleri için belli değer yargılarına sahip olmaları gerekecektir. Şimdiye kadar üretilen robotlar yalnızca sürüngen beynimizi yani en ilkel kısmı taklit edebildi. Araştırmacıların, sosyalleşebilmek için gerekli olan duyguları ve beyin bununla ilgili kısımlarını robotlara uygulamaları için daha çok yol kat etmeleri gerekecek. Buna karşın, MIT’de yaratılan robot KISMET şimdiden canlı gibi görünüyor ve yüz ifadelerini taklit edebiliyor. Kendi kendine karar veremese de insanların tepki verebileceği insansı duyguları taklit edebilmesi için programlanabiliyor. Bu demek oluyor ki, yüzyıl ortasında kural temelli prosedürleri izleyebilen robotlar, gerçekten duyguları olmasa bile sahiplerine bağlanmaya programlanabilecek. Dahası evcil bir hayvan kadar akıllı olabilmeleri mümkün.

Esas kilit nokta Tabiat Ana’yı kopyalamak ve doğadan ders çıkarmak. Pek çok bilim adamı tekerleği yeniden keşfetmeye gerek olmadığını yeni yeni farketmekte. Ancak insan beynini modellemeye kalktığınızda teorik olarak enerji ve ısı sorunu ortaya çıkar. Örneğin, Dawn adlı süperbilgisayarın, insan beyninde mantık yürütmeden sorumlu serebral korteksin sadece %1’ini simule edebilmesi için gereken enerji 1 milyon vattır ve sürekli soğutulması gerekir. Oysaki insan beyninin tümü yalnızca 2 vat enerji kullanır ve oluşturduğu ısı zar zor farkedilir. Şimdiye kadar geliştirilmiş en süper bilgisayardan çok daha üstündür ve evrenin bu kısmında yaratılmış en karmaşık doğal “şey”dir (Güneş sisteminde bizden başka zeki bir yaşam formu olduğuna dair bir kanıt olmadığına göre bu kadar karmaşığını bulmak için yaklaşık 40 trilyon km. mesafedeki en yakın yıldız sistemine kadar gitmek lazım). Bir benzerini modelleyebilmek için milyarlarca dolar ödenek ayrılması gerekir ki mevcut ekonomik koşullarda bu pek de olanaklı değil. Örneğin insan sağlığı ve bilimsel açıdan çok daha büyük yarar sağlayacak Genom projesine ABD hükümeti yaklaşık 3 milyar dolar ayırmakta. Ancak beyin modellenmesi aşırı maliyetli ve uzun bir süreç, üstelik toplumun öncelikli isteği de değil. Bu yüzden gelişimi için yüzyıl sonuna dek beklemek gerekebilir.

## UZAK GELECEK (2070-2100)

Yüzyıl sonunda beyni tersine mühendislikle yeniden modelleyebildiğimiz ve işleyişini tümüyle çözebildiğimiz zaman, insan benzeri robotlar yaratma yönünde önemli bir adım atmış olacağız. Peki makineler bilinçlendiğinde eninde sonunda bizden zeki olduklarında ne olacak? Evrensel olarak bilincin anlamına dair ortak bir kanı bulunmadığından bunu cevaplamak zor. Bence asıl sorun, bilinci tanımlamayı ve de ölçmeyi beceremememizdir. Şahsen, bilincin üç temel öğeden oluştuğunu varsayıyorum: 1) Çevreyi algılayıp tanımak 2) öz-farkındalık 3) hedefler koyup geleceğe yönelik plan yapmak yani geleceği öngörerek strateji hazırlamak. Bu yaklaşımla, varlıkları bilinç açısından 1 ile 10 arasında derecelendirebiliriz. Buna göre mevcut robotların bilinç düzeylerini şimdilik böceklerinkine denktir. Hayvanlar aleminde her ne kadar avcılar, planlama açısından avlarından daha bilinçliyse de gelecek farkındalıkları yoktur. Bu sıralamanın tepesindeki insanoğlu geleceği kestirme, çeşitli olasılıklara yönelik kurgu yaratma bilincine sahiptir ki doğada başka hiçbir canlı bu konuda ustalaşmamıştır. Davranışlarımızın gelecekteki sonuçlarını görebilmek ise daha üstün bir bilinç ve farkındalık gerektirir. Ne yazık ki insanların hepsinin buna sahip olduğunu söylemek güç! Fakat bunu becerebilenler hayatta, aşkta, işte çok daha mutlu ve başarılı olurlar. Demek ki, yapay zeka araştırmalarının bu üç özelliği taşıyan robotlar yaratmayı hedeflemesi lazım. İlkinin başarmak zor çünkü robotlar çevrelerini algılayabilir ancak anlamlandıramaz. Öz-farkındalık yaratmak daha kolay. Geleceğe yönelik plan yapmak, olabilecekleri sezip belli hedeflere yönelik somut taktikler kurabilmeyi yani sağduyu gerektirdiğinden üçüncüsünü başarmak çok daha zor. Üstelik üst düzey bir bilince ulaşmak için sağduyu sadece bir ön koşul. Bunu nasıl sağlayıp bilinçli bir robot yaratabileceğimizi henüz bilmesek de bu gerçekleştiğinde üçüncü özellikte bizi geçecekleri kesin. Geleceğe dair daha çok sayıda simülasyon yaratıp olası sorunları bizden çok daha iyi öngörebilecekler. Gözden kaçırdıklarımızı veya farkına varamadığımız şeyleri hesaba katabilecekler. Dahası kendilerine hedef koyabilecekler. Bu hedefler insana yardım etmek olduğu sürece ne ala ama hedeflerine giden yolda insanları engel olarak görürlerse sonuç fena olabilir. Uzmanlara göre robotlar geliştikçe evrim basamaklarını da tırmanmaya başlayacak. Evrimin kuralıysa uyum sağlayanların hayatta kalıp sağlayamayanları yerinden edeceğidir.

Bu mücadelede kaybeden insan ırkı olabilir. Bir senaryoda, tarihsel rolümüz evrimsel süreçte haleflerimizi yaratmak ve kenara çekilmek olabilir. Fakat bu durumda matematikçi, yazar ve fizik profesörü Douglas Hofstadter'in söylediği gibi; olayların doğal akışı böyle olsa bile kendi yarattığımız süper zeki robotlarla çocuklarımızı gibi neden ilgilenmeyelim ki? Başka bir senaryoya göre yeryüzünün en zeki yaratığı olmayı süperrobotlara kaptırdıktan sonra onlar da kendilerini kopyalayarak her seferinde daha da zekileşen nesiller yaratabilir. Sürekli artan zeka peşindeki bu arayış, süperrobotların gezegenin tüm kaynaklarını mahvetmesi sonucunda yeryüzünün bir bilgisayara dönüşmesine neden olabilir. Hatta bazılarının göre bununla da yetinmeyip, bu bilgisayarla fizik kurallarını evirerek başka gezegenlere ve galaksilere ulaşım onları da kapsayarak tüm evreni zekileştirebilirler. Göreli fizikte buna "tekillik" denmektedir. Bu kavram sonsuz bir kütleçekim kuvvetini temsil eder, tıpkı bir kara delik gibi hiçbir şeyin kaçışı mümkün değildir. Teknolojinin katlanarak artışına dayalı tahminlerinde hayli başarılı olan ve en nihayetinde tekilliğe ulaşacağımıza gönülden inanan yazar ve mucit Ray Kurzweil'a

göre 2019'da 1000\$'lık bir kişisel bilgisayar, insan beyninin ham gücüne sahip olacak ve kısa bir süre sonra bilgisayarlar bizi sollayacak. 2029'da 1000\$'lık bir kişisel bilgisayar insan beyninin 1000 katı gücünde; 2045'te tüm insanların birleşiminden milyar kat daha zeki olacak. Kurzweil zeki makinelerin bize saldıracağı kanısında değil, bu teknolojiyle birleşeceğimize, bu zeki aygıtları vücudumuza ve beynimize yerleştirip daha uzun ve sağlıklı yaşayacağımıza inanıyor. Tekillik gibi tartışmalı ve anlaşılması güç bir konunun geri tepebileceği bir gerçek. Bu konudaki görüşlerin bir kısmı saçma olduğu gibi birçoğu da çok iyi fikirler ancak ayırt etmesi zor. Halis zeka bellek ve hızın çok ötesinde bir şey olduğuna göre, geleceğin süperhızlı bilgisayarları akıl almaz miktarda bilgi ezberleyip hesap yapabilecek ancak daha fazla pek de bir şey yapamıyor olacak. Kendilerinden daha akıllı makineler yaratacakları da şüpheli. Bu zincirin en zayıf halkası da yazılım ve programlamanın insan tarafından hazırlanmasının gerekmesi. Bilgisayar mühendisliği hızla gelişmekte ama şans, beceri ve deha gerektiren temel araştırmaya gelince, uzun süre çok bir şey olmayan bir süreçte bir anda her şeyi toptan değiştirecek bir atılım lazım. O yüzden makinelerin evriminin yüzyıl sonunda denk geleceği kanısındayım.

Bana kalırsa en olası senaryo, dostane yapay zeka. Bu bilim insanlarının öncelikle robotların tehlike yaratmayacağına dair önlemler almalarını gerektirir. Bu, en basitinden tehlike sinyalini algılayıp otomatik olarak robotu devre dışı bırakacak bir çip yerleştirmek olabilir. Bu yaklaşımda tüm zeki robotlar emniyet kilitli olarak bozulduklarında insan tarafından anında kapatılabilecek şekilde tasarlanabilir. Ya da anormal davranan robotları etkisiz kılacak avcı robotlar yapılabilir veya *Bıçak Sırtı* romanı ve filminde olduğu gibi özel eğitilmiş ajanlar görevlendirilebilir. Robotların gelişip bilince ulaşması uzun ve zorlu bir süreç olduğundan insanlığın savunmasız yakalanıp aniden tutsak edilmesi filan mümkün değildir. Sonuçta insan bilincinin oluşması milyonlarca yıl sürmüştür dolayısıyla makinelerde insan bilincine benzer bir şeyin oluşabilmesi için de uzun bir zaman gerekir. Yani bir sabah uyanıp internetin canlandığını veya robotların kendileri için plan yapmaya başladıklarını görüp hazırlıksız yakalanacak değiliz. Bilim-kurgu üstadı Isaac Asimov'un ortaya koyduğu seçenekte robotların kontrolden çıkmasını engellemek için üretim aşamasında daha 3 kural koymak şart. İnsanlara zarar veremezler, insanlara itaat etmek ve korumak zorundalar. Fakat bu kuralların birbiriyle çeliştiği durumlar da olası. Bu durumda bazıları dördüncü bir kuralı eklemeyi öneriyor: Robotlar insanlara zarar veremez ve onları tutsak edemez. Fakat bilim dünyası başından itibaren robotları her daim insanlara karşı iyi huylu olacak şekilde tasarlamaktan yana. Bu dostane robotların en başından, insanları yok etmektense yardım etmeyi seçecek şekilde yaratılmasını öne süren alana sosyal robotbilim denmekte. Fakat buradaki sorunsal, ordunun yapay zeka sistemlerinin en büyük finansörü oluşu ve askeri robotların bilhassa insan avlamak için tasarlanması. Gelecekte tek görevi düşmanı öldürmek olan robotların bunu başaracağını tasavvur etmek çok kolay. Ancak o zaman bu robotların efendilerine karşı gelmelerini garantileyecek ayrıca tedbirler alınması gerekir. Burada yapılacak herhangi bir hata felaket doğurabilir. Fakat gelecekte özellikle Japonya gibi iyi huylu robotlar üretilen yerlerde sivil ticaret sektöründen giderek daha fazla ödenek çıkmaya başlayacak. İşte o zaman, dostane yapay zeka gerçek olacak ve robotbilim

teknolojisine tüketiciyle piyasa güçleri hükmedecek. Ticari çıkarlar robotların, yok etmek değil yardım etmek üzere tasarlanmasından yana olacak.

Gelecekte kendi yaratılarımızla birleşmek gibi bir seçeneğimiz daha var. Robotların zekada bizi geçmesini beklemek yerine kendimizi geliştirip bu süreçte süperinsanlara dönüşebiliriz. Doğa ve biyolojiden öğreneceklerimiz var. Böcekler ya da farelerin beyinlerine programlanmış mantık kuralları yoktur, deneme yanılma yoluyla hayatta kalmada ustalaşırlar. MIT yöneticilerinden Rodney Brooks, orduya ve sanayiye silikon bileşenler tasarlayan laboratuvarlarının artık yeni nesil robotlara yöneldiğini, bunların da silikon ve çeliğin canlı dokuyla birleşmesinden oluşacağını belirtmekte. Biyolojik ve elektronik sistemlerin birleşmesiyle yeni bir robot yapısı oluşacağını ve yüzyıl sonunda insanların da yarı robotlaşarak onlarla bağlantıda olacağına değinen Brooks, yapabileceklerimizi ve dünyayı kavrayışımızı geliştirecek teknolojilerin benimseneceği kültürel bir değişim öngörmekte, hem de bunun için yüzyıl sonunu değil gelecek 10-20 yılı göstermekte.

Şimdiden gerçekmiş gibi hissedebilen yapay uzuvlar geliştirildi. Bir sonraki adımda, bu teknolojileri sadece hastalıkları iyileştirmek için değil yavaş yavaş yapabildiklerimizi çoğaltmak için kullanabiliriz. Yani bugünün protezleri yarın bize süper güçler kazandırabilir. Günün birinde mekanik uzuvları etten kemiktenmişlercesine kontrol edebiliriz. Beynimizin sabit değil esnek olması ve öğrenme yoluyla yeni durumlara alışıp kendini uydurma kabiliyeti farklı aygıtları, sensörleri kendimize takıp doğal bir uzantımızmış gibi kullanabilmemizi mümkün kılabilir. Gelecekte zekamızı arttırmamız da olası. Nöronlarına takviye yapılan farelerin bilişsel becerilerinin geliştiği ispatlanmış durumda. Gelecekte benzer uygulamalar insan beynine de yapılabilir. Elbette hiçbir şey fazla ileri götürülmemeli. Bazılarının bundan tiksinişip isyan etmesi ihtimaline karşı, insanoğlu yarattığı robotlarla nereye kadar birleşmeli acaba?

Senaryoları fazla abartmadan mağara insanı kuralının bu noktadaki etkisine bakalım. Beynin yapısı, 100 bin yılı aşkın bir süre önce insanoğlu Afrika kırılarında ortaya çıktığından beri değişmediğine göre, başlıca güdümüzün özellikle karşı cinse ve akranlarımıza iyi görünmek olduğu gerçeğini de değiştiremeyiz. Eğlenceden sonra harcamalarımızın çoğu bu amaca ayrılır. Plastik cerrahi, Botox, kişisel bakım/kozmetik, son moda kıyafetlerin patlama yapması da bundandır. Aynı şekilde *fitness* ve kas geliştirmeye, dans kurslarına, en yeni müzikleri edinmeye harcanan meblağlar ve çaba da bu yüzdendir. Hepsini toplarsanız tüketimin yoğun bir bölümünü, Amerikan ekonomisinin de büyük kısmını oluşturur. Bu demektir ki; gelecekte neredeyse ölümsüzleşmiş kusursuz bedenler yaratma kabiliyetine sahip olsak bile, başımızdan sarkan implantlarla bilim-kurgu filminden fırlamış gibi görüneceksek, muhtemelen robotumsu bir beden istememekte direneceğiz. Eğer geliştirilmiş bedenlere sahip olabilecekseniz bunların bizi daha çekici kılması, diğer insanların hoşuna gidecek biçimde olması lazım. Bazıları bedenlerimizden ayrılıp sırf zihnimizle ölümsüzleşeceğimiz fikrinden çok hoşlanıyor ama bir bilgisayarın içinde derin düşüncelere dalarak yaşamayı kim ister ki? Belki de bizden sonrakiler kara deliği tanımlayan denklemleri çözmek istemeyecek; atom altı parçacıklarla uğraşmak yerine rock dinleyip dans etmeye daha çok zaman ayırmak isteyecekler.

Şahsen en çok, dostane robotlar yapıp, bedenlerimizi bir raddeye kadar geliştireceğimize ama mağara adamı kuralından şaşmayacağımıza ihtimal veriyorum. Bir süreliğine süperrobot gibi yaşama veya kendimizi yedekleme fikri cazip gelebilir ancak tanınmayacak hale gelinceye kadar bedenimizi değiştirme veya bir bilgisayarın içinde yaşama fikrine karşı koyacağımız kesin. Ancak mekanik yollar dışında bedenlerimizi biyolojik yollarla da geliştirmemiz mümkün elbette. Esasına bakılırsa evrimin kendisi daha iyi olan genlerin seçilmesinden ibaret. Öyleyse neden milyonlarca yıl beklemektense kestirmeden gidip genetik kaderimizin kontrolünü elimize almalıyım?

### **III. Bölüm TIBBIN GELECEĞİ - Kusursuzluk ve Ötesi**

Yüzyıl sonunda, biyoteknoloji mucizesi sayesinde yaşam ve ölüm üzerinde kısmen güç sahibi olma, hastalıkları iyileştirme ve insan ömrünü uzatma kabiliyetlerine erişmiş olacağız. Bununla sınırlı kalmayıp insan bedenini geliştirebileceğiz hatta yeni yaşam türleri yaratabileceğiz. DNA'mızda gizli bilginin açığa çıkarılmasının peş peşe buluşlara yol açmasıyla tıp, eşsiz bir döneme girmiş oldu. Tıp tarihini 3 ana döneme ayırabiliriz. Onbinlerce yıl süren ilk dönemde batıl inançlar, büyücülük ve kulaktan dolma bilgiler hakimdi. Ortalama insan ömrü 18-20 yıl civarındaydı. Bazı şifalı bitkiler ve aspirin gibi kimyasallar bu ilk dönemde keşfedilmiş olsa da tedaviye yönelik sistematik yöntemler yoktu. İşe yarayan tedavilerle iksirler de zenginleri memnun etmeye çalışan eski zaman doktorları tarafından maalesef sır gibi saklanıyordu. 19. asırda başlayan ikinci dönemdeyse mikrop teorisiyle hijyen ortaya çıktı ve bununla beraber, asrın sonuna gelindiğinde ABD'de ortalama ömür 1900'de 49 yıla yükseldi. On binlerce askerin öldüğü, yüz binlerin yaralandığı I.Dünya Savaşı'nda, sonuç veren ve tekrar edilebilir somut tedaviler uygulanması şart oldu. Artık doktorların zenginleri memnun etmeye uğraşmaktansa, çalışmalarıyla meşruluk ve ün kazanıp tıp mecmualarına girme mücadelesi vermesi gerekiyordu. Böylece aşularla antibiyotiklerde ilerleme kaydedildi ve dolayısıyla ortalama insan ömrü 70 ve ötesine yükseldi.

Üçüncü dönemi başlatan fizikle tıbbın birleşmesinden ortaya çıkan moleküler tıptır. Tıp bilimini atomlara, moleküllere ve genlere indirgeyen bu tarihsel dönüşüm, 1940'larda aynı zamanda kuantum teorisinin de kurucularından olan Avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger'in yazdığı "*Yaşam Nedir?*" kitabıyla başladı. Canlıları hareket ettiren gizemli bir ruh veya bir yaşam gücü olduğu inancını reddederek, yaşamın bütünüyle molekül üzerine kodlanmış bir çeşit şifreye dayalı olduğunu ve bu molekül bulunduğu anda yaşamın sırrının çözüleceğini öne sürdü. Bundan ilham alan fizikçi Francis Crick ve genetikçi James Watson 1953'te DNA'nın çift sarmal yapısını çözerek efsanevi molekülün DNA olduğunu ispatladı.

Gelmiş geçmiş en büyük buluşlardan biri olan bu keşif hem tıp tarihini hem de insanlık tarihini sonsuza dek değiştirecek etkiye sahipti. Bunu takiben moleküler genetik alanındaki hızlı gelişmeler, insan bedenindeki tüm genlerin dizilimini ortaya çıkarmak için yüzlerce bilim insanının işbirliği yaptığı 3 milyar dolara mal olan, tıp tarihinde benzersiz bir dönüm noktası sayılan uluslararası İnsan Genom Projesi'nin oluşturulmasına yol açtı ve 2003'te açıklanan sonuçlarıyla bilimde yeni bir çığır başlatmış oldu.

## **YAKIN GELECEK (günümüzden 2030'a kadar)**

Tıptaki bu olağanüstü sıçramanın itici gücü, kısmen kuantum teorisi kısmen de bilgisayar devrimidir. Kuantum sayesinde yaşamı oluşturan moleküllerin en başından atom düzeyinde nasıl yapılandığını biliyoruz artık. Bilgisayarlar sayesinde uzun, zahmetli ve masraflı bir süreç olan gen dizilimi de otomatikleşti. Bu bilim açısından yeni bir branşın açılması demek. Biyoenformatik, binlerce organizmanın bilgisayarlarla genomunun taranıp genetik analizinin hızla yapılabilmesi anlamına gelmekte. Başta tek bir insan vücudunda bulunan yaklaşık 25 bin genin dizilimini çıkarmak birkaç milyon dolar tutarken, birkaç yıl içinde bu teknoloji isteyen herkesin ulaşabileceği bir hizmete dönüşebilir. Şu anda maliyeti 50 bin dolara düşen bu uygulamanın önümüzdeki yıllarda 1000\$'a ineceği öngörülmekte. Böylece daha çok insan bundan yararlanmış olacak. Birkaç on yıl geçtikten sonraysa 100\$'ın altına düşmesi olası. Bu da herhangi bir kan testinden pahalı olamayacak demek. Öngörülen bu hızlı düşüşün nedeni de insanların DNA'sının ortalama 0.1'den az bir oran dışında neredeyse tıpatıp aynı olması ve ne kadar çok insanın gen dizilimi yapılırsa bu işlemin o kadar kolaylaşması. Bilgisayarda eşleştirme yoluyla bu teknolojiyi son haline getiren genetik mühendisi Stephan R. Quake, İnsan Genom Projesi kapsamında dünyada gen dizilimi yapılan 8.kişi. Kendisinin kalp hastalığıyla ilgili geni taşıdığı belirlenmiş. "Genetik analizinize bakmayı içinizin kaldırabilmesi için midenizin sağlam olması lazım" diyor. BBC'ye hazırladığım bir program için benim de genomum kısmen tarandı ve bu bilgileri içeren CD-ROM'u elime aldığımda çok tuhaf hissettim ama neyse ki annemin ölümüne neden olan Alzheimer's hastalığına yakalanma riskini arttıran gene sahip olmadığım ortaya çıktı. Bazı genlerimin, daha önce genom analizi yaptırmış kişilerden tam olarak eşleştiği insanların bulunduğu yerlere bakınca soyumun izini Japonya'dan Çin'e oradan da Tibet'e kadar sürebildim. Aslında genom analizi bir nevi kullanım kılavuzuna benzetilebilir. Tehlikeli hastalıklara yatkınlıktan tutun, atalarınızın göçlerine kadar her şey DNA'mızda kayıtlı ve yakın gelecekte pek çok insan kendisiyle ilgili bu bilgilere sahip olma imkanı bulabilecek. (Bu sadece tedavi amaçlı uygulamalarda değil, adli tıp açısından da devrim niteliğinde. Çünkü kepekteki DNA kalıntısından bile insan yüzünü bilgisayar ortamında oluşturmak mümkün.) Biyoenformatik kapsamında çalışan dünyanın en güçlü bilgisayarları, bazı kilit genleri bulmak için bitkilerle hayvanların milyonlarca genini analiz etmekle meşgul. Bu sayede aynı hastalıktan muzdarip yüzlerce insanın genlerinin sisteme girilmesiyle hasarlı DNA'nın konumu kesin olarak tespit edilmesi mümkün olacak.

Tıbbi gelişmelerden bahsederken banyonuzdaki sensörlerin, sürekli hücrelerinizi tarayıp kötü bir hastalık gelişmeden önce haber vereceğine; DNA çipleri ve taşınabilir MR cihazlarınca neredeyse her hastalığın teşhis edilebileceğine değinmiştik. Diyelim ki, bunlarla yapılan rutin muayenede kanser izine rastlandı. Vücudunuza salınacak nanopartiküller doğrudan kanserli hücrelere hücum edecek ve sağlıklı hücrelere dokunmayacak. Yakında, bugünlerde uygulanan kemoterapiye geçmişin sülük tedavisine baktığımız gibi bakacağız. Gen terapisinin en önemli hedeflerinden biri de kanseri yenmek. Şimdiden bazı kanser türlerine karşı ilerleme kaydedilmiş durumda. Örneğin, cilt kanserinde başarılı olduğu kesin olarak kanıtlandı. Kanserinin birçok türüne çare geliştirilecek ancak kanserin kendisi çok sayıda hastalığın toplamı gibi bir şey olduğundan hepsine birden yarayan tek bir tedavi olası değil. Kanser, moleküler ve

genetik kökeninde çözmek üzere türlerine göre gen terapisi, nanopartiküller, aşular, sadece kanserli hücreye odaklı ilaçlar, tümörün büyümesini engelleyen antianjiyogen gibi yeni tedavi ve terapi uygulamaları birbiri ardına piyasaya sürülecek. Buna rağmen kanserin pek çok farklı türü olması ve çevresel etkenlere de bağlı olması nedeniyle, maalesef yüzyıl boyunca ölümcül olmaya devam etmesi olası. Yine de hücre bazda erken teşhis teknolojileri çok geliştiğinden ölüm oranlarında büyük azalma olacağı kesin. Gen terapisi bilhassa kalıtsal hastalıkların iyileştirilmesinde önemli rol oynayacak ve yakın gelecekte gen mutasyonu nedeniyle ortaya çıkan veya bağışıklık sistemi bozukluğuna bağlı pek çok hastalığı tedavi etmek mümkün olacak.

Çaresi bulunamayan hastalıklar veya yaralanma nedeniyle hasar gören organlar kendi hücrelerinizden yaratılan organlarla değiştirilebilecek. Halen organ nakli için bekleyen on binlerce insan var ancak ileride böyle bir sorun kalmayacak. Hızla gelişen doku mühendisliği sayesinde gerekli organlar insanın kendi hücresinden üretileceğinden vücudun nakledilen organı reddetmesi olasılığı da ortadan kalkacak. Şimdiden deri, kan, damarlar, kalp kapakçıkları, kıkırdak, kemik, burun ve kulak meydana getirilebiliyor. Vücuttan alınan az miktarda doku parçası, oluşturulmak istenilen organın şeklinde biyolojik olarak çözünebilir bir kalıba yerleştiriliyor; ardından hücre gelişiminin teşvik edilmesiyle hücrelerin çoğalıp kalıbın şeklini alarak organı meydana getirmesi sağlanıyor. Çünkü her hücremizde tüm bedenimizi oluşturmak için gerekli olan genetik kodlamanın tamamı mevcut. Basitten başlayıp karmaşığa doğru çalışmalarını ilerleten bilim insanları, şimdilik mesane, nefes borusu gibi iç organları üretmeyi başardı. Beş yıl içinde karaciğer, pankreas gibi organların meydana getirilmesinin halk sağlığına büyük etkisi olacak. Gelecek birkaç on yıl içindeyse neredeyse tüm organların insanın kendi hücresinden oluşturulması mümkün olabilecek. Böbrek gibi daha karmaşık yapıya sahip organların kalıbını hazırlamak bir hayli zor olduğundan bunun için daha uzun süre beklemek gerekecek. Ama en zoru insan beynini oluşturmak yine de ileride, beyne doğrudan yeni hücre zerk etmek olası.

Yakın gelecekte organları yeniden oluşturmak için kök hücreler de kullanılabilir. Kök hücreler tüm hücrelerin anası olduğundan vücudumuzdaki herhangi bir hücre tipine dönüşme kabiliyetine sahip ancak hücreler olgunlaştıkça hangi hücrenin hangi tip olacağı belli olduğundan bu genler pasif hale gelmekte. Embriyonik kök hücrelerde bu özellik fazlasıyla var ancak etik açıdan çok tartışmalı bir konu. Dolayısıyla bazı bilim insanları yetişkin kök hücreleri tekrar aktif hale getirmeye uğraşmakta çünkü kök hücrelerin diyabetten, kalp hastalığına, Alzheimer's, Parkinson's gibi hastalıklardan kansere kadar bir sürü hastalığı iyileştirme potansiyeli bulunmakta. Kök hücre araştırmalarının, istenmeyen sonuçlar kontrol edilebilecek hale gelinceye kadar sürdürülmesi gerek. Özellikle hayvanlarla yapılan araştırmalarda atan bir kalp oluşturmaya varan başarılar elde edildi. Kaybettikleri kuyruklarını yeniden uzatabilen süleymancıklardan yola çıkarak yeniden uzuv oluşturmaya yönelik çalışmalar, Amerikan Silahlı Kuvvetler Tıbbi Araştırma Enstitüsünce yürütülmekte. Şimdiden kesilen bir parmak ucu ve tırnağın bir kısmının yeniden çıkması başarıldı. Bir sonraki hedef, Afganistan ve Irak'ta sakat kalan askerlere uzuvlarını geri verebilmenin bir yolunu bulmak. Bu Amerikan ordusunun önceliklerinden biri haline geldiğinden doku çalışmalarına ayrılan ödenek de arttırıldı.

Organların bu şekilde yeniden oluşturulabilmesi akla, insanın bütünüyle kopyalanabileceğini de getiriyor elbette. Bununla ilgili söylentiler de çıktı ancak bırakın insan kopyalamayı, henüz bir primatı klonlamak dahi başaramadı. Hayvanları kopyalamak bile gayet zor bir işlem. Klonlama hayvan yetiştiriciliği için ticari açıdan da önemli. Mesela sığır klonlama potansiyel olarak kazançlı bir iş. Üstün bir damızlık ölse bile genlerinden aynısını klonlayıp kaliteli sığır soyunu sürdürmek mümkün. Günün birinde insan klonlama mümkün olsa bile önünde sosyal engeller var. Öncelikle dinlerin çoğu buna karşı çıkacak. Tıpkı 1978’de Katolik Kilisesinin tüp bebek uygulamasına karşı çıkması gibi. Bu teknolojiyi yasaklamaya yönelik kanunlar çıkarılacak veya en azından çok sıkı biçimde düzenlenecek. Üstelik buna yönelik ticari talep çok sınırlı olacağından yasallaşsa da, insanların olsa olsa çok ufak bir kısmı klon olacaktır. Çocuğunu kaybetmiş bir aile veya varisi bulunmayan varlıklı birinin bu yönteme başvurmak istemesi doğal. Bana sorarsanız, gelecekte buna engel olan yasalar konya bile az da olsa insan klonları olacak ve toplumsal sonuçları da oldukça az olacak.

### **YÜZYIL ORTASI (2030-2070)**

Genetik hastalıkların tedavisinde gen terapisi standart uygulama olacak ve sadece hasta genlerin düzeltilmesi değil, normal genlerin de geliştirilmesi söz konusu olacak. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar başarılı olunca insanlara da uyarlanmaya başlayacak. Genetik biliminin ilerlemesini fırsat bilen insanlar mitolojik hikayelerden bu yana süregelen insanüstü güçlere sahip olma arzusuna karşı koyamayarak, süperinsan kabiliyetleri olsun isteyecek ve bilim, zor da olsa bunu sağlayacak genler yaratabiliyor olacak. Yüzyıl ortasına gelindiğinde tasarım çocuklar gerçek olabilir. Ebeveynlerin, çocuklarının daha kuvvetli bir hafızaya sahip, daha zeki, daha dikkatli, daha kaslı veya daha güzel olmalarını sağlayacak genetik oynamaların yapılmasını istemesi gayet mümkün. Hastalıkların iyileştirilmesi dışında genlerle oynanmasını yasaklayan kanunlar çıkarılsa da önüne geçmek zor olacak. Doğal olarak çocuğuna en iyisini sağlamaya şartlanmış olan anne-babalar yeni ve rekabetçi bir dünyada çocuklarına avantaj sağlamak için birbirleriyle yarışacağından, genetik özelliklerin pekiştirilmesine yönelik uygulamalar yüzyıl ortasında sıradanlaşabilir.

Biyoteknoloji devriminin de zayıf noktaları olması kaçınılmaz. Örneğin farelerde performans ve hafızayı arttıran akıllı gene sahip farelerin tehlikeli durumlarda korkudan paralize oldukları anlaşıldı ki, bu çok şey hatırlamanın pek de iyi bir şey olmadığını kanıtlamakta adeta. Belki de yenilerini kaydedebilmek için eski dosyaların çoğundan kurtulmak gerekli. Dünyayı anlamlandırmak ve bildiklerimizi düzene sokmak için unutkanın da hatırlamak kadar gerekli olduğunu yeni farkedilen uzmanlar, ikisinin arasında bir denge kurulması gerektiğine kanaat getirdi. Çünkü fazlasıyla unutursanız eski hataların acısını unutabilirsiniz ama kilit noktaları ve becerileri de unutursunuz; fazla hatırlayacak olursanız ise önemli detayları anımsayabilirsiniz ama her acının ve tersliğin bıraktığı anılarla hiçbir şey yapamayacak hale de gelebilirsiniz.

Bazısı, insanları daha sağlıklı ve daha mutlu yapacaksa genlerden yararlanmaktan yana; bazısı da kozmetik amaçlı genetik pekiştirmelere izin verilmesi gerektiğini savunmakta. Asıl soru bunda ne kadar ileri gideceğiz. Her halükarda görünüşü ve performansı iyileştirecek tasarım genlerin yaygınlaşmasını denetlemek giderek güçleşebilir. İnsan ırkının genetiği değiştirilmiş ve



değiştirilmemiş olarak farklı genetik gruplara bölünmesini istemeyiz. Bunu ne kadar ileri götüreceğimize toplumun kendisi demokratik olarak karar verecek. Kanımca, bu güçlü teknolojiyle ilgili kanunlar, hastalıkları iyileştirmeye ve verimli hayatlar sürmemize yönelik oldukça gen terapisine izin veren; ancak sadece kozmetik amaçlıysa kısıtlayan şekilde düzenlenecek. O zaman da eninde sonunda bir karaborsa oluşması kaçınılmaz ama arz talebe dayalı olacağından bunun boyutunu yine tüketiciler belirleyecek. Aslında plastik cerrahi sayesinde zaten görünüm değiştirilebildiği için genetik mühendisliğin kozmetik amaçlı kullanılması gerekemeyebilir. Esas tehlike, kişiliği değiştirebilecek genlerle oynanmasında. Davranışlarımızı etkileyen genler fazla sayıda olduğundan aralarındaki ilişkiler çok karmaşık olabilir. Bu yüzden de bunlara müdahale edilmesi istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Bilim, çeşitli niteliklerimizi kontrol eden genleri ayırıp değiştirebilecek hale gelebilir ancak etkilerin ortadan kaldırılıp insanların bundan faydalanması için on yıllar geçmesi gerek.

### **UZAK GELECEK (2070-2100)**

Gılgamış Destanı'ndan, Nuh'un Gemisi efsanesine kadar insanlık tarihi boyunca süregelen ölümsüzlük arayışına istinaden, muhtemelen en önemlisi insan ömrünü uzatmak için genlere müdahale edilmesi. Son yıllardaki deney sonuçları, ömrün sabit ve değişmez olduğu inancını alt üst edince, araştırma fonlarına yüz milyonlarca dolar akmaya başladı. Artık yaşlanma sürecinin sınırları günışığına çıkmakta ve genetiğin bu noktada hayati rol oynayacağı kesin. Yaşlanmanın genetik ve hücre düzeyinde biriken hatalardan kaynaklandığını öğrendik. Bu hatalar çeşitli yollarla oluşabilir: metabolizmanın yarattığı serbest radikallerin hücrelerimizin hassas mekanizmasını bozarak yaşlanmalarına neden olması ya da hataların moleküler enkaz şeklinde hücre içinde veya dışında birikmesi gibi. Bu genetik hataların oluşması termodinamiğin ikinci kuralı olan entropi, yani düzensizliğin (kaos) daimi artışına bağlıdır. İşte bu yüzden paslanma, çürüme, bozulma vb. yaşamın evrensel özellikleridir. Çiçekler, bedenlerimiz hatta evrenin kendisi solup ölmeye mahkumdur. Bundan kaçış yoktur, ancak bu kuralın önemli bir kaçamak noktası vardır. Entropiyi bir yerde arttırdığınız takdirde, başka bir yerde entropiyi azaltıp yaşlanmayı tersine çevirebilirsiniz. Yani başka bir yerde tahribat yarattığınız sürece gençleşmek mümkündür. Bunu daha iyi anlamak için buzdolabının işleyişini düşünün: dolabın içini soğutmak için arkasındaki motorun adeta yanarcasına çalışması gerekir. Bu ikinci kural dışıların salgıladığı östrojen hormonunun faaliyetinde de görülebilir. Kadınları menopoza kadar genç ve enerjik tutan östrojendir. Bu hormon kesildikten sonra yaşlanma hızlanır. Bu spor bir arabaya yüksek oktavlı benzin koymaya benzetilebilir. Arabanın performansı şahane olur ama bunun bedeli motorun daha çok yıpranıp eskimesidir.

Genler ve yaşlanma üzerine yapılan araştırmalar, yaşlanmadan sorumlu genleri kısmen ortaya çıkarmaya çoktan başladı. Bazı ailelerde uzun ömürlü insanların çok olması da bir anlamda kalıtsal etkiye işaret eder ancak ortalama yaşam süremizin yalnızca %35'i genlere bağlı. Genetik analiz, yaşlanmanın hücrenin motoru diyebileceğimiz mitokondride yoğunlaştığını göstermekte. Bu nedenle bilim insanları, yaşlanma etkilerini tersine çevirmek için gen onarımını mitokondri içinde yapmanın yollarını aramakta. 2050'de kök hücre ve gen terapisi gibi çeşitli terapilerle yaşlanma sürecini yavaşlatmak mümkün olabileceği için insan ömrü 150

ve üzerine çıkabilir. 2100'e gelindiğindeyse hücre onarımını hızlandırarak yaşlanmayı tersine çevirip çok daha uzun yaşamak mümkün olabilecektir.

Ömrü %30 uzatan bir başka gerçek de kalori kısıtlaması. Aldığımız kaloriyi %30 azalttığımız takdirde daha uzun yaşayabiliriz. Çeşitli canlı türleri üzerinde yapılan araştırmalar bunun hem ömrü uzattığını hem de hastalıkları azalttığını göstermekte. Yaşlanma araştırmaları da bundan faydalanabilmek için aç kalmadan kalori kısıtlamasını kontrol etmenin peşine düşüp hücrenin enerji rezervini denetleyen geni buldular. Bu geni aktive eden kimyasalın da şarabın içinde bulunan *resveratrol* adlı madde olduğunu keşfettiler. Bu durumda yoğun soslu yağlı yemeklerine karşın, sofrada şarap içme alışkanlığına sahip Fransızların yaşam süresinin normal oluşuna da şaşmamak gerek.

Biyologlar, hayvanların üreme çağını geçtikten sonra bağlı oldukları topluluğa külfet olmaya başladıklarını dolayısıyla belki de evrimin bundan ötürü hayvanları yaşlanıp ölmeye programladığına dikkat çekiyor. Yani belki de ölmeye programlandık ama kendimizi daha uzun yaşamaya programlayabiliriz. Fakat dikkatli olmak lazım. Biyolojik saatimizi yavaşlatalım veya geri çevirelim derken başımızı belaya sokmayalım. Mesela kanserli hücrelerin sınırsızca çoğalmasını sağlayan bir enzimi sentezleyip cilt hücrelerinin ömrünü uzatma yönünde çalışmalar mevcut. Dolayısıyla bu enzimin kullanıldığı terapilerin çok dikkatli analiz edilmesi kansere yol açmayacağından emin olunarak uygulanması gerekli.

İnsan ömrünün uzaması sevindirici ancak ekonomiyi iflasa sürükleyecek bir nüfus patlaması ve yaşlı bir toplum düşünülürken bir o kadar da korkutucu. Fakat biyolojik, mekanik ve nanoteknolojik terapilerin birleşimi yalnızca ömrümüzü uzatmakla kalmayıp gençlik ve zindeliğimizi de korumamızı sağlayabilir. Böylece biyolojik yaşınız rutin kontroller, arındırma ve gerekli onarımla yılda bir kez yeniden kurularak seçtiğiniz fizyolojik yaşta kalmanız sağlanabilir. Gelecekte büyük ihtimalle aşağıdaki yöntemlerin hepsini birden kullanarak ömrü uzatmak mümkün olacak:

1. Organlar eskidikçe veya hastalandıkça doku mühendisliği ve kök hücreyle yenilerinin oluşturulması
2. Hücre onarımını arttıran, metabolizmayı düzenleyen, biyolojik saati yeniden ayarlayan ve oksidasyonu azaltan protein ve enzimlerden oluşan karışımlar tüketilmesi
3. Gen terapisiyle yaşlanma sürecini yavaşlatan genlerde değişiklik yapılması
4. Sağlıklı bir yaşam tarzının benimsenmesi (egzersiz, doğru ve iyi beslenme)
5. Kanser gibi hastalıkların sorun olmadan yıllar önce nanosensörlerle teşhis edilmesi.

**Nüfus ve Gıda:** İnsan ömrü uzadıkça, ortaya aşırı nüfus sorunu çıkar mı çıkmaz mı kesin olarak kimse bilemez ama sonuç olarak toplumsal etkisinin büyük olacağına şüphe yok. Genelde yaşam süresi arttıkça, insanlar kariyer peşine düşüp çocuk yapmayı erteler. Avrupa'nın yerli nüfusunun giderek azalması da buna bağlı. Demek ki insanlar daha zengin ve daha uzun bir ömür sürerse daha az sayıda ve daha geç yaşta çocuk yapacaklar. Kimine göre insanlar doğal bir süreç olmadığı veya dinlerine ters düştüğü için ömür uzatma teknolojilerine karşı çıkacak. Ölüm olmasa yaşamın anlamsız olacağını söyleyen anket sonuçları var ancak cevaplayanların

hepsi genç ya da orta yaşlı. Halbuki acılar içinde mecburen ölümü bekleyen yaşlılara sorsanız bambaşka bir yanıt alabilirsiniz.

Son 300 yılda, modern tıbbın gelişmesi ve gıda bolluğu yaratan sanayi devrimiyle kesişen bir biçimde dünya nüfusunda ani bir artış oldu. 20.yy'da yeniden yükseldi ve 1950'de 2,5 milyardan 1992'de 5,5 milyara çıktı. Şu anda 6,7 milyar. Dünya nüfusuna her yıl 79 milyon insan ekleniyor. Gıda üretimi doğrusal biçimde nüfus ise katlanarak arttığından tarih boyunca birkaç kez bir noktada kıtlık baş gösterecek sanıldı ancak ilkin 1800'lerde yeni kıtanın keşfedilmesiyle gıda tedarigi arttı; 1960'lardan itibaren de yeşil devrim kapsamında uygulanan tarım yöntemleri sayesinde tahıl üretimi %250 civarında arttı. Şimdi nüfus aldı başını gidiyor ve bazılarına göre dünyanın gıda üretiminin sınırına dayanmak üzereyiz. Kaygı verici bir şekilde, tahıl üretimi de deniz ürünleri de azaltmakta. Geçenlerde, İngiliz hükümeti başuzmanı 2030'da gıda ve enerji krizine dair uyarıda bulundu. BM Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre dünyanın 2050'ye kadar eklenecek 2,3 milyar insanı doyurabilmesi için gıda üretimini %70 arttırması lazım yoksa felaket kapıda. Bana kalırsa, bu tahminler sorunun esas boyutunu gözden kaçırıyor. Orta sınıfa katılan yüz milyonlarca Çinli ve Hintli de Hollywood filmlerinde gördükleri iki araba, şehir dışında villalar, hamburger vs. gibi lüksleri tüketme arzusunda. Ancak dünyanın kaynaklarının, orta sınıfın bu kadar kalabalıklaşmasını kaldırmaya gücü yetmeyebilir.

Bu sorunun üstesinden gelinebilmesi için kadınların bilincinin arttırılması ve yaygın doğum kontrolü umut verici olabilir. Eskiden bir tabu olarak görülen doğum kontrolü gelişmiş ülkelerde iyice yerleşti ve gelişmekte olan ülkelerde de başarılı olmakta. Çoğunluğun 20 yaşın altında olduğu üçüncü dünyanın sorunu hızlı nüfus artışı. Nüfusun aynı kalabilmesi için gereken oran aile başına 2,1 çocuktur. Bunun altında veya üzerindeki oranlar mutlaka sorun yaratacaktır. Örneğin, Avrupa ve Japonya'nın derdi genel olarak nüfusun azalması ama yaşlı nüfusun artması. Bundan çıkarılacak ders şu: en iyi doğum kontrolü yüksek refah düzeyidir. Eskiden emeklilik veya sosyal sigorta hakkı olmayan köylüler olabildiğince çok çocuk yapardı çünkü bu tarlada çalışacak, gelir getirecek ve yaşlandıklarında kendilerine bakacak daha çok kişi demektir. Fakat orta sınıfa giren bir köylü emeklilik hakkı ve rahat bir yaşam tarzını elde ettiği an, denklem tersine döner çünkü her çocuk hane gelirini ve yaşam kalitesini düşürür. Aynı şekilde topraklarını bırakıp büyükşehre göç eden, varoşlarda yaşayıp işçi olarak çalışmaya başlayan bir aile için de her çocuk giderleri arttırdığından ve şehirde çocuk yetiştirmek çok masraflı olduğundan doğum oranı azalır. Bu açıdan hızlı şehirleşmenin etkisi büyük. 1800'de nüfusun sadece %3'ü şehirlerde yaşarken 20.yy sonunda bu %47'e çıkmıştır ve giderek artmaktadır. Ülkeler sanayileştikçe orta sınıf yükselir ve insanlar gelişmiş Batı ülkelerindeki gibi daha az sayıda çocuk istemeye başlar. Öte yandan geniş çaplı bir şehirleşme ve sanayileşme olmadığı halde, Bangladeş gibi fakir bir ülkede bile kadınların eğitilmesi doğum oranının 7'den 2,7'e inmesini sağlamıştır.

2040'ta dünya nüfusunun 9 milyara çıkacağı tahmin edilmekte. Nüfus artmaya devam edecek olmasına rağmen, artış oranı eninde sonunda azalacak ve düze çıkacak. İyimser bir bakışla, 2100'de 11 milyara sabitleneceğini söyleyebiliriz. Bunun gezegenin kaldırabileceğinden fazla olduğu düşünülebilir ancak yeni bir yeşil devrimin gerçekleşmesi muhtemel. Biyoteknoloji gıda

sorununa çözüm olabilir. Gerçi Avrupa'da gıda mühendisliği ürünleri şimdiden kötü bir nam saldı. Bunun haklı nedeni de biyoteknik gıda sektörünün çiftçilere hem tarım zararlılarına karşı zirai ilaç satıp hem de zararlı böceklere dayanıklı tohum satması oldu. Bu sektör için daha fazla kazanç demektir ancak tüketici için sofrasında zehir anlamına geldiğinden Avrupa pazarı, büyük gıda şirketlerinin elinde patladı. Yine de gelecekte kurak ve çorak koşullarda yetişebilecek şekilde geliştirilmiş süper pirinç gibi tahıllar piyasaya girebilir. Güvenli oldukları kesin olduğu sürece yüz milyonlarca insanı doyurabilecek mahsullere karşı çıkmak ahlaki açıdan zor olacaktır.

### **Genetik bilim daha neler sağlayabilir?**

Genetik mühendisleri hayvanları klonlamayı bir adım daha öteye götürüp kromozomlarla oynayarak bir hayvanın DNA'sından karşı cinsin de yaratılabileceği, böylece nesli tükenmekte olan hayvanların çoğaltılabileceği kanısında. Fosillerden alınan DNA ile mamut gibi nesli çoktan tükenmiş olanları bile yeniden canlandırmak olası. Üstelik maymunlarla insanlar arasındaki "kayıp halka"nın bulunması da söz konusu. Fosil ve DNA kanıtlarına göre evrimsel olarak 6 milyon yıl önce ayrıldığımız şempanzelerin DNA'sı bizden sadece yüzde 1.5 farklı. Bu farkı yaratan birkaç kilit gen halen detaylı olarak incelenmekte ve belki de bizi insan yapan genlerin ve bunun tam olarak nasıl meydana geldiğinin keşfedilmesine ramak kaldı. Ayrıca kuş ve sürüngen gibi evrimde iki farklı yöne ayrılmış hayvanların DNA zincirinde uyumaya çekilmiş genlerini tekrar aktive ederek dinazor özelliklerini yeniden oluşturmak mümkün olabilir. Kafamıza göre yeni yaşam formları ve melez türler yaratabilir miyiz sorusuna gelince teoride mümkün ancak binlerce gen işin içine girdiği için şu anda yapabileceğimizin çok ama çok ötesinde. Bilimin hayvanlar alemini değiştirmesi için daha çok yol gitmesi lazım.

### **Bulaşıcı Hastalıkların Geleceği ve Mikroplarla Savaş:**

Tüm hastalıkları iyileştirmek insanlığın en eski hedeflerinden ama 2100'e gelindiğinde bile hepsine çare bulamamış olabiliriz. Çünkü çok sayıda hastalık var ve bazı hastalıklar, biz çaresini bulamadan daha, süratle mutasyona uğramış olur. Bazen insanoğlundan milyarlarca yıl önce de varolan ve biz yokolduktan sonra da varolmayı sürdürecektir bakteri ve virüslerle dolu bir deryada yaşadığımızı unutuyoruz. Yaklaşık 10 bin yıl önce hayvanları evcilleştirdiğimizde pek çok hastalık insanlara da bulaşabilir hale geldi. Şehirleşmenin artmasıyla da insan nüfusu arasında salgına dönüşebilecek imkanı buldu. Mesela son yıllarda başımıza dert olan H1N1 grip virüsü mutasyon geçirmiş kuş gribi ve domuz gribi dalgasıdır. Ama bu hastalıkların insanlarda görülmesinin ve salgına dönüşmesinin nedeni, insanların giderek yayılarak doğal yaşam alanlarını işgal etmesi; ormanları keserek yeni yerleşim yerleriyle fabrikalar kurması. Ayrıca salgınlar, havayolu ulaşımı ve klimaların kullanımının yaygınlaşmasıyla çok daha büyük kitlelere bulaşma imkanı bulmakta. Bu yüzden daha önce adını bile bilmediğimiz, daha önce sadece yöresel etkisi olan Ebola gibi bulaşıcı hastalıklar her geçen gün artarak manşetlere taşınıyor. İnsan nüfusu artmaya ve yayılmaya devam ettiğine göre yeni hastalıklarla karşılaşmak şaşırtıcı olmaz. Demek ki, birçok yeni salgın bize kötü sürprizler yapabilir ve bunların çaresini bulmakta geç kalınabilir. Aslına bakarsanız sıradan nezlenin bile çaresini bulmuş değiliz. Piyasadaki soğuk algınlığı / nezle ilaçları yalnızca semptomları geçirir ancak

tedavi etmez yani hastalığa sebep olan virüsü öldürmez. Nezle virüsünün 300 farklı türü olduğundan hepsi için aşı üretilmesi de çok maliyetli. HIV içinse durum daha fena. O kadar hızlı mutasyona uğruyor ki bir türüne aşı geliştirildiğinde, virüsün yapısı değişmiş oluyor. Sonuç olarak gelecekte pek çok hastalığı iyileştirmeyi başaracak olmamıza karşın, en ileri bilim-teknolojiyi bile alt edecek bazı hastalıklar her zaman olacak.

Tarih boyunca insanların bulaşıcı hastalıkları düşmanlarını toptan katletmek için kullandığına rastlanır. Artık modern teknolojiyle milyonlarca insanı öldürebilecek mikroplar üretmek olası. Öncelikle şunu belirtmek gerekir; DNA araştırması söz konusuysa hücumu veya savunmaya yönelik teknoloji diye ayırım yapmak mümkün değil. Genlerle oynamak iyiye de kullanılabilir kötüye de. Genetik mühendisliği o kadar gelişti ki, ABD ile SSCB arasında 1972’de imzalanan biyolojik savaşı yasaklayan anlaşma geçerliliğini çoktan yitirdi. Artık silah yerine kullanılabilir ölümcül ve yayılımcı mikroplar üretmek mümkün. Üstelik bazı uzmanlara göre birkaç on yıl içinde geliştirilebilecek bir makine sayesinde istenen özelliğe sahip DNA’yı otomatik olarak oluşturmak mümkün olabilecek. Böylece bir lise öğrencisi bile yaşam türleri üzerinde istediği deneyi yapabilecek hale gelebilir. En kötü senaryo, mesela grip virüsünün genlerini HIV’e aktarıp havadan bulaşan AIDS yaratmak olabilir. Gelecekte terörist bir grubun veya bir devletin AIDS’i silah olarak kullanmasına engel olacak tek şey, kendilerinin de virüsü kapıp öleceği gerçeği olabilir. Şimdiye kadar biyolojik savaşı kısıtlayıp kontrol altında tutan, hesaplanamayan sonuçları yüzünden menfaatlara ters düşmesi. Örneğin, 11 Eylül sonrası tanınmış politikacılara gönderilen zarflardan çıkan zehrin aşırı öldürücü hale getirilmiş bir madde olduğunun anlaşılması da ileri biyoloji eğitime sahip birinin tüm ulusu terörize edebileceğini göstermek açısından anlamlı bir olay.

### **Cesur Yeni Dünya**

Genetik kaderimizi elimize alacağımız 2100 itibariyle, akıbetimizi Aldous Huxley’in ünlü romanı “*Cesur Yeni Dünya*”da 2540 için öngördüğü berbat ortamla karşılaştırmamız gerek. 1932’de İngiltere’de basıldığında toplumda şok ve dehşet yaratan kitapta anlatılanların, insan klonlama kısmı hariç, şu ana kadar tüp bebek, doğum kontrolü, uyuşturucu ve çeşitli ilaçların sıradanlaşması gibi çoğu gerçekleşti. Huxley, teknolojinin insanlığı yoksulluktan, cehaletten ve hastalıktan kurtarmak yerine yozlaşmış yapay bir istikrarı zorla kabul ettiren bir kabusa sürüklediği ve bunun tüm insan toplumunu köleleştirme uğruna gerçekleştiği bir gelecek tablosu çizmişti. Birçok yönden doğru noktalara değinen Huxley, genetik mühendisliğini kestirememiştir bunu da tahmin etseydi çocukların genleriyle oynayan maymun iştahlı ebeveynlerle namussuz hükümetlerden endişeyle dem vururdu. Şu anda bile çocuklarına acayip kıyafetler giydirip saçma sapan yarışmalara sokanlar var; kendi kaprislerine göre genlerini neden değiştirtmesinler diye endişelenmek mümkün. Bu tip konularda neyin yanlış gidebileceğine dair örnek olması için ultrasonu ele alalım. Tıbbın gebeliği takip etmek için geliştirdiği bu teknoloji, bilhassa Çin ve Hindistan’da bebeklerinin cinsiyetinin kız olacağını öğrenen çok fazla sayıda çiftin kürtaj yaptırmasına yol açtı. Bu akıl almaz kararı veren ailelerin oğulları büyüdüklerinde etrafta evlenecek kız olmayacak ve soyumuzu sürdürsün mantığıyla

oğlan isteyen bu ailelere torun doğuracak kadın bulunamayacak. Bu durumun toplumları alt üst edecek sonuçlar doğurması kaçınılmaz.

İnsanların teknolojiyi kötüye kullanmasına bir örnek de ABD'den. Aslında çok kısa boylu çocuklarda hormon eksikliğini düzeltme niyetiyle kullanılan büyüme hormonu HGH'nin yaşlanmaya karşı etkili olduğu iddiasına aldanan çok sayıda insan, internet ortamında bir karaborsa yaratmış ve aslında kendileri de gençleşeceğim diye kobay durumuna düşmüş halde. Demek ki, insanlar fırsatını bulduklarında teknolojiyi sıklıkla kötüye kullanıp büyük boyutta zarar ziyana neden olacak. Peki ya genetik mühendisliğini ele geçirirlerse ne olur? Mağara insanı kuralına dayanarak insanların genelde insan doğasına aykırı olan teknolojileri reddettiğinden bahsetmiştik. Buna bağlı olarak, insanlar normalin dışında görünen ve akranlarınınca hilkat garibesi olarak nitelenecek çocuklar istemeyebilir. Genlerle oynanması kalıcı bir değişime yol açacağından ebeveynlerin, çocuklarının toplumdaki başarılarını olumsuz etkileyecek şeylerden kaçınmaları muhtemel.

Asrın sonuna doğru, çiftlerin çocuk yapmadan önce ortak gen havuzlarından seçim yaparak kalıtsal hastalık gibi istenmeyen özellikleri ayıklamaları çok daha yüksek ihtimal. Buna kısmen gen değiştirme de dahil olabilir. Asıl tehlike tüketici talebinden o kadar değil de genetik mühendisliğinden dayanıklı ve daha itaatkar askerler yaratmak gibi kendi amaçları için faydalanmak isteyen diktatör yönetimlerden gelebilir.

Bir sonraki yüzyıl hatta daha sonrası için düşünülmesi gerekebilecek başka bir meseleyse, yeni bir insan türü yaratma gereği olabilir. Başka gezegenlerde koloniler kurma vakti geldiğinde, insanın özelliklerini dünyanınkinden farklı atmosferlere göre uyarlamak dolayısıyla genleri değiştirmek gerekebilir. Uzay teknolojisinde çığır açıcı buluşlar olmadıkça, uzun süre daha büyük ölçüde dünyaya kısıp kalmış olacağız. Önümüzdeki on yıllarda uzay yolculuğu astronotlara, çok zenginlere ve belki de koloni kurmak için görevlendirilecek bir avuç insana özgü olacak.

#### **IV.Bölüm : NANOTEKNOLOJİ**

*“Son derece küçük olmanın önemi son derece büyüktür.” Louis Pasteur*

İnsanı hayvanlardan ayıran alet kullanabilme yetisi sayesinde giderek daha fazla geliştirdiğimiz teknolojiler günümüzde devrim niteliğinde yeni makineler tasarlayarak doruğa ulaşmamızı sağladı. Fakat bunun aydınlanmanın mı yoksa kaosun yolunu mu açacağını kestirmek güç. Okla yaydan başlayarak etkin avcılığa geçişin ardından metallerin işlenmesinin yol açtığı değişimle sonunda imparatorlukların kurulması, alet kullanmadaki ustalığımızın kaderimizi belirlemiş olduğunu kanıtlamakta. Şimdiyse benzeri görülmemiş güçte başka bir teknolojiye uzmanlaşmanın eşiğindeyiz. Her şeyi oluşturan atomlar üzerinde uzmanlaşacağız. Bu yüzyıl içinde, nanoteknoloji sayesinde atomları yönetebilecek hale gelebiliriz. Bu ikinci bir sanayi devrimi anlamına gelebilir. Çünkü moleküler imalatla, bugün ancak hayalini kurabildiğimiz elektronik ve manyetik özelliklere sahip aşırı dayanıklı, aşırı hafif şeyler üretebiliriz. Nanoteknoloji sayesinde evrenin, doğanın yapı taşları atomlarla her şeyi oluşturabiliriz. Tıp, sanayi, havacılık ve ticaret alanında uçsuz bucaksız bir uygulama potansiyeli olan bu teknolojiyi

çok ciddiye alan ABD hükümeti, Ulusal Nanoteknoloji İnsiyatifi araştırmalarına 1,5 milyar \$ ayırdı. Devlete bağlı Ulusal Bilim Derneği'nin açıklamasında nanoteknolojinin insan performansını arttırma, malzeme, su, enerji ve gıdaya yönelik sürdürülebilir kalkınma sağlama, zararlı bakteri ve virüslerden korunma gibi pek çok imkan yaratacağı belirtildi. En nihayetinde dünya ekonomisi ve ulusların kaderi buna bağlı olabilir. 2020 veya az sonrasında silikon devri sona ereceğinden bilgisayarlar güc sağlayacak çözüm nanoteknolojiden gelebilir.

Henüz emekleme evresindeki nanoteknoloji şimdiden ticari açıdan bir patlama yaratmış durumda. Herhangi bir ticari malın üzerine birkaç molekül kalınlığında incecik bir kat kimyasal püskürtülmesiyle malzemenin pasa çok daha dayanıklı hale getirilmesi veya optik özelliklerinin değiştirilmesi mümkün. Günümüzde nanoteknolojik işlem uygulanmış ticari mallar arasında leke tutmayan giysi, yeni nesil ekranlar, daha dayanıklı metal kesiciler ve çizilmeye dayanıklı kaplamalar sayılabilir. Önümüzdeki yıllarda, performans arttırmak için nanoteknolojik olarak mikro düzeyde kaplanmış yeni ürünler piyasada olacak. Nanoteknolojinin bir şekli olan, iğne ucu kadar minicik makine parçaları diyebileceğimiz mikroeletromekanik sistemler (MEMS) hepimizin hayatına girmeye başladı bile. Yazıcı kartuşlarından, ani freni algılayarak hayat kurtaran hava yastığı sensörlerine, uçak ve otomobil jiroskoplarına kadar kapsamlı kullanım alanı bulunan dünya çapında 40 milyar dolarlık kârlı bir endüstriye dönüşmüş durumda.

### **YAKIN GELECEK (günümüzden 2030'a kadar)**

Gelecekte nanoteknoloji kanseri tümör oluşturmadan önce tespit edecek, nanopartiküller de kanımızda dolaşarak hastalıklı hücreleri yok etmekte kullanılacak. Bu teknolojinin temeli şu anda atılmakta. Yakında tıp alanında çığır açacak çeşitli nanoaygıtlar geliştirilecek. Vücuda zerkedilerek kan dolaşımı içinde seyredilebilen nanomakineler yapılması mümkün. Mıknatıslarla yönlendirilen hap boyutunda kameralarla bedeninin içini görüntülenerek varsa tümör veya polipler belirlenebilecek. Bu minik aygıtlar sayesinde içeriden biyopsi veya kesiksiz ameliyat yapmak da mümkün olacak. Molekül boyutundaki nanopartiküller, sağlıklı hücrelere dokunmadan doğrudan kanserli hücreleri hedefleyen ilaç tedavisi uygulanmasına olanak verecek ve böylece kanser tedavisinde devrim yaratacak. Dolayısıyla ciddi yan etkileri olan kemoterapi gibi tehlikeli yöntemlere gerek kalmayacak. İşin başka bir güzel tarafı da nanopartikülleri üretmek için kocaman kimyasal fabrikalarına filan gerek olmaması. Çeşitli kimyasalların kontrollü bir ortamda doğru sırayla yavaşça karıştırılmasının sonucunda nanopartiküller kendiliğinden bir araya gelmekte. Üstelik fareler üzerinde yapılan deneylerde prostat, meme ve akciğer kanseri tümörlerine karşı etkinliği kanıtlandı. Hasta insanlar üzerinde klinik deneyler birkaç yıl içinde başlayacak. Nanopartiküller yalnızca kanserli hücreyi hedef alıp ilaç vermekle kalmayacak, buldukları yerde yok edebilecek hale gelmeleri de olası. Lazerle verilen belli bir frekanstaki ışını kanserli hücreleri parçalamak için kullanabilirler. Örneğin şikago Üniversitesi'ndeki çalışmalar, titanyum dioksiti doğal olarak kanserli hücreyi bulan bir antikora yükleyip, bu işlemi gerçekleştirmenin mümkün olduğunu ve bu yolla kanserli hücrelerin %80 oranında yol edilebildiğini ispatladı. Aynı uzmanlar, ufacık manyetik diskler tasarlayıp bunları kanserli hücrelere yönlendirdi. Bu nanomıknatıslar, 10 dakikalık titreşimlerle kanserli hücreleri sarsıp hücre duvarını delerek kanserli hücrelerin %90'ını yok etmeyi başardı.

Kaliforniya Üniversitesinde fareler üzerinde yapılan bir çalışmada kızıl ötesi ışın yayan altın partikülleriyle cilt kanseri hücrelerinin yok edilmesinde başarı kaydedildi.

Bir sonraki adım bedenimizde yönlendirilebilir şekilde seyredilebilen moleküler robotlar olacak. Bunlar kanımızda sürekli devriye gezip hastalık yapabilecek herhangi bir patojen bulunca müdahale edebilecek. Banyonuzdan tutun giysilerinize kadar her yere yerleştirilebilecek DNA çipleri sayesinde sağlık durumunuz devamlı kontrol ediliyor olacak ve tehlikeli bir durum oluşmadan önce saptanabilecek. Mesela dişlerimizi her fırçalayışımızda check-up yaptırmış olacağız. Başlı başına laboratuvar görevi üstlenen bu çipler, hastalıkların teşhis masraflarını da etkileyecek. Şu anda yüzlerce dolar tutan ve haftalar sürebilen biyopsi veya kimyasal analizler ilerde cüzi bir maliyetle 5 dakikada yapılabilecek.

**Silikon Çağı Sonrası:** Silikon transistörlerin sonunu getirecek olan, bağlantı telleri ve katmanların atom boyutuna inmesi olduğuna göre baştan başlayıp, atomları kullanmak en mantıklısı. Silikon devri kapandığında, bilgisayar teknolojisinin temelini oluşturan silikonun yerini almaya aday maddelerden biri, karbon. Çelikten daha dayanıklı olduğundan ve elektrik ilettiğinden ilerde bilgisayarların da karbon bazlı yapılması muhtemel. Şimdiden sanayiye girmeyi başaran karbon nanotüpler, bu özellikleri nedeniyle yüksek miktarda elektrik aktaran kabloların yapımında kullanılmakta. Saf karbon atomlarından oluştuğu için en dayanıklı doğal mineral olan elmasa benzer şekilde karbon nanotüpler de sağlamlıklarını düzenli atom yapısına borçlu. Silikon çip yerine geçebilecek bir başka malzeme atomik transistör olabilir. Moleküler transistörler şu anda zaten var. Ayrık moleküllerden yapılmış transistör ürettiklerini açıklayan firmalar oldu ancak ticari olarak geçerli olması için doğru şekilde bağlanmaları ve seri olarak üretilmeleri gerekli. İddialı başka bir öneri de hesaplama ve bilgi depolamayı ayırık atomlar üzerinde yapan kuantum bilgisayarlar. Dijital bilgisayardan çok daha güçlü ve hızlı olma potansiyeline rağmen kuantum bilgisayara geçiş yapılamamasının nedeni sürekli dönmekte olan atomların hassas dengesinin ve ahenginin dışarıdan en ufak bir etkenle bozulabilecek olması. Bu sorunun ne zaman çözülebileceğini kimse bilmiyor ancak 2050'ye kadar bir yol bulunacağı umulmakta. Ortada o kadar büyük bir pazar var ki uzmanlar çeşitli tipte bilgisayar tasarımları geliştirmekte: bunlar arasında elektronlar yerine ışınlar üzerine hesaplama yapan optik bilgisayar veya dijital bilgisayardan daha fazla bilgi depolayabilen DNA bilgisayar sayılabilir.

### **YÜZYIL ORTASI (2030-2070)**

2050'de nanoteknoloji her yanda olacak ama farkında bile olmayacağız. Neredeyse her ürün moleküler imalat teknikleriyle geliştirilmiş olduğundan daha dayanıklı, daha iletken, daha esnek vs. olacak. Çevreye yerleştirilmiş nanosensörler bizi koruyup yardım edecek. Sokakta yürürken her şey aynı görüneceğinden nanoteknolojinin dünyamızı değiştirdiğini tam olarak farkedemeyeceğiz. Ancak elbette çok bariz etkileri de olacak. Şu anki teknolojiyle somut bir nesneyi değiştirmek mümkün değil ancak asrın ortasına geldiğimizde bir tür şekil değiştirme teknolojisi sıradanlaşabilir. Maddeler programlanabilir olunca böylece bir nesnenin şeklini, rengini bir düğmeye basarak değiştirmek mümkün olabilecek. Bu teknolojinin en ilkel halini neon ışıklı tabelalarda görmek mümkün. Bir üstü ise LCD ekranlar. Aslında bunun da mantığı,



sıvı kristal içindeki elektrik akımının düzenlenerek ekranda renkler ve şekiller yaratılabilmesinden ibaret. Bu teknolojiye önderlik eden başlıca şirketlerden Intel'in çalışmaları somut bir nesnenin şeklinin değiştirilmesine yönelik. Katom denilen kum tanesi kadar bir bilgisayar çipi yaratıp bunlarla yüzeydeki statik elektriği değiştirmeyi sağlamak. Örneğin otomobil tasarımı, havayolu mühendisleri, sanatçılar, mimarlar ve 3 boyutlu modelleme yapmak zorunda olan herkes katomlardan kolayca kalıp çıkarıp istedikleri gibi değiştirebilecekler. Programlanabilir madde akıllı olacak; bazı şekilleri hatırlayabilecek; yeni fikirlere uyum sağlayabilecek ve tasarımcıların isteklerine karşılık verebilecek. Böyle bir teknoloji tüketim mallarını da derinden etkileyebilir. Düşünün bir, herhangi bir malı sadece yeni yazılım yükleyerek yenilemek, eskileri yeniyeye dönüştürmek mümkün olabilecek. Mobilyaları ve elektrikli cihazları internetten indirilecek bir programla son model eşyalara dönüştürmek mümkün olabilir. Bir düğmeye basarak evin dekorasyonu değiştirilebilecek. Malların çoğu eninde sonunda yazılım programlarına indirgenerek internet üzerinden yüklenebilir hale gelecek. En güzeli de çöpe atılanlar azalacak. Çünkü bir şeyleri kolayca yeniden programlayıp istediğiniz hale sokabilecekseniz atmanıza gerek kalmaz. Ancak bu vaatlerin yanında, milyonlarca katomun hareketinin nasıl ayarlanacağı, programlanabilir maddeye bilgi yüklerken karşılaşılabilecek bant genişliği problemi gibi bu teknolojinin gerçekleşmesine engel olabilecek sorunlar da mevcut. Çözüldü diyelim, o zaman yüzyıl sonunda binaların ve şehirlerin bir düğmeye basmakla sıfırdan yükselivermesi olası.

### **UZAK GELECEK (2070-2100)**

Her türlü şeyi yaratabilecek güçte moleküler birleştirici veya çoğaltıcı bir aygıt geliştirilebilir. Mesela çamaşır makinesi büyüklüğünde bir makineye ham maddeleri koyup içindeki nanorobotlarca moleküllerine ayrılması sonra da yepyeni bir ürüne dönüştürülmesi teoride mümkün. Böylesine bir aygıtın icadı, mühendislik ve bilimin en büyük başarısı olabilir. Önemli olan bu varsayımsal moleküler robotun kendini çoğaltabilecek özellikteki ilkini yaratmak. Çünkü atomları ayırıp yeniden başka bir şekilde birleştirilebilmek nanobotlarla mümkün olabilir. Ama atom düzeyinde kuantum fiziği baskın olduğu için bunun gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceği tartışmalı. Nanobotların moleküler cımbızlarla atomları ayırıp birleştireceğini varsaymak naif bir düşünce. Molekül aleminde işe dahil olan yeni kuantum kuvvetleri göz önüne alınarak farklı bir yöntem bulunması lazım. Aslına bakılırsa bu çoğaltıcı/replikatör şu anda var olmasa da başka bir versiyonu mevcut: Tabiat Ana'nın yiyip içtiklerinizi birleştirip 9 ayda bebeğe dönüştürmesi buna benzetilebilir. Çünkü bu süreç, bebeğin genetik koduna sahip DNA moleküllerince yürütülür ve ribozomlar gıdadan alınan proteinler ve amino asitleri kullanarak moleküllerin doğru sıralanması sağlar. Moleküler birleştirici ve replikatör için kendi kendine biraraya gelme veya aşağıdan yukarıya yaklaşım kullanılabilir. Yine Tabiat Ana'dan örnek verecek olursak, kar tanelerinin kristalleşmesi gibi, biyolojik sistemlerde kendi kendine biraraya gelme doğal bir süreçtir. Vücudumuzdaki bakteri miktarı arttığında ya da mikrop aldığımızda bağışıklık sistemimizin ürettiği antikorlar ve akyuvarların işleyişi de nanobotların kontrolsüz çoğalmasını önleyecek bir yöntem geliştirilmesinde yol gösterici olabilir.

Yüzyıl sonunda otomatik montaj tekniklerinde uzmanlaştığımızda çoğaltıcıların ticari uygulamalarıyla ilgili de düşünebileceğiz. Ancak olası sosyal etkilerini düşünürsek gerçekten de işte o zaman dünya artık bildiğimiz dünya olmaz. Çünkü kıtlık ve yoksulluk ortadan kalkar, toplumu belirleyen unsurlardan biri olan refah dağılımı değişir. Feodalizm bir avuç aristokratın yoksul köylülere karşı servetini korumasına dayalıdır. Kapitalizm enerjik, üretken insanların emeklerinin karşılığında ödüllendirilmesi, şirketler kurmaları ve zenginleşmelerine dayalıdır. Fakat eğer tembel, üretmeyen bireyler düğmeye basarak istediklerini edinebilecekse kapitalizm işleyemez hale gelir. Statü ve siyasi güç kavramları eriyip gider. Bu aynı zamanda kusursuz toplum kurmayı da akla getiriyor. Çoğaltıcı sayesinde daha önceki denemelerin yetersizlik ve kıtlık yüzünden eşitsizliğe, çöküşe neden olup başarısız olduğu ütopya ulaşmak mümkün olabilir. Sanat, müzik ve şiir serpilip gelişir ve insanlar hayallerinin peşine düşüp düşlerini gerçekleştirilmeye çalışır. Öte yandan insanlar her istediklerine sahip olup imkanların yetersiz olmasının verdiği motivasyondan mahrum kalınca şımarık ve yozlaşmış bir toplum meydana gelebilir. Sadece bir avuç insan sanat yapmaya çalışır, gerisi bir işe yaramayan miskinlere dönüşebilir. O zaman bu ütopyaçıların sosyalizm tanımına da uymaz. Sosyalizmin düsturu “Herkesten becerisine göre, herkesin katkısı kadar” veya Komünizmin düsturu “Herkesten becerisine göre herkese ihtiyacı kadar” geçerliliğini yitireceğine göre; dolayısıyla herhangi bir katkı veya ihtiyaç söz konusu olmayacağı için durumun “herkese istediği kadar” a dönüşeceğine dair kaygılar eleştirmenlerce dile getirilmekte. Ancak yine mağara insanı kuralını göz önüne alalım. İlkel toplumlar komün halinde yaşıyordu ve hem emeği hem de erzağı paylaşıyordu. Maaş ve iş gibi kavramlar yoktu ama insanlar çalışmaya devam etti. Sadece aç kalmamak için değil, aynı zamanda yaptıklarıyla gurur duymaya başlayıp işlerine anlam yükledikleri için de üretmeyi sürdürdüler. Üstüne düşeni yapmayan toplumun dışına itileceğinden ve eş bulup genlerini bir sonraki nesle aktaramayacağından üretken olmaya yönelik yoğun bir toplum baskısı vardı. Bu açıdan bakıldığında çoğaltıcı icat edildiğinde ve herkes istediğini edinebildiğinde insanlar yine de üretken olacaktır. Öncelikle kimse aç kalma korkusuna kapılmayacağı için insanların sadece istedikleri ve becerilerine uygun işi yapması ve bundan gurur duyması muhtemel. Toplum baskısı o kadar yoğun olmayabilir ama onun yerine farklılaşan eğitim sistemi, insanların çalışmaya ve karşılığını almaya yaklaşımlarını değiştireceğinden çoğaltıcının istismarı önlenmiş olacak. Bunun icat edilmesine bir asır ya da daha uzun bir süre olduğundan toplumun çözülmemesi için bu teknolojinin etkilerini ele almak ve buna alışmak için bol vakti olacak.

Nanoteknoloji, serbest piyasaya sürülüp kitlesel bir teknoloji olmak yerine çok pahalı kontrollü ortamlarda gelişip doruğa çıkacak. Bu makinelerin karmaşıklığı göz önüne alınırsa maliyetin düşmesi on yıllar alacak. Daha önce bahsettiğimiz tekillik kuramından şüphe duyulmasına bir neden de insan doğasıyla sosyal dinamiklerin çok karmaşık olması ve basit bir teoriye oturtulmak için fazlasıyla kestirilemez oluşu. Fakat önemli nanoteknolojik gelişmeler, bilhassa çoğaltıcı ve robotlarla eninde sonunda bolluk içinde yaşayan bir dünya toplumu oluşturabilir. Çalışmak gerekmediği kadar zenginlik içinde yaşayan bir toplum nasıl davranır diye sorarsak; çalışmasalar bile herkesin düzgün bir yaşam sürmesine yetecek kadar refah olacağından ve maddi ihtiyaçlarımızı karşılayan teknolojiye sahip olacağımızdan bir kısım insanın

miskinleşmesi kaçınılmaz. Ancak bunu telafi edecek başka bir unsur, iflas etme, geçim sıkıntısı ve yoksullaşma korkusundan sıyrılan çalışkan insanlar daha çok inisiyatif ve risk alıp girişimlerde bulunacak ve yeni endüstrilerle yeni imkanlar yaratacak. Bu toplumsal açıdan yeni bir Rönesans demek. Çünkü insanın yaratıcı ruhu korkularından kurtulmuş olacak. Düşünüldüğünde bilim insanları, sanatçı ve entellektüeller de kazanç değil yalnızca hayallerinin peşinden koşar ve yaratıcılıkla insan ruhunu yüceltmeye önem verir. Bu yüzden 2100’de maddi anlamda büyük refah içinde bir topluma dönüşürsek toplumun benzer şekilde davranacağını ve bir kısım insan miskinleşse de, bir kısmı yaratıcılığın ruhsal tatminini maddiyata tercih edecek ve büyük kısmı da genetik mirasımızda bulunan sadece faydalı olmak için çalışmaya devam edecek.

## V. Bölüm – ENERJİ

*Taş devri taşlar tükendiğinden bitmedi. Petrol devri de dünyadaki petrol kaynakları tükenmeden çok önce sona erecek.*

*James Canton*

Bahsettiğimiz mucizevi teknolojilerin işleyebilmesi için engin bir enerjiye ihtiyacımız olacak. Halen, neredeyse tümüyle fosil yakıtlara bağımlıyız. Toplam enerji tüketimimiz 14 trilyon vat. Bunun %33’ü petrol; %25’i kömür; %20’si doğalgaz; %7’si nükleer; %15’i biyokütle ve hidroelektrik; %5’i ise güneş ve yenilenebilir enerji kaynaklı. Fosil yakıtlar bitince dünya ekonomisi aksayacak. Shell petrol mühendisi M. King Hubbert’ın 1956’da öngördüğü kaçınılmaz sona giderek yaklaşmaktayız. Dile getirdiğinde tiye alınan Hubbert’ın tahminlerinin hepsi çıktı. Bugün, ABD petrolün %59’unu ithal etmekte. Dünyanın 50 yıl içinde petrol rezervlerinde zirve yapacağı öngörüsü bugünkü durumla örtüşmekte. Enerji alanındaki uzmanlar, çok yakın gelecekte geri dönüşü olmayan hızlı düşüş dönemine gireceğimiz görüşünde. Elbette yeni petrol yatakları bulma ihtimali var ama petrol çıkarıp işlemenin maliyeti gitgide daha çok yükselecek. Mesela Kanada’da büyük zift kumu rezervleri mevcut ama bunları çıkarıp rafine etmek maliyet etkin değil. ABD, kömür yataklarını da kullanamaz. Çünkü çevreyi kirletici gazların ayrıştırılması çok zahmetli bir işlem ve buna yönelik yasal kısıtlamalar mevcut. Sürekli bahsedilen kanıtlanmış petrol rezervleri söylemininse uzun süre yetecek petrolümüz olduğuna dair bizi telkin etmek için siyasi baskı altındaki yetkililerce, uydurulduğu anlaşılmış durumda. Artık enerji bakanları da petrol mühendisleri de endişeli. Petrol içinde yüzüyor gibi görünen Suudi Arabistan’a ve diğer Körfez ülkelerine bakınca aşırı lüzumsuz ve fahiş enerji harcılandığını görmek işten değil. Çölün ortasında devasa fiskiyeli havuzlar, Dubai’deki binlerce ton yapay kar kaplı kapalı kayak rampası gibi saçmalıklar için israf edilen enerjinin haddi hesabı yok.

Öte yandan yeni petrol rezervlerinin bulunduğu bölgeler siyasi açıdan istikrarsız. Politik gerginlik, spekülasyon, söylentiler vs. nedeniyle ortalama petrol fiyatı, arada oynamalara rağmen, uzun vadede yükselmeye devam edecek. Bu ekonomiyi muazzam biçimde etkileyecek. Enerji fiyatlarındaki artış gıda stokları ve çevre kirliliği kontrolünde de baskı yaratacak. Zaten gıda ve çevre sorunları doğrudan enerji meselesiyle bağlantılı. Yeterli enerji olursa istediğimiz

kadar gıda üretebiliriz ve çevreyi kirleten atıkları geri dönüştürebiliriz. Daha önce bahsettiğimiz gibi dünya başka bir sorunla daha karşı karşıya: Çin ve Hindistan'da orta sınıfın yükselişi. Artık onlar da Amerikan rüyasını yaşama yani mürifçe enerji tüketme arzusunda. Bu beraberinde petrol ve emtia fiyatları üzerine büyük baskı getirmekte.

20.yy'da modern uygarlığın hızlı yükselişi ucuz petrol ve Moore yasasına dayanıyordu. Belli ki, ikisinin de sonu yaklaştı. Şimdi sanayi de devletler de petrolün yerini ne alacak diye soruyor. Henüz net bir cevap yok. Kısa vadede fosil yakıtların hemen yerine geçebilecek tek bir şey olmayacak ve muhtemelen çeşitli enerji tipleri birlikte kullanılacak. Fakat sonuç olarak, ileride çocuklarımız dönüp bu döneme baktıklarında, fosil yakıtları, büyük ihtimalle bizim balina yağını gördüğümüz gibi geçmişte kalan talihsiz bir hata olarak görecek.

Enerjiyle ilgili ileride ne olabileceğine bakmadan önce yüzyıl öncesine geri dönelim. 1900'lerde iki yakın dost olan Henry Ford ve Thomas Edison geleceğin yakıtının ne olacağına dair iddiaya girmiş. Ford, içten yanmalı motorların pistonluların yerine geçmesiyle kömürün yerini akaryakıtın alacağını söylerken; Edison ise elektrikli arabayı savunmuş. O zamanlar akaryakıt olarak kullanılan balina yağını elde etmek aşırı zorlaştığından bir süreliğine iddiayı Edison kazanacak gibi görünmüş. Fakat Orta Doğu ve başka yerlerde ucuz petrol yataklarının bulunmasının ardından piller benzinin olağanüstü başarısına yetişemeyince zafer Ford'un olmuş. Zaten ondan sonra dünya bir daha eskisi gibi olmadı. Ama şimdi gidişat yine değişmekte. Belki de aradan bir asır geçmesine rağmen asıl kazanan Edison olacak.

### **YAKIN GELECEK (günümüzden 2030'a kadar)**

**Solar/Hidrojen Ekonomi:** Petrolün yerini almaya en büyük aday, güneş, rüzgar, hidroelektrik ve hidrojen gibi yenilenebilir enerjilere dayanan solar/hidrojen enerji. Mevcut durumda, güneş pillerinin ürettiği elektriğin maliyeti kömürden elde edilen elektrikten birkaç kat fazla. Ancak devamlı artan teknolojik ilerlemeye bağlı olarak yenilenebilir enerjilerin maliyeti düşerken, fosil yakıtların fiyatları ağır yükselişini sürdürmekte. 10-15 yıl içinde çakıştıklarında gerisini piyasa güçleri halledecek. Kısa vadede galip gelenler rüzgar gibi yenilenebilir enerjiler. Eskiden ufak oyuncu olarak görülen rüzgar enerjisi giderek önem kazanmakta. Her geçen gün artan verimlilik ve üretimle enerji piyasasının en hızlı büyüyen sektörü. Dünya çapında 2000'de 17 milyar vat olan kapasite 2008'de 121 milyar vata çıktı. Çevreyi kirletmeyen ve güvenli olan rüzgar türbinlerinin teki, 5 megavat elektrik üretebiliyor yani bir tanesi bir köye yeter. 100 tanesinden oluşan büyük bir rüzgar enerjisi santrali (RES) 500 megavat elektrik üretir ve bu bir termik santrale veya nükleer santralin ürettiği 1000 megavatla kıyaslanabilir. Geçtiğimiz on yıllarda rüzgar enerjisinde dünya lideri olan Avrupa şimdi ABD'nin gerisinde kaldı. 2009'da ABD, 28 milyar vat rüzgar enerjisi üretti. Bunun 8 milyarını tek başına üreten Teksas eyaletinin hedefi, yeni RES'ler kurup 50 milyar vatla 24 milyonluk eyalet nüfusunun ihtiyacını fazlasıyla karşılamak. Çin'e bakarsak yakında ABD'yi geçer. 127 milyar vatlık kapasiteye sahip altı RES kurmakta. Gelecekte iyice artacak olan rüzgar enerjisinin dezavantajı sadece bazı bölgelere uygun oluşu ve elektrik aktarımındaki kayıplar yüzünden RES'lerin şehirlere yakına kurulması zorunluluğu.

Aslında tüm enerjinin kaynağı güneştir. Petrol ve kömür bile milyonlarca yıl önce fosilleşen, konsantre güneş ışınlarından ibaret. Bu yüzden bir galon benzinde bulunan konsantre enerji, pile doldurulabilecek enerjiden kat be kat fazla. Halen, bir asır önce Edison'un önüne çıkan temel sorunla karşı karşıyayız. Güneş ışınlarını doğrudan elektriğe çeviren güneş pillerinin verim oranı %15 civarında. Bunu çözmek için güneş pillerinin etkinliğini arttırıp imalat ve kurulum maliyetini düşürmeye çalışılmakta. Mesela tüm Arizona'yı güneş panelleriyle kaplamak ABD'nin toplam elektrik ihtiyacını karşılar ancak bu pratik bir çözüm olmaz. Lakin, Avrupalıların elektrik ihtiyacını karşılamak için aniden yatırımcıların ilgi odağı olan Sahra çölündeki büyük arazilere devasa güneş panelleri kurulmakta. Esasında şehirlerde güneş enerjisinin maliyetini düşürmek için çatılar panellerle kaplanabilir. Bu aktarımdaki kayıpların önlenmesi açısından da avantajlı. Fakat bu teşebbüsün karlı olması için masrafları kısmak gerek. Şu anki durumda güneş enerjisi, henüz vadettiği düzeye ulaşmamış olsa da petrol fiyatlarındaki istikrarsızlık yüzünden piyasaya girmeyi başardı. Solar elektrik üretimi her yıl %45 artmakta. Kesin olan şu ki, güneş enerjisini fosil yakıtlara rakip olarak gören büyük solar enerji firmaları ve yatırımlar sayesinde, solar ekonomi piyasası giderek büyümekte.

**Elektrikli ve Yakıt pilli Arabalar:** Petrolün yarısı kara ve havayolu taşıtlarında kullanıldığından, bu sektörün yenilenmesi için muazzam bir çaba sarfedilmekte. Gelecekte otomotiv dünyasında kimin baskın çıkacağına yönelik bir yarış var. Fosil yakıtlardan elektriğe geçiş tarihi bir süreç ve birkaç kademedede gerçekleşecek. Bunlardan ilki, hali hazırda piyasada bulunan ve elektrikle benzini birlikte kullanan hibrit arabalar. Uzun mesafelere dayanacak ve anında süratlenmeyi sağlayabilecek pillerin üretimi külfetli olduğundan bu tasarımda, ufak bir içten yanmalı motora elektrikle şarj edilen piller eşlik etmekte. Mesela hibrit yarışında öne çıkan GM'in *Chevy Volt* modeli, 40 mil menzilli lityum-iyon pili ve 300 millik benzin motoruna sahip. Benzin motoru bulunmayan *Tesla Roadster* ise Kuzey Amerika'da seri üretilen tek elektrikli araba. Üstelik daha önce otomotiv sanayiyle uzaktan yakından ilgisi olmayan Silikon Vadisi şirketlerinden *Tesla Motors*'un imalatı. Güçlü pilleri sayesinde benzinli arabalardan aşağı kalır hiçbir tarafı yok. Test sürüşü yaptığımdan biliyorum, gaza bastığım an yerinden fırlayarak sadece 3.9 saniyede saatte 100 km.'ye çıktı. *Tesla*'nın başarılı pazarlaması, on yıllardır elektrikli arabayı hor gören klasik otomotivcileri, kolları sıvamaya zorladı. *Toyota* ve *GM* mühendisleri, lityum-iyon teknolojisine daha yıllar var derken bir de baktılar ki, yepyeni bir şirketin ürünü olan *Tesla* almış başını gidiyor. *Nissan* da *Leaf* adlı, 160 km. menzile sahip tümüyle elektrikli arabasını ortalama tüketiciye sunmak üzere. *Honda* ise geleceğin arabası olarak lanse edilen yakıt piliyle çalışan *FCX Clarity* modelini 2008'de ticari olarak piyasaya sundu. Ancak yakıt olarak yalnızca hidrojen kullanan bu araba, hidrojen altyapısı henüz her yerde olmadığı için sadece Güney Kaliforniya'da kullanılabilir. Ayrıca *FC Sport* modeli de mevcut. İflastan dönen *GM*, 2009'da *Chevy Equinox* adlı yakıt pilli modelini tanıttı. Ufak arabalar ve hibrit piyasasında daima Japonya'nın gerisinde kalmış olan *Detroit* otomotiv endüstrisi geleceğe yatırım yapma gayretinde.

Görünüşte yakıt pilli araba, mükemmel otomobilin ta kendisi. Hidrojenle oksijeni birleştirerek elektrik enerjisine dönüştürüyor ve atık olarak geriye sadece renksiz kokusuz birkaç damla su kalıyor. Yakıt pili teknolojisi yeni değil. Temeli 1839'lara dayanan bu teknoloji *NASA* tarafından

uzay araçlarında kullanılmakta. Asıl yeni olan otomobil imalatçılarının üretimi arttırıp maliyeti düşürme kararlılığı. Yakıt pillerini 275 km.'de bir doldurmak gerekmesi bir dezavantaj ama teknoloji ilerledikçe bu pürüzler de halledilecek. Hidrojeni yakıt olarak kullanmanın tehlikelerine ve her köşe başına hidrojen pompası yerleştirmek gerekeceğine dayanan eleştiriler var. Ford da ilk benzinli modelini piyasaya sürdüğünde benzer eleştiriler almıştı. Ancak trafik kazalarındaki artışa rağmen kimse arabasından vazgeçmedi. Yakıt pilli araçlar için de benzer şekilde, hidrojen altyapısı kurulduğunda insanlar havayı kirletmeyen bu otomobilleri o kadar kullanışlı bulacak ki, bu olumsuz taraflarını görmezden gelecek. Sonuçta yakıt pilli arabaların fiyatı seri üretimle düşmeye başladıkça benzinli arabalar yerini yeni nesil otomobillere bırakacak. Yine de dumansız bir gelecek vadetmelerine karşın elektrikli ve yakıt pilli arabalar elektrik enerjisine muhtaç. Elektrik de çoğunlukla kömürle çalışan santrallerden elde edilmekte. Demek ki, benzinden elektriğe geçiş sırasında termik santrallerin yerine geçecek yepyeni bir enerji türü bulmamız şart.

**Nükleer Filyon:** Enerji üretmenin bir yolu da uranyum atomunun parçalanarak büyük bir enerji ortaya çıkarılmasını sağlayan filyon. Nükleer enerjinin avantajı bol miktarda sera gazı oluşturmaması ama teknik ve politik dezavantajları nedeniyle nükleer enerjinin önü tıkalı. Ticari anlamda nükleer enerjinin belini büken olaylardan ilki, 1979'da ABD'de yaşanan ama ucuz atlatılan kaza, ikincisiyse 1986'da meydana gelen ve tam bir felakete dönüşen Çernobil faciası. ABD ve Avrupa'da durdurulan nükleer enerji projeleri Fransa, Japonya ve Rusya'da devlet ödenekleriyle ite kaka devam etmekte. Nükleer enerjinin sorunu, on milyonlarca yıl radyasyon yaymaya devam eden aşırı miktarda nükleer atık yaratması. 1000 megavatlık tipik bir nükleer santralden çıkan yüksek düzeyde radyoaktif atık bir yılda 30 tona ulaşmakta. Nükleer santraller iki sebepten ötürü büyük sorun teşkil etmekte. İlki, reaktör kapatılsa bile sıcak kalması. Soğutucularda meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık durumunda çekirdeğin erimeye başlaması ve suyla teması halinde patlayıp tonlarca radyoaktif maddeyi havaya salması. Nükleer kaza olması durumunda, insanların hemen santralden 80 km. uzağa tahliye edilmesi gerekli. Yerleşim yerlerine yakın bir reaktörün yol açabileceği maddi hasarsa yüz milyarlarca dolar olarak hesaplanmakta. Kiev'in hemen dışındaki Çernobil'de yaşananlar, nükleer enerji santrallerinde nelerin kötü gidebileceğine feci bir örnek. Havaya karışan radyoaktif maddeler Avrupa ve Asya'yı da etkileyerek can kayıplarına, kanser vakalarına ve diğer sağlık sorunlarına yol açtı. Üzerine çaresizce beton dökülmüş olmasına rağmen, reaktörün çekirdeği ısı ve radyasyon yaymaya devam ediyor. İkincisi, nükleer atıkların bertaraf edilmesinin imkansız oluşu. Atom çağına gireli 50 yıl oldu ama hala nükleer atıkları ne yapacağımızı bilemiyoruz. Bu konuda geçmişte maliyeti yüksek hatalar yapıldı. ABD ve Rusya, nükleer atıklarını denize döküverdi veya çukurlara gömdü. Hatta Ural Dağları'nda bu çukurlardan biri patladı ve 1000 km.lik bir alanın tahliyesine mecbur kalınmasının yanında radyolojik zarar meydana geldi. ABD'nin 9 milyar dolar ayırıp Yucca dağlarına kurduğu atık bertaraf merkezi de Obama tarafından bilimsel verilere dayanarak iptal edildi. Bu durum nükleer santral işletmecilerini devamlı bir atık bertaraf tesisinden mahrum etti. Şu anda nükleer enerjinin geleceği belirsiz. Nükleer Sanayi, yeni nesil tesislerin eskisinden daha güvenli

olduğunu iddia etse de borsa, yeni kurulacak santrallere birkaç milyon dolar yatırmakta çekingenliği korumakta.

**Nükleer Gücün Yayılması:** Elbette, büyük güç beraberinde büyük tehlike getirir. Günümüzün sorunu, ülkeler arasındaki kıskançlık ve nefretin nükleer bir savaş başlatma potansiyeli. II.Dünya Savaşı'nda ticari açıdan nükleer teknolojide ustalaşmış bir ulusun, siyasi iradesi ve isteği varsa nükleer silaha geçiş yapabildiğine tanık olduk. Şu anki tehdit, nükleer silah teknolojisinin dünyanın en istikrarsız bölgelerine yayılıyor olmasında. Eskiden yalnızca büyük devletlerin atom bombası yapabilecek kaynağı ve bilgisi vardı. Ancak gelecekte yeni teknolojilerin geliştirilmesi, uranyum zenginleştirmenin maliyetini düşüreceğinden atom bombası yapmak ne yapacağı belli olmayan ülkeler için de kolaylaşabilir. II.Dünya Savaşı sırasında sadece süpergüçlerin aşırı miktarda elektrik enerjisi harcayarak becerebildiği gazlı difüzyon yerine ikinci nesil nükleer tesisler, uranyumu zenginleştirmek için %50 daha az enerji harcayan ve daha ucuz bir yöntem olan ultrasantrifüjü kullanmakta. Bu dünya siyasetinde önemli bir değişim yaratmış durumda. Şu anda dünyada saflaştırılan uranyumun %33'ü gazlı difüzyon yöntemiyle %54'ü ultrasantrifüjle elde edilmekte. 1975'te Avrupalı bir şirkete çalışan bir mühendis ultrasantrifüj ve atom bombası bileşenleriyle ilgili gizli planları çalarak Pakistan devletine ilettiler. Bunları aynı zamanda Saddam Hüseyin'e, İran, Kuzey Kore ve Libya'ya da sattığından şüphe edildi. Bunları kullanarak Pakistan ufak miktarda nükleer silah yapıp 1998'de denemelere başlayınca komşusu Hindistan da coştular. İki ülke arasında süregelen nükleer rekabet neredeyse atom bombalarını kullanıldığı bir savaş başlatacaktı. Öte yandan İran nükleer programını hızlandırdı. 2010'a kadar 8000 adet olarak planladığı ultrasantrifüjlerden ileride 30 bin daha kurmak niyetinde. Bu diğer Orta Doğu ülkeleri üzerinde kendi atom bombalarını üretmeye yönelik baskı oluşturmakta ve bu durum mevcut istikrarsızlığı iyice arttırmakta.

21.yy jeopolitiğinin değişme olasılığının başka bir nedeni de yeni nesil, hem de muhtemelen daha masrafsız olacak uranyumu lazerle zenginleştirme teknolojisinin devreye girmesi. Bu teknolojinin ticari pazarı olacağını farkederek Avusturyalı Silex firması, General Electric ile kontrat imzaladı bile. 2008'de GE Hitachi Nükleer Enerji, ilk lazerle zenginleştirme tesisini 2012'ye kadar ABD'de kuracağını açıkladı. Nükleer enerji sektörü için bunlar iyi haber, ama bu teknolojinin dünyanın diğer ülkelerinde de yaygınlaşması an meselesi. Zenginleştirilmiş uranyumun dolaşımını engelleyecek, düzenleyecek uluslararası anlaşmalar imzalanması lazım. Bu teknolojiyi kontrol edemediğimiz takdirde atom bombası yayılmaya devam edecek. Hatta, giderek boyutu küçülen bu teknoloji belki de teröristlerin eline geçecek.

### **YÜZYIL ORTASI (2030'dan 2050'ye kadar)**

**Küresel Isınma:** Asrın ortasına geldiğimizde fosil yakıt ekonomisinin sonuçları, büsbütün karşımızda olacak ve küresel ısınmanın en yoğun dönemi yaşanacak. Dünyanın ısısı günden güne yükselmekte ve bu giderek hızlanmakta. Buzulların kalınlığı, sadece 50 yıl içinde %50 azaldı. Kutupları kaplayan buzullar yüzyıl sonuna doğru tamamen yok olabilir. Okyanus akıntıları ve hava akımları bundan fazlasıyla etkilenerek iklimin tamamen bozulmasına yol açabilir. Antarktika'da eriyen buz kütleleri, deniz suyu seviyesini etkilemekte. Dünya çapında

deniz seviyelerinin 2100'e kadar 1 ila 2 m. yükselmesiyle kıyılar şekil değiştirecek. 1700'lerin sonunda tutulmaya başlayan ısı kayıtları 1995, 2005 ve 2010'un kayıtlara geçmiş en sıcak yıllar olduğunu ve 2000 ile 2010 arasının en sıcak on yıl olduğunu göstermekte. 100 bin yıldır en yüksek seviyeye ulaşan karbon dioksit oranları her gün daha çok artmakta. Dünya ısındıkça tropik hastalıklar da kuzeye doğru taşınmakta. Sıtma gibi birçok hastalığın kuzeye yayılabileceğinden endişe ediliyor. Bunun sebebi de hastalık taşıyan sineklerin çoğunun yumurtalarının donlarda ölmesi gerekirken kısalan kış mevsimi nedeniyle çoğalmaları ve kuzeye göç etmeleri.

Bilim dünyası, İklim Değişikliğinin insan faaliyetlerinden kaynaklandığından emin. Bilgisayar canlandırmaları o denli geliştirdi ki, insan uygarlığı faktörünü denklemden çıkarıp dünyanın ısınıp ısınmadığını ölçmek mümkün. Ayrıca buzul araştırmaları gösteriyor ki iklim değişimi doğal bir ısınmanın sonucu değil. Yani, nedeni kesin biziz. Bunun doğal bir döngü olduğu iddiası, bu değişim bin yıla yayıldığı takdirde mantıklı ancak burada bahsettiğimiz sadece bir yüzyılda meydana gelen feci süratli bir değişim. Küresel ısınma, bilhassa petrol ve kömür kaynaklı CO<sub>2</sub> oranının artışına bağlı. Güneş ışınları CO<sub>2</sub> moleküllerinden kolayca geçip yeryüzünü ısıttıkça kızıl ötesi radyasyon oluşur ancak çağımızda insan etkisiyle yoğunlaşan CO<sub>2</sub> oranı bu ısının geri çıkışına engel. Dolayısıyla güneş ışınlarından gelen enerji uzaya geri dönemeden atmosferde sıkışıp kalmakta. Seralarda ve arabalarda güneşin içeriye ısıtıp camdan dışarı kaçamamasıyla aynı etki olduğundan bu duruma sera gazı etkisi denmekte. Son yüzyılda ürettiğimiz CO<sub>2</sub> miktarı kaygı verici biçimde arttı. Sanayi Devriminden önce milyonda 270 birimken bugün 387 ppm. 1900'lerde akaryakıt kullanımı 150 milyon varilken, 2000'de 28 milyar varile çıktı. 2008'de fosil yakıtlar ve ormansızlaştırma nedeniyle atmosfere saldıığımız CO<sub>2</sub> 9,4 milyar tona ulaştı. Bunun yalnızca yarısı denizler, toprak ve bitkilerle geri dönüşüme girmekte, kalan çoğunluğu ise havada asılı kalıp uzun yıllar boyunca dünyayı ısıtmaya devam edecek.

Maalesef CO<sub>2</sub> salınımını bugün durdurabilirsek bile, şu ana kadar atmosfere salınmış bulunan gaz on yıllar boyunca daha küresel ısınmanın sürmesine yeter. Demek ki yüzyıl ortasında durum içler acısı olacak. Bilim insanları kıyı şeridinin tamamen değişeceğini ve bazı kıyı şehirlerinin yok olacağını öngörmekte. Yönetimlerin hangi şehirlerin kurtarılmaya değeceğini, hangilerinin gözden çıkarılabileceğine karar vermesi gerekecek. Bazı yerleşimleri büyük bentlerle sular altında kalmaktan kurtarmak mümkün olabilir fakat umutsuz olanları boşaltmak zorunda kalan insanların göçü ayrı bir sorun olacak. Bazı şehirler kurtarılsa bile büyük fırtınalarda altyapı sorunlarının oluşması ve hayatın felç olması mümkün. Yüksek nüfuslu ticaret merkezlerinin genelde kıyılarda oluşu küresel ekonomiyi fena etkileyecek. Zaten düzenli olarak sel basan Bangladeş'in durumu en kötüsü. Hem nüfusu yoğun hem de fakir bir ülke. Vietnam da bu açıdan oldukça hassas. Ekili alanların yok olması söz konusu. En berbat senaryoda, küresel ısınma nedeniyle dünya kaosa sürüklenebilir. Sınırlara dayanan milyonlarca mültecinin hükümetlerin yetkisini yitirmesine ve çöküşüne neden olmasıyla yağma, isyan ve kargaşa baş gösterebilir. Böyle bir durumda, bazı ülkeler son çare olarak nükleer silahlara başvurabilir. Pakistan, Hindistan ve Çin'in ortak sınırlarına yığılmış mültecilerle başa çıkmaya çalıştığını düşünün. En kritik noktanın Hindistan ve Bangladeş sınırı olacağına şüphe



yok. Küresel ısınma kaynaklı büyük bir krizde 160 milyon Bangladeşli yerinden olup tarihin en büyük göçüne mecbur kalabilir.

Aslında dönüşü olmayan noktaya henüz gelmedik ama bir an önce bir şeyler yapılmazsa sonumuz vahim. Sera gazı etkisini kontrol etmek teknik olarak mümkün ancak bu büyük ölçüde ekonomik ve politik bir mesele. Küresel ısınma sorununu halletme isteksizliğinin nedeni, çözümün ekonomik faaliyetlerle çatışmasından ibaret. Karbon dioksit salınımı ekonomik faaliyetle ve dolayısıyla refahla bire bir örtüşmekte ve CO<sub>2</sub> salınımının %25'i ABD'den çıkmakta. Aynı zamanda ekonomik faaliyetin de %25'ine sahip. Çin'in 2009'da CO<sub>2</sub> salınımında ABD'yi geçmesinin ana nedeni de ekonomisinde patlama yaşaması. Bilim, bu soruna olası teknik çözümler sunmasına karşın siyasetçilerin bu planları finanse etmeye pek niyeti yok gibi. Ama küresel ısınma yakında öyle acıklı ve yıkıcı bir raddeye gelecek ki çözümlerden bazısını uygulamaya mecbur kalacaklar. Önümüzdeki birkaç on yıl en kritik dönem. Yüzyıl ortasına geldiğimizde hidrojen çağına girmiş olacağız ve füzyon, güneş ve yenilenebilir enerjiler sayesinde fosil yakıtlara bu denli bağımlı olmayan bir ekonomiye sahip olacağız. Hidrojen teknolojisindeki ilerlemelerle piyasa güçleri beraber küresel ısınmaya karşı uzun vadeli bir çözüm üretecek. Tehlikeli dönem, hidrojen çağına geçmeden önceki evre yani içinde bulunduğumuz zaman. Yeni enerji teknolojilerinin hepsi maliyet engeliyle karşılaştığı ve kısa vadede enerji elde etmenin en ucuz yolu fosil yakıtlar olduğu için, küresel ısınma önümüzdeki on yıllarda da tehdit oluşturmaya devam edecek.

**Füzyon:** Asrın ortasında her şeyi toptan değiştirecek ve sorunlarımızın kalıcı çözümü olacak füzyonu başararak yeni bir enerji kaynağı yaratabiliriz. Nükleer parçalanmaya dayalı fisyonun tersine, hidrojen atomlarının ergimesiyle çekirdek tepkimesine bağlı olarak çok büyük enerji açığa çıkaran bir yöntem olan füzyon, çok daha az atık üretir. Aslında füzyon özünde hidrojen atomunun içine hapsolmuş güneşin nükleer enerjisini yani evrenin enerji kaynağını serbest bırakmak. Bu yüzden füzyon enerjisinde ustalaşmak sınırsız enerji elde etmek demek. Üstelik füzyon santrallerinde kullanılacak yakıt deniz suyu. Füzyonla açığa çıkan enerji, benzine kıyasla 10 milyon kat daha fazla. Yani 4 litrelik bir sürahi suyun özünde saklı olan enerji, 500 bin varil petrole eşit. Aslında doğanın evrene enerji sağlamak için seçtiği yol olan füzyon, yıldızları oluşturan ve aydınlanmalarını sağlayan şey. Yerçekimiyle giderek sıkışan hidrojen yönünden zengin gaz küresi yüksek ısıya gelinceye kadar ısınınca hidrojen çekirdekleri birbirine çarparak helyumu oluşturana dek ergimeye girer. Bu süreçte engin bir enerji açığa çıkarak gazın patlamasına neden olur. Mantığı, belli yoğunluktaki hidrojen gazının belli bir süre belli bir ısıda sıkışması. Dolayısıyla füzyon tepkimesi, bu üç koşulun oluşmasına bağlı. Bunu becermek çok zor olduğu için daha önceki denemeler hep başarısızlıkla sonuçlanınca kamuoyu, bilimin söz verip bir türlü gerçekleştiremediği füzyon enerjisi iddialarına karşı müstehzi bir tavır takındı. Fakat bilim insanları 2030'dan itibaren füzyona hakim olacağımıza inanmakta. Sıcak füzyonun çalışacağı kesin ancak ekonomik olarak pratik mi sorusunun cevabı henüz muğlak. Çok daha masrafsız olan soğuk füzyona yönelik çalışmalar sürmekte ama kesin ve tekrar edilebilir sonuçlar alınmış değil. Lazerle Füzyon, Manyetik Alanda Füzyon gibi yöntemler beklendiği kadar başarılı olursa birkaç yıl içinde her şey değişebilir. ABD, NIF projesiyle lazerle füzyon makinesini geliştirirken, Avrupalı uluslarla birlikte ABD ve Japonya'nın da desteklediği

Fransa'daki Uluslararası Termonükleer Deneysel Reaktörü (ITER) manyetik alanda hidrojen gazı sıkıştırma üzerine denemeler yapmakta. Bunlar sadece bilimsel projeler ama füzyonla elektrik üretimini becerirlerse işin ikinci adımı olan ticari olarak enerji üretimiyle ilgili de yüzyıl ortasına yönelik zemin hazırlanmakta. Her şey yolunda giderse ticari tasarıma sahip DEMO füzyon reaktörünün 2 milyar vat enerji üretmesi bekleniyor. Eğer düzgün biçimde gerçekleşirse bu teknoloji hızla ticarileşecektir. Fakat hepsinden önce, kapsamlı maddi destek alan projelerin dışında başka önerilerin de gerçekleşmesi mümkün. Çünkü füzyon uzun süredir denenilen ve detaylı olarak bilinen bir süreç. Girişimci fizikçi ve mühendislerin füzyona yönelik yeni bir buluş için şanslarını deneyeceğine şüphe yok.

### **UZAK GELECEK (2070-2100)**

**Manyetizm Çağı:** Elektronların kolayca yönlendirilebilmesi radyo, televizyon, bilgisayar, lazer gibi yepyeni teknolojilere yol açarak geçtiğimiz asrın elektrik çağı olmasını sağladı. Büyük ihtimalle fizikçiler, yüzyıl sonuna doğru manyetizm teknolojisinin anahtarı olan oda ısısında işleyen süperiletkenler bulmuş olacak ve böylece manyetizm çağına gireceğiz. Unutmayalım ki; arabalarımızda kullandığımız benzinin çoğunu sürtünmeyle baş etmeye harcıyoruz. Manyetik taşıtlarla sürtünme sorunu ortadan kalkacak. Oda ısısındaki süperiletkenler yeni bir sanayi devrimi başlatabilecek nitelikte bir buluş çünkü kalıcı ve çok güçlü manyetik alanlar oluşturabilirler. Elektrik aktarımında %30'a varan kayıpları ve kablolardaki atık miktarını indirgeyerek enerji maliyetini düşürecek ve küresel ısınma üzerinde olumlu etkisi olacak. Karbon salınımı enerji tüketimiyle doğrudan ilişkili olduğundan ve enerjinin çoğu sürtünmeyi gidermeye harcadığından manyetizm çağı enerji tüketimini ve karbon salınımını kalıcı biçimde azaltabilecek. Süperiletkenlerin meydana getirdiği süper mıknatıslar sayesinde, daha fazla enerji gerekmeden, trenleri ve arabaları sürtünme olmaksızın yerden yüksekte süzülerek yol almalarını sağlamak olası. Bu uçan araba ve trenler, manyetik raylar veya asfalt yerine süperiletkenlerden yapılmış yollar üzerinde hareket edebilir. Bazı ülkeler, oda ısısındaki süperiletkenler olmadan bile, mıknatıslı raylar üzerinde ilerleyen manyetik kaldıraçlı trenleri (maglev) hayata geçirmiş durumda. Almanya, Japonya ve Çin bu teknolojinin liderleri. İlk ticari maglev tren, 1984'de İngiltere'de Birmingham havaalanı ve tren garı arasında kuruldu. Fakat maglev trenlerin yüksek maliyeti tüm dünyaya yayılmasına engel. Süperiletkenler bunu değiştirebilir. Manyetik bir devrim, demiryollarını tekrar canlandırarak uçakların yarattığı sera gazı salınımı da azaltabilir.

**Göklerden Gelen Enerji:** Asrın sonuna gelindiğinde enerji üretiminde başka bir olasılık, dünyanın yörüngesine yerleştirilen yüzlerce uydunun güneşin yaydığı enerjiyi emerek yeryüzüne mikrodalga radyasyon biçiminde aktarmasına dayalı uzay solar enerji teknolojisi. Enerjiyi doğrudan güneşten toplamanın önünde fizik kuralları açısından hiçbir engel yok ama mühendislik ve işin maliyeti açısından sorun büyük. NASA, 1995-2003 arasında bu teknolojiye yönelik küçük ölçekli çalışmaları finanse etti. Teknolojinin ve ekonominin bu projeyi gerçeğe dönüştürmesi an meselesi. Japonya Ticaret Bakanlığı, 2009'da güneş enerjisi toplayacak bir uydu sisteminin fizibilitesini çıkaracağını açıkladı. 2015'te gönderilecek deneme uydusunun sonucunda yeşil ışık yanarsa, Mitsubishi Elektrik ve diğer Japon firmaları 10 milyar dolarlık bir

programla uzayda milyarlarca vat enerji üretecek bir güneş enerjisi tesisi kurmak için birleşecek. Ancak asıl sorun, uyduları yerleştirecek roketlerin tutarı. Benzer şekilde aya tekrar gitmeyi ve Mars'ı keşfetmeyi de önleyen roket fırlatmanın maliyeti düşmedikçe bu teknolojinin gerçekleşmesi de imkansız.

## VI. Bölüm: UZAY YOLCULUĞU

*Kozmik okyanusun kıyılarında yeterince oyalandık. Yıldızlara yelken açmaya hazırız artık.*

*Carl Sagan*

2100'e gelindiğinde insanlık yeni bir çağın eşiğinde olacak. Uzayı keşfetmeye başlayıp yıldızlara erişeceğiz. Bu yüzyıl robotlarla uzay keşfine başlanıp dünya benzeri gezegenler bulmaya, Jüpiter'in uydularını keşfetmeye hatta Büyük Patlama'nın olduğu anların fotoğrafını çekmemize tanık olacak. Şimdiye kadar uzay çalışmalarının en büyük başarılarından biri insanlığın ufkunu genişleten robotik uzay keşfi oldu. Güçlü teleskoplarla yeni yıldız sistemleri ve gezegenler belirlemeye başladık. 2009'da Kepler Misyonu teleskobuyla, 2006'da COROT uydusunun fırlatılmasıyla binlerce yıldızın ve gezegenin taranmasına başlandı. Dünya benzeri gezegenler bulunduğu yapıları analiz edilip su bulundurup bulundurmadıkları anlaşılabilir. Hayatın kaynağı ve evrenin belki de en değerli maddesi olan suya rastlandığında evrendeki yaşamı algılayışımız değişebilir. Daha gelişmiş uzay araçlarıyla dünya benzeri gezegenleri inceleyip zeki yaşam türlerinden radyo sinyalleri olup olmadığına bakabileceğiz. Tabii, uzay yolculuğunun çok masraflı olduğunu aklımızdan çıkarmayalım. Robotlarla, uydularla uzay keşfi yapmak bile çok maliyetliken içinde insan bulunan bir uzay aracını göndermek fazlasıyla masraflı. Örneklesek, yarım kiloluk herhangi bir şeyi sadece dünyanın yörüngesine yaklaştırmak bile 10 bin\$. İnsanın aya gönderilmesi 100 bin; Mars'a ise 1 milyon \$ tutarında. Kabaca ağırlığınca elmasa denk. Üstelik roketin kendi yakıtını da taşıması gerek bu da ağırlığını iki katına çıkartmakta. Buna bir de insan taşıyacak olduğunda geri dönüş masrafını eklemek lazım. ABD'de sırf Sovyetlerle rekabet adına uzay yolculuğunun gerçek maliyeti gizlendi. Milli gurur tehlikede diye bir şekilde halledildi ama süpergüçler bile daha fazlasını karşılayamazdı. Yine aynı sorunla karşı karşıyayız: mühendislik ve fizik açısından güneş sistemini keşfetmemize engel hiç bir şey yok ama aşırı maliyetli.

Büyük mali krizle birlikte uzay misyonlarına ayrılan ödenekler de azaldığı için bir anlamda NASA'nın eli kolu bağlandı. Fakat bu insanlı uzay araçları programını iptal eden Obama'nın istediği gibi özel şirketlerin roket üretmeye başlamasına yol açabilir. Ayrıca ileride ekonomi düzeldiğinde Amerikan hükümeti yeniden gözünü aya dikebilir. Ayda yeraltına veya üstüne uluslararası bir uzay üssü kurulabilir. 2010'da ayın iç katmanlarının su içerdiğinin açıklanmasıyla bunun gerçekleşmesi daha olası bir hal aldı. Çünkü bu, gelecekte astronotların yeraltı buzullarındaki hidrojeni roket yakıtı olarak; oksijeni ayrıştırarak solunum için, eriyiğini de içme suyu olarak kullanabilecekleri anlamına geldiğinden yüz milyonlarca dolar tasarruf demek.

Güneş sistemindeki gezegenlerden dünyaya en benzeyeni Mars. Ancak donuk bir çölden ibaret. Yeraltı sularında mikroorganizmalar halen var olabilir ama Mars'ta bildiğimiz anlamda canlı türlerinin olması imkansız. Aya ulaşmak 3 gün sürerken Mars'a ulaşmak 6 ayla 1 yıl arasında

değişebilir. Yüzyıl ortasında diyelim ki Mars'a astronotlar gönderdik ve ilkel de olsa bir üs kuruldu. Gezegende yaşanabilir bir ortam oluşturma sürecine ancak 22.asırda başlanabilir. Ay ve Mars'ta hava, sıvı halinde su veya verimli toprak bulunmadığından burada kurulacak kolonilerin ekonomik getirisi olacağı fikrine kapılmamak gerek. Ayrıca bu üslerin, en azından yakın dönemde askeri açıdan pek bir değeri olduğu söylenemez. Eğer bir gün bu kolonilerde maden aranırsa bu orada kullanılması için olacak çünkü bunları dünyaya getirmeye kalkmak astarının yüzünden pahalıya çıkması demek.

Sivillerin turist olarak uzaya gidişiyse yüzyıl ortasında mümkün olabilecek gibi görünmekte. NASA'yı israf ve bürokrasi nedeniyle maliyetleri yüksek tutmakla eleştiren bazı girişimciler, piyasa güçlerinden yararlanarak uzay yolculuğunun fiyatının indirilebileceği iddiasında. Microsoft milyarderi Paul Allen'ın desteğiyle Burt Rutan 24 milyon dolara geliştirdiği başarıya ulaşan roket projesiyle 10 milyon dolarlık ödül kazandı. Şimdi de ticari uzay uçuşlarını hayata geçirmek için denemelere başlamak niyetinde. İlk turistik uzay seyahati şirketi olacak Virgin Atlantic'i kuran Milyarder Richard Branson, bu roketlerden 5 tane ismarladı bile. Uzay gezisine 200 bin dolar verecek uzun bir yolcu listesi de hazır. Başarılı olursa, bedeli on kat ucuzlatabilir. 2010'da Boeing Şirketi de 2015'ten itibaren uzaya turist götürme planını açıkladı. Yine de uzay yolculuğu yakın gelecekte hali vakti hayli yerinde olanların lüksü olacak. Uzay yolculuğunun maliyeti hem ticari hem bilimsel açıdan ilerlemeyi önlediğinden, asrın ortasına gelindiğinde uzmanların yeni roket teknolojileri geliştirerek masrafları düşüreceği tahmin dahilinde. Lazer sürmeli veya elektromanyetik sistemlerle roket fırlatılması gibi yöntemler üzerine çalışılmakta. Elbette prototiplerin geliştirilmesi için kamu veya özel şirketlerin maddi desteğine ihtiyaç var. Yüzyıl sonuna gelindiğinde, nanoteknoloji hep hayali kurulan uzay asansörünün hayata geçmesini de mümkün kılabilir. Güneş yelkeni, nükleer roket, dinamik basınçlı ramjet füzyon veya nanogemiler gibi teknolojileri geliştirerek uzay gemileri yapmak da mümkün olabilir. 21.yy içinde dünya nüfusunun bir kısmının uzaydaki kolonilerde yaşaması gibi bir olasılık söz konusu değil. İnsanların çoğunluğu 2100'de ve ötesinde yeryüzünde yaşamaya devam edecek.

## **VII. Bölüm: Gelecekte Refah**

En çok merak edilen sorulara geelim: İnsan uygarlığı nasıl evrilecek? Bilim yaşantımızı, mesleklerimizi ve toplumu nasıl etkileyecek? Bilim gönencin kaynağı olduğuna göre medeniyetimizi ve refahı nasıl yeniden şekillendirecek? Geleceğin kazananları ve kaybedenleri kim olacak?

Yeryüzündeki uygarlıkların yükselişini ve çöküşünü inceleyince güçlü ordulara sahip olmanın her şeye yetmediği açıkça görülür. 1500'lerde dünyanın halini bir düşünün, sonunda dünyaya hakim olanın Avrupa uygarlığı olacağı kimin aklına gelirdi. Doğuda, kağıt, matbaa, barut, pusula vb. eşsiz tarihi icatları ve dünyadaki en iyi alimleriyle birlik beraberlik ve barış içindeki bin yıllık Çin medeniyeti; Güneyde Avrupa'yı istila etmesine ramak kalmış Osmanlı İmparatorluğu: cebiri bulan, optik ve fizik bilimlerinde ilerlemiş, yıldızlara isim vermiş büyük İslam uygarlığı; orduları karşısında durmanın imkansız olduğu, sanat ve bilimin geliştiği, bilimsel eğitimde dünyanın en müthiş merkezlerinden biri olan İstanbul'a sahip köklü bir medeniyet. Öbür tarafta ise Orta Çağdaki acınacak halleriyle Avrupa ülkeleri: köktendincilik ve

Engizisyonla kıvranan, Roma İmparatorluğunun yıkılışından beri bin yıldır çöküşte olan Batı Avrupa o kadar geri kalmıştır ki sahip olduğu bilgileri de kaybetmiş, onun yerini dini dogmalar almıştır. Bunlara karşı gelenler işkence ve ölümle cezalandırılmıştır. Üstelik sürekli birbirleriyle savaşmışlardır. Peki, buna rağmen sonuç ne oldu dersiniz? Çin ve Osmanlı'nın muhteşem imparatorlukları 500 yıl süren durgunluğa girerken, Avrupa beklenmedik bir şekilde bilim ve teknolojiyi kucakladı.

1405'ten başlayarak devasa bir donanma ile dünyayı keşfetmeye çıkan Çin, Güneydoğu Asya ve Afrika kıyılarını dolaştı. Madagaskar'a belki daha ötesine ulaştı. Dünyanın uzak köşelerinden bir sürü erzak, egzotik hayvan vs. getirdiler. Fakat bununla tatmin olmayıp keşif ilgisini yitiren Çin imparatorları donanmayı çürümeye terketti. Kabuğuna çekilen Çin, sonrasında hiç gelişemedi. Benzer bir tavır, Osmanlı'da da görüldü. Dünyanın bilinen kısmını fethettikten sonra içlerine kapanan Osmanlılar köktendencilığe gömülerek asırlar süren durgunluk dönemine girdi. İslam alimleri, Kur'an'ın bilgilen/öğren buyruğunu yalnızca din bilgisi anlamında yorumlayıp diğer tüm bilgiyi İslam-dışı addedince, Müslümanlar bilim, matematik, tıp ve dünyevi sayılan diğer alanlarla uğraşmaktan vazgeçip, bunun yerine İslam öğretisi, hukuku, tefsir ve dini pratikler üzerine tartışmayı yeğlediler. O sırada Avrupa'da yeni bir uyanış baş göstermekteydi. Ticaret ve matbaayla birlikte yeni ve devrimci fikirler ivme kazanarak Kilisenin gücünü ve bin yıllık baskısını zayıflatmaya başladı. Üniversiteler İncil tefsirini bir kenara bırakıp fizik, kimya ve diğer bilim dallarına yöneldi. Güçleri neredeyse birbirine eşit olduğundan sürekli savaştıkları halde bir türlü yenilemeyen Avrupa krallıklarının bilim ve mühendisliğe yatırım yapmasının bir nedeni de, hükümlerlerini genişletmek için yeni silahlar ve servetlerine servet katma hırsıydı. Bilim ve teknolojinin hızlı yükselişi kısa sürede Çin ve Osmanlı imparatorluklarının gücünü yitirmesine neden oldu. Asırlardır Doğuyla Batı arasında ticaret köprüsü olarak refaha eren Osmanlılar, Avrupalı denizcilerin keşfettiği yeni kıtalarla ve Orta Doğu'yu es geçip Afrika'yı dolaşarak ulaştıkları Doğu'yla ticaret yapmaları nedeniyle sarsıldı. Çin ise kendi icadı barut ve pusulayı kullanarak etrafını saran Avrupalı gambotları görünce ne yapacağını şaşırıldı.

Bu yüzden "ne oldu?" sorusunun cevabı net: Bilim ve teknoloji gelişti. Çünkü refahın itici gücü olan bilim-teknolojiyi önemseyip kendilerini geliştirenler daima kazanır. Elbette, insanlar bilim ve teknolojiyi umursamamakta özgür ama bu durumda kendileri kaybeder. Çünkü dini bir metin okunacak diye dünya duracak değil. Eğer, en yeni bilimsel ve teknolojik gelişmelere hakim olamazsan rakiplerin olur.

İlerleme için doğa kanunlarını kavramanın ne denli önemli olduğuna değinmiştik. Bu dört fizik kuvvetinin keşfiyle Avrupa'nın karanlık Ortaçağ'dan çıkıp köklü Doğu uygarlıklarını geride bırakması arasında sıkı bir bağ vardır. Feodalizmin çöküşü, tüccar sınıfının doğuşu ve Rönesans hareketiyle birlikte değişimin sosyal zemini hazırды. Ancak bu süreçte Batı'nın ilerlemesini sağlayan teknolojik etkenlerin etkisini göz ardı etmek imkansız. Özetleyecek olursak, yerçekimi kuvvetinin keşfiyle mekanik güçlerin anlaşılması buhar makinesinin icadını sağlayarak Sanayi Devriminin yolunu açtı. Ardından elektromanyetikten nasıl yararlanılabileceğinin anlaşılmasıyla Sanayi Devriminin ikinci bölümü sayılan Teknoloji Devrimi başladı. Sonunda

zayıf ve güçlü nükleer kuvvetlerin keşfi sayesinde etrafımızdaki her şey değişmekte. Bunlara bağlı olarak yine Batılı uzmanların geliştirdiği teknolojiler sayesinde, uzaydan bünyemize kadar evrenin işleyişini öğrenmemizi sağlayan aydınlatıcı bilgilere ulaşabiliyoruz. Üstelik nükleer kuvvetler atomun içine hapsolmuş sonsuz gücü yönettiğinden nihayetinde insanlığın kaderini de belirleyebilir. İnsanlığın önünde iki seçenek var: Ya gökleri aydınlatan enerji olan füzyonu çözerek dünya toplumu olarak refah içinde yaşayacağız ya da nükleer silahlarla dünyayı cehenneme çevirip kendi sonumuzu getireceğiz.

## **YAKIN GELECEK (günümüzden 2030'a)**

### **Teknolojinin Dört Evresi**

Toplumların kalkınmasını sağlayan teknolojiler dinamik ve değişkendir; doğar, gelişir yükselir ve çökerler. Gelecek teknolojilerin nasıl değişeceğini anlayabilmek için teknolojilerin belli evrim kurallarına nasıl uyduğuna bakmakta fayda var. Kitlesele teknolojiler genellikle dört evre geçirir. Bu aşamalar kağıt, şebeke suyu, elektrik ve bilgisayarların evriminde görülebilir. I. Evrede, teknolojik ürünler çok değerlidir ve çok iyi korunur. II. Evrede teknoloji çok sayıda üretilerek kişisel kullanıma girmeye başlar. III. Evrede ucuzlayarak herkesin ulaşabileceği hale gelir. IV. Evrede farklı çeşitleri ve uygulamaları çıkar, moda dönüşür. Bazı önemli icatlardan örneklersek: mesela kağıt ilk evresindeyken eski Mısır'da papirüsler rahiplerce korunur, Çin'de ise saray dışında kullanılmazdı. El yazmaları çok küçük bir azınlığın zimmetindeydi. İkinci evre, matbaanın bulunmasıyla çok sayıda insan kitap sahibi olabildi. Üçüncü evre, 1930'da kağıdın seri olarak üretilmeye başlamasıyla kağıt sıradanlaştı. Son evrede, artık duvar kağıdı modası bile mevcut. Eskiden el üstünde tutulan kağıt şimdi şehirselle atıkların başında gelmekte. Aynı süreç, şebeke suyu için de geçerli. Eskiden bir köyün tek bir kuyusu ya da çeşmesi varken, 1900'lerden itibaren yavaş yavaş evlere su tesisatı bağlanmaya başladı. Ardından şebeke suyu her yere ulaştı. Şimdiyse etrafımızı süsleyen türlü havuzlar, çeşmeler var. Elektrik de benzer aşamalardan geçti. İlk başta bir ampul paylaşılırken, sonrasında her sokak her ev aydınlandı. Günümüzde her çeşit aydınlatma mevcut ve etrafımız elektrikli aletlerle dolu, Hatta elektrik kesilmedikçe farkında bile değiliz. Demek ki, IV. Evreye girdiklerinde teknolojiler o kadar yaygın ve ucuz hale geliyor ki fazlasıyla tüketmeye başlıyoruz. Elektrik ve su tesisatında olduğu gibi harcanan miktarı ölçerek tükettiğimiz kadarını ödüyoruz.

Bilgisayarın evrimi de aynı yolu izlemekte. 50'lerde ilk çıktığında çok kıymetliyken, 80'lerden itibaren kişisel bilgisayarların piyasaya sürülmesiyle daha çok insanın ulaşabildiği bir hale geldi. III. evrede bilgisayarlar internete bağlanarak dünyayı birbirine bağlamakta. IV. evreye girdiğindeyse adeta ortadan kaybolup başka şekilleri moda olacak. Her tarafa bilgisayarlar yerleştireceğiz. Belki her şey kendinden çipli olacağı için bilgisayar sözcüğü bile dağarcığımızdan çıkacak. Gelecekte çöplerin büyük kısmını çipler oluşturacak. Sonunda çipler de kademeli olarak ortadan kalkacak ve hesaplamalar veri bulutları şeklinde havada dolaşacak Bilgisayar ve internet hala gelişmeyi sürdürmekte. Dolayısıyla buhar makinesi gibi bir asır daha el üstünde tutulmaya devam edecek. Lokomotif ve araba gibi aslında ikincisi ilkinin başka bir modeli denebilecek bazı teknolojilerin son aşamaya gelmeden öteki teknolojilerle birleşerek

gelişip etkinleştiğini görmek de mümkün. Dolayısıyla gelecekte içine çip takılan ürünlerin akıllı eşyalara dönüşeceğini de göreceğiz.

### **Patlayan balonlar ve Krizler**

2008 mali kriziyle birlikte kimi tüm bu ilerlemenin bir yanılsama olduğundan, kimi de sistemin temelinde bir arıza olduğundan dert yandı. Tarihsel sürece baktığımızda beklenmedik şekilde şişen balonlar ve patlamalarını rahatlıkla gözlemleyebiliriz. Kaderin cilvesiyle insan ahmaklığının yan ürünü gibi görünmekte. 2008 krizini inceleyen tarihçiler ve ekonomistler de insan doğası, açgözlülük, yozlaşma, mevzuat eksikliği, denetim zafiyeti gibi pek çok neden üstünde durdu. Oysa, bilimin merceğinden bakınca durum başka. Uzun vadede refahı güden bilimdir. Bilim olmadan bin yıl geriye gidip karanlığa gömülürüz. Bilim yekpare değil dalgalar halinde gelir. Bir buluş diğerlerine yol açar. Böylece yeniliklerle ilerlemeler çığ gibi büyüyerek refah yaratır ve bu bilimsel dalgalar ekonomiye yansır. Örneğin, ABD ve İngiltere’de 1780 sonrasındaki refah artışı sadece sermaye birikmesine değil, %90 oranında teknolojik buluşlara bağlıdır. İlk büyük dalga buhar makinesiyle başlamış ve toplumu baştan aşağı değiştirecek Sanayi Devrimi’ni beslemiştir. Bu sayede akıl almaz boyutta bir refah oluşmuştur. Fakat kapitalizmde zenginlik öylece duramaz, sermayenin bir yere akması gerekir. Bir sonraki atılımı dört gözle bekleyen kapitalistler, bazen feci sonuçlar doğurabilen daha spekülative tasarımlara yatırım yapar. 1800’lerin başında elde edilen bu fazladan zenginlik Londra Borsasında lokomotif hisselerine akarak bir balon oluşturmuştur. Lokomotif o zamanlar henüz emekleyen bir teknoloji olduğu için sonunda bu balon patlayınca 1850 krizini doğurmuştur. Halbuki demiryolları altın çağını 1880’lerden sonra yaşayacaktır. Demek ki, kapitalizm tarihinin en büyük krizlerinden birine sebep olan şey, bilimin yarattığı refah fazlasıyla spekülativeörlerin birleşimidir.

Bunun ardından aynı nedenlerle her on yılda bir ufak çaplı krizler yaşanmıştır. Kapitalistler bunlardan ders alacağına aynı döngüyü devam ettirmiştir. İkinci dalgada, elektronik ve otomotiv teknolojilerinin tekrar yeni bir refah yaratmasıyla, fazlası ABD Borsasında elektrik tedarik kurumları ve otomotiv firmalarının hisselerini şişirip bir balon oluşturmuştur. Otomobil firmalarının sayısı 1900-1925 arasında 3000’i bulunca piyasa bunu kaldıramamıştır. 80 yıl önceki gibi devamı getirilemeyen bu balon, şu veya bu nedenlerle 1929’da patlayarak Büyük Bunalım’ı başlatmıştır. Fakat Amerika ve İngiltere’nin yollarının asfaltlanıp boydan boya elektrik çekilmesi krizden çok sonraya, 50’lerle 60’lara rastlar.

Son yıllarda yaşadığımız yüksek teknoloji dönemini bilimin üçüncü dalgası olarak nitelendirirsek, bilgisayar, lazer, uydular, İnternet ve elektronik cihazlar vb. ürünler de aynı şekilde büyük bir refah yarattı. Bu sefer oluşan sermaye fazlası emlak sektörüne yönelerek büyük bir balon oluşturdu. Emlak değerlerinin aşırı artmasıyla insanlar evlerine karşılık borca girmeye başladı. Ahlsız bankacılar da peynir ekmek gibi kredi dağıtarak balonu daha da şişirdi. Daha önceki krizlerden ders alınmadığı için elbette bu balon da patlamak zorundaydı. Böylece 2008 mali krizi ve ardından gelen ekonomik durgunlukla karşı karşıya kaldık. 21.yy başında yaşadığımız bu krize eşlik eden aptallıklara karşın, dünyanın tamamının İnternet

şebekesine ve küresel iletişim ağına bağlanması da esas bundan sonra olacak. Yani bilişim devriminin altın çağı henüz gelmiş değil ama çok yakın.

Dördüncü dalganın ne olacağını ise kimse bilemez. Yapay zeka, nanoteknoloji, telekomünikasyon ve biyoteknolojinin birleşimi şeklinde olabilir. Bu teknolojilerin yeni bir refah dalgası oluşturması, bir 80 yıl daha sürebilir. Dileyelim 2090'a gelindiğinde geçmişten çıkarılan dersler unutulmasın.

## YÜZYIL ORTASI (2030-2070)

### Meslekler

Teknolojik gelişme ekonomide köklü değişikliklere neden olarak bazen sosyal kaymalara da yol açar. Her devrimin kazananı ve kaybedeni olduğuna göre yüzyıl ortasında bu daha belirginleşecek. Bilişim teknolojilerinin gelişimi meslekleri nasıl etkileyecek? Bunun cevabını makinelerin, robotların kısıtlamalarını göz önüne alarak verebiliriz. Yapay zekayı köstekleyen şekil tanıma ve sağduyu olduğuna göre gelecekte ayakta kalacak meslekler de bu ikisini gerektiren, yani robotların beceremeyeceği türden işler olacak. Mavi yakalılar arasında, üretim bandında çalışan işçiler gibi sırf tekrarlı işleri yapanların pek şansı yok. Bilgisayarların en iyi yaptığı şeyin hesaplayıp tekrarlamak olduğunu düşünürsek fabrikalardaki otomatik işleri tamamen devralacakları aşikar. Fakat mavi yakalılardan tekrarı olmayan şekil tanıma işlerini yapanlar, işlerini robotlara kaptırmayacak. Mesela, farklı suçları çözmeleri gereken polisler, geri dönüşüme gidecekleri ayırabilen çöpçüler, her seferinde başka bir alet kullanmaları gereken inşaat işçileri, uygun becerileri farklı yerlerde kullanmaları gereken tesisatçı ve bahçıvanlar. Beyaz yakalılara gelince, kaybedenler çoğunlukla aracı görevi üstlenenler olacak: sayım yapan, envanter çıkaran memurlar, turizm acentası, muhasebeci, broker vb. Çünkü kapitalizmin piyonu bu meslekler yavaş yavaş ortadan kalkacak. Şimdiden daha turizm acentalarını aradan çıkarıp uçak biletlerimizi internetten en ucuzunu bularak kendi başımıza almaya başlamadık mı?

Örneğin, bir zamanlar internet üzerinden hisse alım satımı yapmamakla övünen ve internet ticaretini hor gören Merrill Lynch, 1999'da piyasa güçlerinin etkisiyle *online* ticareti benimsemek zorunda kalınca tükürdüğünü yalamış oldu. Bu aynı zamanda kurumsal hiyerarşinin de azalacağı anlamına gelmekte. Yöneticiler satış gücü ve temsilcilerle doğrudan iletişime geçebilecekleri için arada emir taşıyanlara gerek kalmayacak. Kişisel bilgisayarlar işyerlerine ilk girdiğinde de buna benzer işten çıkarmalar olmuştu. Aracıların gelecekte var olabilmesi için yaptıkları işe katma değer eklemeleri, robotların sağlayamayacağı sağduyuyu öne çıkarmaları gerekecek. Şimdiden *online* ticaret yüzünden alt düzey brokerlar işten atılıyor. Ancak akıllı başında tavsiyelerde bulunan tecrübeli borsa simsarlarına daima talep var. Gelecekte beyaz yakalılar arasında, faydalı bilgi, deneyim ve sağduyuya sahip olanlar kazanacak. Bu da işine yaratıcılık katan, harekete geçen, analiz eden, liderlik yapan, yazılım geliştiren, bilim ve sanatla ilgilenen yani bizi insan yapan kabiliyetleri olanlar demek. Bilgisayarlar insan ilişkilerini, anlaşmazlık, başarı ve yenilgileri kavramaktan yoksun oldukları için yazarlık, senaristlik, avukatlık gibi meslekler var olmaya devam edecek. Belli konularda robot bir avukata danışmak mümkün olacak belki ama bir yargıya varabilmek için gerçek bir



hukukçuya hep ihtiyaç olacak. Çünkü değerler ve kanunlar gibi yorumlamaları da değişir. Mesela, ABD Yüksek Mahkemesi 1857’de kölelerin asla vatandaş olamayacağına hükmettikten sonra bu kararın değişmesi için bir iç savaş ve binlerce insanın ölmesi gerekti. Dolayısıyla anayasalar ne kadar yerleşik gibi görünse de zamana ve koşullara göre yeniden uyarlanıp düzenlenmeleri gerekebilir.

Gelecekte kıymetli olacak başka bir sermaye liderlik özelliği olacak. Liderlik kısmen eldeki verileri, bakış açılarını ve seçenekleri değerlendirerek belirlenmiş hedeflere en uygun olana karar vermektir. Çalışanların güçlü ve zayıf yanlarının farkında olup onlara ilham vermeyi ve önderlik etmeyi kapsadığından oldukça karmaşık bir iş olan liderlik, insan doğasının, piyasa güçlerinin iyice kavranması gibi makine veya robotların becerilerini aşan şeyler gerektirir.

**Eğlencenin Geleceği:** Eskiden elinde sazı diyar diyar dolaşan ozanlar, bir panayırdan diğerine çadır kuran hokkabaz ve komedyenlere dayalı olan müzik ve eğlence sektörü, elektriğin gelişiyi birlikte sırasıyla gramofon, radyo ve televizyonun ortaya çıkmasıyla tamamen değişmiş oldu. Şarkıcı ve müzisyenler, eskiden olsa neredeyse karın tokluğuna çalışacakken, bir anda plak basıp milyonlara ulaşma imkanını yakalayınca, ünlü olup gençlerin idolü haline geldi. Müzik piyasasında birkaç kuşak albüm satışları iyi gitti ama internetin patlamasıyla durum değişti. İnternette müzik alışverişinin kolayca yapılabileceğini öngören bilim insanlarına kulak asmayan büyük müzik şirketleri, online satış altyapısı oluşturmayı düşüneneceklerine bir CD fiyatının onda biri fiyatına albüm sunan yeni kurulmuş ufak şirketlere dava açmayı yeğledi. Şu anda müzik endüstrisinin yaşadığı karmaşa kendi yöneticilerinin umursamazlığından kaynaklanmakta. İşin iyi tarafı, adı duyulmamış müzisyenler büyük şirketlerin sansürüne uğramadan dinleyici kitlesi edinip yükselme imkanına sahip artık. Bu demek oluyor ki, kimin ünleneceğine yöneticiler değil, piyasa güçleri özgür ve demokratik biçimde karar verecek. Basın için de benzer bir ikilem geçerli. Reklam gelirlerine bel bağlamış olan gazeteler, dileyen herkes internet üzerinden çeşitli kanalları kullanarak reklam verebildiği için sayfa sayısını azaltmak zorunda kaldı. Üstelik artık internette okunabildikleri için satışları da düştü. Fakat bu süreç fazla uzun sürmeyecek. Durmadan nutuk çekenlerden tutun, tuhaf fikirlerini kabul ettirmeye çalışan megalomanyaklara kadar internette aşırı bir bilgi kirliliği mevcut. Dolayısıyla insanlar eninde sonunda rastgele gerçeklerle boş laflardan sıkılıp haberin yanında bilgelik sunan saygıdeğer sitelere yönelecek.

### **UZAK GELECEK (2070-2100)**

Bahsettiğimiz teknolojiler o kadar güçlü ki kapitalizmin işleyişini etkilememeleri mümkün değil. Arz talep kuralı hala aynı ancak bilim-teknolojinin yükselişi malların dağıtımından refahın yapısına kadar kapitalizmi zaten değiştirmiş durumda. Adam Smith’in kapitalizminde arz talebi karşılayınca mallara fiyat konur. Talep fazla, arz azsa fiyat artar. Üreticiyle tüketici arz ve talep hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı için fiyatlar yerine göre değişir. “Kusursuz Kapitalizm” ise üreticiyle tüketicinin piyasa hakkındaki bilgisinin sınırsız olduğu ve dolayısıyla fiyatlar kusursuzca belirlendiği zaman gerçekleşebilir. Şimdiden bazı ürünler için internette fiyat araştırması yapabiliyoruz. Bu ileride piyasada satılan tüm ürünler için geçerli olacak ve tüketiciler satın almak istedikleri ürün hakkındaki her şeyi bilebilecek. Avantaj tüketicinin eline

gececek, hem fiyat-kalite karşılaştırması yapabilecek hem de en ucuz fiyatı talep edecek. Üretici de tüketicinin ihtiyaçlarını, isteklerini anlayabileceği verilere sahip olacak ve fiyat belirlerken tahmin yürütmek zorunda kalmayacak. Üreticinin sürekli değişen tüketici taleplerine göre hareket etmesi gerekecek. Şirketler doğrudan müşterilerini hedef alabilecek ve ona göre ürün hazırlayabilecek. Şu andaki sistemde seri üretilen mallar, bilgisayar devrimiyle müşterinin arzusuna göre farklı beden ve renklerde üretilebilecek. Fiyatların düşmesi ve rekabetin artmasıyla kitlesel teknoloji olarak internet ihtiyacımız olduğunda kullanıp bedelini ödediğimiz elektrik, su gibi bir hizmete dönüşecek. İnternete bağlı çalışan “*cloud computing*” teknolojisi giderek popülerleşecek. Gelecekte bilgisayarlar kademeli olarak kullanımdan çıkacak ve tüm bilgilere internetten erişilecek.

Geleceğin en tartışmalı ve hassas konularından biri de gizlilik olacak. Geçmişte bilgisayarların hakkımızdaki her şeyin takip edilebilmesini mümkün kılacağı endişesi yaygındı. Sınırsız bir casusluk makinesine dönüşebilecekken Soğuk Savaşın bitmesiyle halka açılan internet teknolojisinde artık “*Big Brother*” modelinde tek bir yerden takip edilmek mümkün değil. Asıl sorun küçük çaplı takipçiler: bulvar gazeteleri, adi suçlular, işgüzarlar ve tabii ki kişisel tercihleri öğrenmek için hakkınızdaki bilgileri didikleyen şirketler. Büyük olasılıkla bu sorun yok olmayacak ama zaman içinde iyiye doğru düzelecek. Muhtemelen mahremiyetimizi koruyan programları hazırlayan yazılım geliştiricilerle bunları kırmaya çalışanlar arasında bitmeyen bir kovalamaca olacak.

**Meta Kapitalizminden Entellektüel Kapitalizme:** Teknolojik gelişmeler sadece kapitalizmin işleyişini değiştirmekle kalmayacak, doğasını da etkileyecek. Başlıktan bu geçişin yönü de belli. Refah eskiden sahip olunan mallarla ölçülürdü ancak seri üretim, nakliyat, iletişim ve rekabetin artmasıyla fiyatlar da düşmeye başladı. 100 yıl önce İngiltere kraliçesinin ömründe görmediği şeyler soframızda. Meta kapitalizmin yerini alacak olan entellektüel kapitalizme tam olarak yapay zekanın ve robotların yapamayacağı şeyler dahil: şekil tanıma ve sağduyu. Günümüzde bilgi ve beceri rekabet avantajının tek kaynakları ve gelecekte de çok önemli olacaklar. Pek çok unsur rekabet denkleminde düşerken bilgi uzun vadede sürdürülebilir rekabet avantajının vazgeçilmezi haline geldi. Bu tarihi geçişin kapitalizmi temelden sarsacak olmasının nedeni, insan beyninin çoğaltılıp seri üretilebilecek bir şey olmayışı. Yani, geleceğin değeri sağduyu olacak. Emtia üretiminden çok farklı bir biçimde, zihinsel/entellektüel birikim yaratmak için insanın yıllar boyu eğitilmesi gerekmekte. 1991’de soyut hizmetlerden, somut mallardan daha çok gelir elde eden ilk ülke İngiltere oldu. Geçtiğimiz yüzyıl sonunda başlayan bu değişim, Amerikan ekonomisinde imalatın çarpıcı biçimde düşüşüyle Hollywood filmleri, video oyunları, telekomünikasyon, bilgisayarlar gibi entellektüel kapitalizmdeki artıştan kolayca farkedilebilir. Bu kademeli bir geçiş olacak ama her on yılda bir daha da artacak. Bazı uluslar bunun farkında. Japonya doğal kaynaklardan yoksun olmasına rağmen, yüksek refah düzeyini insanların birliğine ve çalışkanlığına borçlu. Maalesef bunu anlamayan çok sayıda ülke, yurttaşlarını geleceğe hazırlamaktan yoksun. Doğal kaynaklar açısından zengin olan ülkeler bu prensibi kavramadıkları takdirde gelecekte fakirleşmeye mahkum. Ortalama emtia fiyatları 150 yıldır düşmekte olduğu için bu stratejiyi izlemeyen ülkelerin ekonomisi zamanla küçülecek. Fakat bu sürecin kaçınılmaz olduğunu söyleyemeyiz. II.Dünya savaşı sonrası bir nesilde dünya

ekonomisinin önde gelenleri arasına giren Almanya ve Japonya ile %8-10'luk büyüme oranıyla 500 yıllık ekonomik çöküşünü tersine çeviren Çin örneklerine bakacak olursak ortak özellikleri, toplum olarak birbirine bağlı ve çalışkan olmaları. Ayrıca üçü de eğitime, halkın bütünleşmesine, ve ekonomik kalkınmaya önem vererek herkesin almaya can attığı ürünleri piyasaya sundu. Kalkınmayı sağlayan sermaye veya doğal kaynaklar değil artık. Geleneksel olarak ülkeleri zenginleştiren bu varlıkların yerine, vatandaşlarının yetenek, örgütlenme, motivasyon ve öz-disiplin gibi nitelikleri önem kazanmakta. Bazı uluslar kifayetsiz liderlerce yönetildikleri ve kültürel ve etnik olarak parçalanmış durumda oldukları için işlemez haldeler. Eğitime yatırım yapmak yerine orduya, silahlara yatırım yaparak halklarını korkutuyorlar. Sanayileşmeyi hızlandıracak altyapıyla uğraşmak yerine yolsuzluklarla uğraşıyorlar. Böylece liyakata değil hırsızlığa dayalı bir sistem oluşturarak iktidarda kalıyorlar. Ne yazık ki bu yozlaşmış hükümetler Batı'dan gelen yardımı da ceplerine indiriyor. 1950 ve 2000 arasında fakir ülkelere yapılan yardım 1 trilyon doları aşkın fakat hala dünya nüfusunun neredeyse yarısı (2.8 milyar) günde 2 dolardan azla geçiniyor; 1.1 milyar insan ise aşırı yoksul.

Gelişmiş ülkeler, mutlaka diğerlerinin durumunu düzeltmek için daha çok yardım etmeli ama sonuçta kalkınma sorumluluğunu geliştirmekte olan ülkelerin liderleri de üstlenmeli. Sadece maddi yardım yerine eğitime yoğunlaşıp kendine yetebilecek hale gelmelerini sağlayan yeni endüstriler geliştirmelerine destek olmak gerek. Günden güne artan bilgisayar gücü ve düşen fiyatlar sayesinde yoksul çocuklar da internet kullanma imkanı bulabildiğinden İnternete erişimi olanlarla olmayanlar arasında büyük bir uçurum olacağı endişesini de yersiz buluyorum. Asıl sorun erişim imkanı değil iş imkanları. İş piyasasında tarihi bir değişim yaşamakta. Gelecekte yükselecek ülkeler bu avantajı kullanabilenler olacak. Gelişmekte olan ülkelerin stratejisi, metaları sağlam bir temel oluşturmakta kullanıp, bundan entellektüel kapitalizme geçişin adımı olarak yararlanmak olabilir. Mesela, Çin bir yandan dünya pazarına sunulacak malları üreten binlerce fabrika kurarken, bir yandan da kârını entellektüel kapitalizme dayalı hizmet sektörüne yatırmakta. ABD'de fizik doktorası öğrencilerinin %50'si yabancı uyruklu. Çoğu da ya Çinli ya Hintli. Bir kısmı yeni sektörler yaratmak için ülkelere geri döndü bile.

Her zaman yeni teknolojiler toplumda değişimler ve kaymalar yaratır. Örneğin 1800'lerde Amerika'ya gelen göçmenler, eğitim seviyesine bakılmaksızın imalat sektöründe kolayca iş bulmuştur. Fakat bu defaki geçiş sırasında vasıfsız iş pozisyonları pek mümkün olmayacak. Bugün bile büyük kısmı ortadan kalkmış durumda. Ucuz emek peşindeki çoğu şirket, imalatını çoktan az gelişmiş ülkelere kaydırıldı. Küresel rekabet olduğu sürece ürünler ve hizmetler ucuzladıkça, imalat ve dağıtım etkinleştikçe tüketicinin de işine gelmekte. Modası geçmiş işletmeleri ve gereğinden fazla maaşlı işleri desteklemek karmaşa, israf ve verimsizlikten başka bir şeye yaramıyor. Başarısız sektörleri sübvans etmek yalnızca kaçınılmaz sonu geciktirip çöküşün acısını erteleyerek durumu daha da kötüleştiriyor. Eğitim sistemi, vasıflı çalışan temin edemediği için şirketler düşük eğitimli personelle uğraşmak zorunda kalıyor. Beceriye dayalı hizmet sektöründe yüksek maaşlı pozisyonlar uygun aday olmadığı için boş kalabiliyor. Sanayileşmenin altın çağı çoktan geçti. ABD ve Avrupa büyük ölçüde sanayi ekonomisinden hizmet ekonomisine on yıllar önce geçti. Şimdi yapılması gereken entellektüel kapitalizmi maksimuma çıkaran sektörlerle yönelip tekrar yatırım yapmak. 21. asırda hükümetlerin en zor

görevlerinden biri bu ama kolay ve çabuk bir çözümü yok. Öncelikle eğitim sisteminin toptan elden geçmesi demek. İşçilerin yeniden eğitilebilmesini ve lise öğrencilerinin mezun olduklarında işsizler ordusuna katılmasının önlenmesi için bu şart. İşgücünün 21.yüzyılın ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde yetiştirilmesi lazım. Müfredatları gözden geçirilip baştan düzenlenmesi öğretmenlerin de geleceğin teknoloji toplumuna uygun şekilde yeniden eğitilmesi gerekli. Başarı, herhangi bir sektörün büyüklüğüne değil ülkenin insan kaynaklı zihinsel güce dayalı ekonomiye düzgün bir geçiş yapabilmesine bağlı. Bu, teknolojik buluşlardan yeni işler kuracak ve zenginlik yaratacak yenilikçi girişimciler akını başlatmak anlamına gelmekte. Böyle insanların dinamik enerjisine ihtiyaç var. Bu yüzden yeni liderlerin piyasaya girmesinin önünü açmak şart.

**Bilimden Yararlan Geleceği Yakala:** Gelişmekte olan ülkeler, bilişim devriminin avantajından Batı'nın yaptığı hataları tekrar etmeyerek yararlanabilir. Gelişmiş ülkeleri bir sıçrayışta geçebilirler. Batı'nın zor yoldan yaptıklarını kolayca halledebilecek teknoloji mevcut. Artık cep telefonları en uzak yerde bile çektiği için, ülkeler her yere telefon bağlamak için servet döküp bir uçtan diğerine hat çekmek zorunda değiller. Eskiyen altyapıyı yeniden yapmak zorunda da değiller. Yenisini yapmak eskisini onarmaktan daha ucuz. Yüzyıl öncesinden daha düşük maliyete, son teknoloji altyapı sistemleri kurmak mümkün. Mesela Çin, Batı'nın yeni şehirler kurarken yaptığı bazı hataları yapmayarak akıllılık etti. Pekin metrosu Batı'da yaratılan bilgisayar teknolojisinden yararlanmakta. Gelişmekte olan ülkelerin özellikle bilimsel alanlarda geleceğe kestirmeden gitmesinin bir yolu da internet. Literatüre giren her makaleye internetten ulaşmak mümkün hale geldi. Üstelik artık bilim insanların dünyanın neresinde olursa olsun birbiriyle iletişime geçip işbirliği yapması da olası.

Gelecekte ekonomisini bilim-teknolojiyi geliştirip destekleyerek yapılandıran ülkeler yükselecek. Bu gerçeği kavrayabilen uluslar yarının liderleri olacak. Örneğin, Amerikalı öğrenciler bilim ve matematikte son sıralarda olmasına karşın, ABD bilim ve teknolojideki üstünlüğünü sürdürebildi. ABD'de okul günü yılda 178 günken birinci sırayı kaptırmayan Çin'de 251 gün. ABD'nin uluslararası alanda bilim ve teknolojide başarılı olmasını sağlayan unsur, üniversitelerine ve iş imkanlarına çektiği beyin göçü. Özel yetenekleriniz, kaynaklarınız veya bilimsel bilginiz varsa H1B adlı özel bir vize alma hakkı kazanıyorsunuz. Örneğin, New York Üniversitesi'nde fizik öğrencilerinin neredeyse tamamı yabancı uyruklu. Amerikan kongre üyelerinin bazıları bu vizeyi, iş imkanlarını Amerikalıların elinden aldığı iddiasıyla kaldırtmak istedi. Aslında anlamadıkları şu; mesela Silikon Vadisinde o işleri yapabilecek vasıfta Amerikalı olmadığı için, bu vizeler Tayvanlı veya Hintlilere verilmekte. H1B vizesine sahip göçmenler işleri ellerinden almaktan çok tamamen yeni endüstriler kurarak iş imkanı yaratıyor. Almanya'da da benzer bir vize uygulamasını yürürlüğe sokmak isteyen eski Şansölye Schröder de aynı eleştirilere maruz kalarak başarısız olmuştu. ABD'de köhne eğitim sisteminin hasarını üniversitelerle işletmeler telafiye çalışmakta. Fakat ilköğretim ve lise eğitimini düzeltmedikçe ABD'nin gelecekte rekabetçi kalabilmesi imkansız. Yine de hala avantajlı olduğu söylenebilir. Çünkü dünyanın pek çok yerinden insan, nereden geldiğin değil ne fayda sağlayabileceğin önemli sayıldığından ABD'ye göç etmeye devam edecek. Doğudaki eğitim sistemi ise araştırmacı değil ezber dayalı; yaratıcılık, hayalgücü ve yenilikçilikten uzak. Oysa ki bilim ve

teknolojide ilerlemek için bunlara ihtiyaç var. Bu yüzden Çin, ilk olarak Batı'da imal edilmiş malların ucuz taklitleriyle Batı'ya yetişecek olsa bile yaratıcılık, yeni ürün ve strateji geliştirmek açısından geriden gidecek.

Günümüz dünyasında rahatsız edici bir başka gerçek de gençlerin genelde finans sektörü, bankacılık gibi mesleklere yönelmesi. Ancak gençlerin bu tip kariyerlere özendirilmesi gelecek için tehlikeli olabilir. Liderler, bilimsel icatlar ve teknolojiyi desteklemedikçe toplumlar yükselmez. Çünkü ulusları yücelten bilim ve teknolojidir. Bir ülkede ortada yatırım yapacak buluş yokken, yatırım bankacılığı yapanlar artarsa kaçınılmaz çöküş başlar. Geleceğin zorluğu gençlere, başkasının parasını yönetmek üzerine kurulu kariyerleri değil, gerçekten refah yaratan meslekleri cazip kılmaktır. Bunun çözümü, kafası çalışan öğrencilerin bilim dallarına yönlendirilmesi olabilir.

**Singapur Örneği:** Tarihin en ilginç toplum mühendisliği vakası olan Singapur, her türlü batağın olduğu bir liman ülkesinden bir nesilde bilim ve teknoloji alanında bir merkeze dönüştü. 1959-1990 arasında başbakanlık yapan Lee Kuan Yew ve yandaşları, bilim, eğitim ve üstün teknoloji sektörlerine vurgu yapmasıyla tüm ulus sistematik biçimde yetiştirildi. Oldukça eğitilmiş teknisyenler yetiştirilerek elektronik, kimyasal ve biyomedikal aletlerde lider ihracatçıya dönüştü. Tabii ki bu modernleştirme süreci sancısız olmadı. Sosyal düzeni sağlamak için sert kanunlar uygulandı. Öte yandan akademik çevreyi Singapur'da tutmak için kültür ve sanat organizasyonları düzenlendi. Eğitim sistemi araştırmacılığı ve yaratıcılığı teşvik etti. Dahi çocuklar öğretmenlerce saptanıp ekonomiyi canlandıracak şekilde yetiştirildi. Az nüfuslu küçük bir ülke olan Singapur bir avuç insanın toplumu yeniden yapılandırılmasının mümkün olabildiği bir ortam. Yine de bilişim devriminde sıçrayış yapmanın sistematik çalışmakla mümkün olduğunun göstergesi.

## VIII. Bölüm: İNSANLIĞIN GELECEĞİ

Burada anlatılan teknolojik devrimlerin hepsi tek bir noktaya işaret etmekte: gezegen uygarlığının oluşturulması. Bu hedefe ulaşacak mıyız yoksa karanlığa mı gömüleceğiz bunu biz belirleyeceğiz. İnsanoğlu 100 bin yıl önce Afrika'da ortaya çıkmalı beri belki de 5000 nesil geldi geçti. Fakat insanlığın kaderini bu asırda yaşayanlar tayin edecek. Bu yüzden tarihi açıdan çok önemli bir konumdayız. İnsanlığın geleceğine yönelik büyük bir sorumluluğumuz var. Doğal bir felakete veya aptallığımıza yenik düşmezsek, insan toplumunun tek bir uygarlığa dönüşme evresine girmesi kaçınılmaz. Enerjiyle ilgili tarihsel süreç incelendiğinde bu net biçimde ortaya çıkar. Fizikçiler her şeyi tükettiği enerjiye göre sınıflandırır. İnsanlık tarihini bu açıdan ele aldığımızda, sadece el gücü ve basit aletlerin kullanıldığı avcı-göçebe düzende enerjimiz binlerce yıl boyunca sadece 1/5 beygir gücüyle sınırlıyken, 10 bin yıl önce Buzul Çağı'nın sona ermesiyle tarıma dayalı yerleşik düzene geçişle 1 beygir gücüne yükseldi. Tarlalar ve evcilleştirilen hayvanlar sayesinde insanların gıda stoğu arttı. Ormanların ovaların ortasında ilk köyler oluşmaya, ardından kasabalar şehirler kurulmaya başladı. Tarımın yarattığı refah fazlası, bu zenginliği koruyup çoğaltmak için yeni yollar üretilmesine yol açtı. Matematik ve yazı ile hesaplar tutulmaya, takvimlerle ekim ve hasat zamanları takip edilmeye başladı. Ordular, krallıklar, imparatorluklar, kölelik ve eski uygarlıklar ortaya çıktı. 300 yıl önceki Sanayi Devrimi

sırasında artan refah, yalnızca beygir gücüne dayalı olmaktan çıkıp makine gücüne dayandı. Seri üretimle müthiş bir gönenç oluştu. Fabrikalar, değirmenler, madenler kuruldu. İçten yanmalı motorun bulunuşuyla bir kişi yüzlerce beygircüğüne hükmedebilir hale geldi. Şimdi içinde bulunduğumuz süreçteye bilgiden refah üretilmekte. Ulusların zenginliği fiber optik kablolar ve uydular aracılığıyla dünyayı dolaşan sonunda da finans merkezlerinde borsa ekranlarında dönüp duran elektronlarla ölçülüyor. Bilim, ticaret ve eğlence ışık hızında yayılarak dilediğimiz anda dilediğimiz yerde sınırsız bilgi sunuyor.

Tuhaf gelecek ama kültürel, toplumsal, siyasi koşullarını bilmemize imkan olmayan ancak ne olursa olsun fizik kurallarına uymak zorunda oldukları için uzaydaki diğer uygarlıkları da tükettikleri enerjiye göre sınıflandırmak mümkün. Zaten yeryüzünden ölçebileceğimiz tek unsur bu. Dünya dışı uygarlıkları enerji tüketimine göre sıralamayı 60'larda ilk ortaya atan Rus astrofizik uzmanı Nikolay Kardaşev, üç teorik tip önermişti. Aşağıda medeniyet tipleri, kullandıkları enerji ve somutlaştırabilmeniz için örnek olarak bazı bilim kurgu filmleri verilmiştir.

1. Tip medeniyet: Gezegen düzeyinde üzerine vuran güneş ışınlarını tüketir =  $10^{17}$  vat (Flash Gordon/Baytekin'in dünyası)
2. Tip medeniyet: Yıldız düzeyinde güneşinin yaydığı tüm enerjiyi tüketir =  $10^{27}$  vat (Star Trek/Uzay Yolu'ndaki Birleşik Gezegenler Federasyonu)
3. Tip medeniyet: Galaksi düzeyinde milyarlarca yıldızın enerjisini tüketir =  $10^{37}$  vat (Star Wars/Yıldız Savaşları'ndaki İmparatorluk)

Bu sıralamanın avantajı, muğlak ve dayanağı olmayan genellemeler yapmaktansa uygarlıkların gücünü değerlendirebilmemizi sağlaması. Gök cisimlerinin enerji randımanını bildiğimiz için uzayı tararken her birine sayısal sınırlamalar koyabiliriz. Bu sınıflandırmaya göre dünyamız halen 0.7 Tip. 1.Tipe ne zaman yükseleceğimizi matematiksel olarak hesaplırsak; ortalama ekonomik büyümeyi hesaba katarak, dünya medeniyetinin 100 yıl kadar sonra 1.tipe geçeceği söylenebilir. Birinden diğerine geçmekse gelişme oranı yılda %1 ise 1200; yılda %2 ise 2500 yıl sürer. İnsanlık açısından bu tarihi dönüşümün gerçekleştiğine dair kolektif bir farkındalık oluşmadı henüz. Fakat 1.Tip medeniyete doğru ilerlediğimiz kanıtını nereye baksak görebiliriz.

-İnternet: Gezegenel iletişim-haberleşme sistemi. İleride daha fazla fiber optik kablo ve uyduyla küresel iletişim ve etkileşim daha da hızlanacak.

-Ortak diller: İletişim sayesinde ülkelerin dünya ekonomisine entegre olması ekonomik kalkınmayı sağlamakta. Başta İngilizce, ardından Çince ve sonra İspanyolca en çok konuşulan diller. İkinci dilde tüm dünyanın tercihi olan İngilizce bilim, finans, iş ve eğlence dünyasının ortak dili oldu bile. Halen dünya üzerinde konuşulan 6000 dil var. Önümüzdeki on yıllarda bunların %90'ının artık konuşulmayacağı tahmin edilmekte. Bu bir yandan üzücü ama bu diller bilgisayarlar aktarıldığı takdirde kaybolmamış olacak.

-Gezegen ekonomisi: Küresel ekonominin doğuşuna şahit olduk. AB ve diğer ticaret birlikleri 1.Tip uygarlığın oluşumuna işaret. Ülkeler ticari olarak birleşmeden rekabette kalamayacaklarını farkettiler ekonomik birliklerin sayısı da artacak. 2008 kriziyle çok

dalgasının nasıl tüm dünyaya yayıldığını gördük. Günümüzde dünya ekonomisindeki trendleri anlamadan tek bir ülkenin ekonomisini kavramak imkansız.

-Orta sınıfın yükselişi: Çin, Hindistan ve başka ülkelerde çok sayıda insan orta sınıfa katılmaya başladı. Bu insanlar dünyayı etkileyen kültür, eğitim ve ekonomi alanlarında bilgili. Ayrıca savaş, din veya ahlak kurallarından ziyade siyasi ve sosyal istikrarla tüketim mallarına odaklılar. İdeolojik ve milli hırslar, maddi hırslarının yanında gayet sönük kalıyor. Eskiden oğullarını savaşa göndermekle gurur duyan anne babaların yerini en büyük dertleri çocuklarını iyi bir üniversiteye sokmak olan ebeveynler aldı. Diğerlerinin yükseldiğini karşıdan izleyenler ise sırasını bekliyor. Er geç başkalarının sahip olduklarına neden kendilerinin de sahip olamadığını sorgulayacaklar.

-Gücü Belirleyen Ekonomi: Artık süpergüç olmayı belirleyen silahlar değil ekonomi. Ülkelerin konumlarını koruması için tek yol ekonomik güç; bu da bilim ve teknolojiye dayalı.

-Gezegen kültürü: Sinemadan giyime, yemeden içmeye küresel düzeyde bir gençlik kültürü oluşmakta. Nereye gitseniz müzik, sanat ve modada aynı trendleri görebilirsiniz. Eskiden lüks sayılan pek çok tüketim malı yalnızca elit bir kesimin ayrıcalığı olmaktan çıkmış durumda. Bunun benzeri II.Dünya Savaşı sonrası gençlik hareketinde görülebilir. Refahın artmasıyla para harcayabilecek duruma gelen gençler, sokaklara çıkarak baskın kültürün değişmesini sağladı. Şu anda da dünyanın pek çok ülkesinde meydana gelen ekonomik gelişme gençlere harçlık olarak yansımakta. Orta sınıf çocuklarının harçlıkları arttıkça bu gençlik kültürü yayılmakta. Bu sayede, gezegen düzeyinde ortak bir kültür ebedileşme yoluna girmekte. Ancak bu demek değil ki yerel kültürler, gelenekler yok olacak. Tersine çift-kültürlülük baskın olacak. Zengin kültürel çeşitlilik gelecekte serpilip gelişmeye devam edecek. İnsanlar küresel kültürel eğilimleri değiştirmekte etkili olacak. Küresel kültürler içinde yerel kültürler yan yana var olabilecek.

-Haberler: Uydu, cep telefonu, internet vb. teknolojiler sayesinde bir ülkenin haberleri tamamen kontrol etmesi veya sansürlemesi imkansızlaşmakta. Sıradan bir vatandaş çektiği kayıtları haber ajanslarına gönderebiliyor veya doğrudan internete aktarabiliyor artık. Eskiden iktidarlar için değerlerini zorla kabul ettirmek için sansür uygulama veya haberleri yönlendirme genel geçer bir uygulamayken artık epey zorlaştı. Hala kısmen mümkün ancak çok daha düşük oranda. İleri teknoloji sayesinde doğru haberlere ulaşılabilir. Artan eğitim düzeyiyle dünyada olan bitenle ilgilenenlerin sayısı da artmakta. Bundan böyle siyasetçiler, yapacaklarının sonuçlarını düşünürken dünya kamuoyunu dikkate almaya mecbur.

-Spor: Futbol ve Olimpiyat oyunları tüm dünyada ilgiyle takip edilmekte. Eskiden milli kimliği vurgulayan spor müsabakaları artık gezegen kimliği oluşumuna katkı sağlamakta.

-Çevre Sorunları: Çevre kirliliği ve diğer ekolojik sorunlar gezegen ölçeğinde ele alınmaya başladı. Devletler artık yarattıkları kirliliğin milli sınırları aştığının ve uluslararası bir krize zemin hazırlayabileceğinin farkında. 1987 Montreal Protokolü ozonu delen kimyasalların kullanılmasını aza indirmeyi başardı. Buna ek olarak, çoğu ülkenin katıldığı 1997 Kyoto Protokolü küresel ısınma tehdidi ve diğer çevre sorunları üzerine eğilmekte.

-Turizm: En hızlı büyüyen sektörlerden biri olan turizm, halkların, farklı kültürlerin birbirine yakınlaşmasında aracılık etmekte. Uluslararası ulaşım fiyatlarının da düşmesiyle insanlar daha çok seyahat etme imkanına sahip. Her ne kadar turistlerin gezdikleri yerin yerel kültürünü anlamadan yüzeysel bir tanışıklık deneyimlediği şeklinde eleştiriler yapılsa da kültürlerarası alışverişin neredeyse hiç olmadığı, farklı milletlerin yalnızca savaşta karşılaştığı tarihsel geçmişle kıyaslandığında şu anki durum oldukça umut verici.

-Savaşın şekli: Demokrasi fikri yayıldıkça ve toplumlar birbiriyle iletişime geçtikçe savaşın yapısı da değişmekte. Ezelden beri toplumlar arası husumeti, düşmanlığı körükleyen yanlış anlamalardı. Genelde savaş ateşini kışkırtan demagoglar bunu düşmanı canavarlaştırarak yapardı. Şimdiyse uluslar birbirlerini daha iyi tanıdığı için savaş açmaları genel olarak zorlaştı. Demokrasiyle yönetilen toplumlarda dinamik bir basın, muhalefet partileri ve savaş çıksa kaybedecek çok şeyi olan orta sınıfın bulunması nedeniyle nifak tohumları ekip savaş biçmek eskisi kadar kolay değil. Kuşkucu gazetecilik anlayışı ve evlatlarının neden savaşa gitmek zorunda olduğunu sorgulayan analar varsa, savaş ateşini tutuşturmak çok güç. Gelecekte de savaşlar olmaya devam edecek ama şekli değişecek. Demokrasi yayıldıkça savaş tarzı farklılaşacak. Dünya zenginleştikçe ve demokrasi yayıldıkça insanların kaybedecek daha fazla şeyi olacağı için savaş başlatmak daha da güçleşecek. Hane başına çocuk sayısının giderek azalması da savaşı zorlaştıran başka bir etken. Bu özellikle demokrasiler arasında ve gerillalarla savaş yapılmasını da güçleştirmekte.

-Ulus-devletler: 1.Tip medeniyet yolunda ilerlediğimiz bu süreçte kapitalizmin yapısı değişip ekonomik güç kademeli olarak ulus-devletlerden bölgesel güçlere ve ticari birliklere geçmekte. Zayıflayacak olmalarına rağmen 2100'de hala varlıklarını sürdürecekler. Kanun koymak ve yerel sorunları halletmek için gerekli olacaklar ancak ekonomik büyüme önce bölgeselleşip ardından küreselleştikçe güç ve nüfuzlarını büyük oranda yitirecekler. Tarihsel açıdan bakarsak kapitalizmin yükselişiyle birlikte serbest ticarete engel olan feodal gelenekler ortadan kaldırılıp gerekli düzenlemeleri getirmek üzere ulus-devletler kuruldu. Doğru adımlarla hızlı bir şekilde gezegen birliğine geçiş de mümkün olabilir. Bu illaki dünya hükümeti demek değil. Gezegen uygarlığı olabilmenin birçok yolu var. Göreceli olarak gücünü kaybeden ulus devletlerin yerini alacak yönetim iradesini, tahmini zor olan tarihsel, kültürel ve ulusal eğilimler belirleyecek.

-Hastalıklar: Hastalıkların dünya çapında kontrol edilmesi gerekecek. Nüfus artışı, şehirleşme ve daha önce balta girmemiş yerlere kurulan yerleşimler nedeniyle salgınların yayılma hızı ve oranı artmakta.

**Terörizm ve Diktatörlükler:** Farkında olmadıkları halde gelişme, özgürlük, bilim, eğitim ve medeniyetten yana olduğunu bildiklerinden gezegen uygarlığı olma yönündeki bu ilerleyişe engel olmaya çalışan gruplar da mevcut. İslamcı teröristler 21.asır yerine 11.asra geri dönme isteğinde. Memnuniyetsizliklerini bu şekilde dile getirmeseler de bilim, toplumsal ilişkiler ve siyasetin katı dini kurallara bağlı olduğu teokratik bir düzende yaşamak istedikleri kendi beyanları. Esasında bu teröristler İslam tarihini anlayamıyor. İslam medeniyetinin büyüklüğü ve bilimsel maharetinin asıl kaynağının yeni fikirlere müsamaha göstermesi olduğunu kavramaktan acizler. Diktatörlere gelince, halklarını baskı altında tutup dünyanın kalanının



sahip olduğu refah ve gelişmeden bihaber bırakıyorlar. Halkları ayaklanırsa, yeni şeyler öğrenirse olacaklardan korkan otoriter yönetimler, internete yasaklar koymaya çalışıyor. Fakat gelecekte bu şekilde devam etmeleri olanaksız. Örneğin, 2009'da İran'da hükümetin engellemeye çalıştığı göstericiler, mesajlarını dünyaya Twitter ve Youtube üzerinden ilettiler. İnternet erişimi bulunmayan Kuzey Kore'nin fakirleştirilmiş halkı, dünyadan kopuk. Kaderlerini kabul etmek zorunda olduklarını sanarak inanılmaz zorluklara katlanmaktalar.

**1. Tip Medeniyete geçiş:** Bu kapsamda en tehlikeli süreç sıfırdan 1. Tipe geçiş. Yani, halen içinde bulunduğumuz zaman dilimi. Çünkü hala geçmişten getirdiğimiz vahşilik, köktendincilik, ırkçılık, ayrımcılık, hoşgörüsüzlük, acımasızlık ve benzeri sorunlarla başa çıkamadık. Nükleer, kimyasal ve biyolojik silahların işin içine girmesi durumu daha da zorlaştırmakta. Birbirimizi ve doğayı yok ederek ilerleyeceğimizi zannedecek olursak çok yanılırız. Şu anda yeryüzündeki insanlar gezegen uygarlığına doğru ilerlediğimizin bilincinde değil. Ancak uzayda zeki yaşam türleri olduğunu keşfedersek durum aniden değişir. Uzaylıların uygarlık düzeyiyle karşılaştırarak teknolojik düzeyimizi ölçebiliriz. Eğer uzaylılar varsa ve o kadar gelişmişlerse neden hala dünyayı ziyaret etmediler diye soranlar çıkabilir. Bunun yanıtı, elbet geldikleri ancak bizim henüz bunu anlayamayacak kadar ilkel oluşumuz olabilir. Hala gelişmekte olduğumuz nanoteknoloji, biyoteknoloji ve robot teknolojisine çoktan sahip olduklarını varsayarsak devasa uçan dairelerle değil tam otomatik, yarı organik yarı elektronik yapıda mikroskobik araçlarla dünyamızı ziyaret etmiş olmaları mümkün. Kimse bilemez ama teknolojik gelişmenin hızı göz önüne alındığında bu yüzyıl içinde uzayda ileri bir medeniyetin izini saptamamız muhtemel. Bu insanlık adına tarihi bir dönüm noktası olur. Kıyamet söylentileri başlar. Ama hemen paniğe gerek yok! Işık yılı mesafeler düşünülüğünde doğrudan iletişim veya yakın temas güç. Uydularımız başka bir gezegen uygarlığından yayılan sinyalleri alacak olursa şifreyi çözmek on yıllar sürebilir. Dolayısıyla sadece sinyalleri ve geldikleri gezegeni gözlemlememiz mümkün olabilir. Karşılıklı iletişimin mümkün olması için asırlar geçmesi gerekebilir.

Bilişim devrimiyle birlikte medeniyetlerin gelişmişlik seviyesinin değerlendirilmesi için enerji üretimi ve tüketimi kadar işlenen bilgi miktarı da önem kazandı. Bunun üzerine astrofizikçi ve yazar Carl Sagan, Kardeşev'in 3'lü sıralamasına ek olarak bilgi işlem ölçümüne dayanan alfabetik sıralamayı getirdi. Örneğin A tipi yalnızca 1 milyon parça bilgi sahibi olan yani konuşan ancak yazılı bir dili olmayan medeniyeti simgeler. Bu sıralamada, bilim ve edebiyat birikimine sahip Antik Yunan medeniyeti C tipine denk düşer. İnsanlığın şimdiki uygarlık düzeyinde işlediği bilgi birikimine bakarsak demek ki H tipiyiz. Bu da bizi 0.7 H tipi medeniyet yapar. Son yıllarda kirlilik ve atık meselesi öne çıktığından, artık medeniyetleri sınıflandırmak için enerji ve bilgi yeterli değil. Aslında ne kadar çok enerji tüketip bilgi üretiyorsa çöp çıkarma olasılığı o kadar yüksek. Medeniyetlerin gelişmeye çalışırken sonunda kendilerini yok edecek kadar kirlilik, atık ve fazladan ısınma yaratmaları da mümkün. Demek ki bir medeniyetin hayatta kalıp yükselmesi yalnızca enerji ve bilgiye bağlı değil. Verim, atık ısı ve kirliliği ölçüt alan entropi kavramı üzerinden yapılacak bir sınıflandırma da mümkün. Aslında gelişmiş bir medeniyetin kaderini belirleyen de bu.

**Doğayı Koruyan İdeal İnsanlık Medeniyeti:** Enerji ve bilgi yönünden gelişen ancak bunu bilgelikle yapan bir uygarlık olmalı ki, gezegen yaşanamayacak kadar sıcak veya pis hale gelmesin ve uzak gelecekte insanlık çöplüğe döndüğü için dünyayı terketmek zorunda kalmamasın. İnsanların sadece kendini düşünüp rahata düşkün lüks bir hayat yaşam sürmenin geride karmaşa ve pislikten başka bir şey bırakmadığını farketmesi gerek. Çünkü her şeyin bir bedeli var. Entropi kavramından bahsederken değindiğimiz gibi toplam entropi miktarı (düzensizlik veya karmaşa) daima artar. Bu her şeyin gelip geçici olduğu anlamına gelir. Nesnelere çürümeli, yaşlanmalı, bozulmalı veya parçalanmalıdır. Dolayısıyla medeniyet basamaklarını tırmanırken, körü körüne enerji üretirsek atık ısıyla gezegeni kaldıramayacağı kadar fazla ısıtarak yaşanmaz hale getiririz. Nihayetinde entropi atık ısı, karmaşa ve kirlilik şeklinde medeniyetimizi çökertir. Aynı şekilde, bilgi üretirken bütün ormanları kesip dağ gibi atık kağıt ve çöp çıkarırsak kendi bilgi çöplüğümüze gömülürüz. Bu bağlamda, her türlü israftan uzak durup entropi koruyucu medeniyet şeklini benimseyerek çöpü ve atık ısıyı denetim altına almak için tüm imkanlarımızı kullanmamız gerek. İnsanlık bir an önce enerji tüketiminin iklimi ve çevreyi giderek bozduğunu, yaşamı tehdit ettiğini idrak etmeli. Üstelik gelecekte enerji ihtiyacı kat be kat artacak. Bunları göz önünde tutarak enerji üretim ve tüketimini denetim altında tutmak gerek. İleri bir medeniyetin oluşturduğu entropi kaçınılmaz olarak giderek artar ama nanoteknoloji ve yenilenebilir enerjilerle atıklar ve verimsizlik bertaraf edilebilir.

2100'e geldiğimizde düşünce gücüyle nesnelere hareket ettirip, ölümlü yaşamı kontrol etmemiz, yıldızlara ulaşmamız kısaca doğanın efendisi olmamız mümkün. Ancak o zaman doğayı korumamız da gerek. Entropinin sınırsızca artmasına izin verecek olursak mahvoluruz. Yüksek miktarda atık ısı ve kirlilik üretilen havaya zehir salan devasa termik santrallere duyulan ihtiyaç, insanlar, enerji tasarruflu cihazlar kullansa ve yenilenebilir enerjiye yönelse büyük oranda azalır. Nanoteknoloji sayesinde makinelerin, atom ölçeğine inmesiyle atık ısı miktarını azaltma imkanımız da doğmakta. Süperiletkenler bu asır içinde geliştirilirse, enerji ihtiyacımız toptan değişecek çünkü sürtünme nedeniyle meydana gelen atık ısınmayı ortadan kaldırmış olacağız. İleri bir uygarlık olmanın daha az enerjiyle daha çok iş becermek anlamına geldiğini kavramak zor değil. Dolayısıyla şimdiden başlayıp enerji tüketimini arttırmak değil, tüketimi etkin ve verimli hale getirmek gerek. Bu aynı zamanda şu anlama gelmekte: insanlık uygarlığı, daha ileri medeniyetler seviyesine ulaşabilmek için farklılıkları kabullenip sorunlarını çözmeye ve doğaya saygı duymaya mecbur.

Yeni ufuklar açan bilim ve teknolojinin geleceğine baktığımda, zorluklar ve tehlikelerin yanında sahici bir umut görüyorum. Önümüzdeki on yıllarda, doğa hakkında öğreneceklerimiz şimdiye kadar keşfedilenlerden kat be kat fazla. Geçmişte bilgilerimiz sınırlıyken dahi, insanlar mantık ve hayalgücüne dayanarak geleceğe dair tahmin yürüttü ve bu tahminlerin birçoğu tuttu. Akıl, bilim ve anlayışın insanlığı geçmişin baskısından kurtaracağına olan inanç pek çok eserde görülebilir. Benjamin Franklin'in insanın madde üzerinde güç sahibi olacağını öngörerek ulaşımı kolaylaştırmak için yerçekimine karşı koyan taşıtlar icat edileceğine dair yazmış olmasından tutun; Marquis de Condorcet'in sömürgelerin sonunda Avrupa'dan kopacağı,

köleliğin kalkacağı ve bilimin insanların hayatını kolaylaştıracağına dair öngörülerinin gerçekleşeceği 18.yy sonunda başka kimin aklına gelirdi acaba? Geçmişten bu yana baktığımızda, milyarlarca insanı geçmişin vahşetinden kurtaran refah ve bolluk yaratan bilim-teknoloji alanında meydana gelen hızlı gelişmeleri tam anlamıyla takdir edebiliriz. Şimdiye kadar keşfettiğimiz en önemli şey bilimin ta kendisi. İnsanlığı bataktan çıkarıp yıldızlara yükselten bilim. Bilgisayar devrimi düşünce gücüyle maddelere hükmetme; biyoteknoloji devrimi ömrümüzü uzatma ve yaşam yaratma; nanoteknoloji, nesnelere şeklini değiştirip bize yoktan var etme kabiliyetini verebilir. Ancak bilim tek başına nötrdür yani tarafsızdır. Bilim esasen yoksulluğun, hastalığın ve cehaletin sonlanmasını sağlayabilir. Ancak art niyetlilerce insanlığın kötülüğüne de kullanılabilir. Bu kudretli kılıç kimin elindeyse kullanırken bilgece davranması şart.

Bilimin ham ve yıkıcı yanına, II.Dünya Savaşı'nda daha önce görülmemiş boyutta tahribata yol açtığında şahit olduk. Zehirli gazlar, makineli tüfekler, hava saldırıları ve atom bombası. 20.yüzyılın ilk yarısındaki vahşet akıl almaz bir şiddet doğurdu. Fakat insanlığın savaş kalıntıları üzerinde yeniden yükselmesini sağlayan da bilim oldu. Bilimin asıl gücü, insanlığa yapabileceği kabiliyeti ve kuvvet vermesidir. Böylece bize seçenek sunar. Bilim, insanlığın yetersizliklerini meydana çıkardığı kadar yenilikçi, yaratıcı ve dayanıklı ruhunu yüceltir. Bu keskin kılıcı ustalıklarla kullanabilmenin şartı bilgelikçe ulaşmaktır. Bana göre bilgelik çağın hayati meselelerini saptayabilme, bunları farklı açılardan tahlil edebilme ve ardından soylu bir hedefe ve ilkeye ulaştıracak olanı seçme kabiliyetidir. Bilgelik sık rastlanan bir özellik değil. Kolay bulunmayan bilgelik, bilgi gibi internet üzerinden de yayılamaz. Bilgi deryasında boğulmak üzere olmamıza rağmen, modern toplumda en değerli şey bilgelik. Bilgelik ve sezi/kavrayış olmadan, amaçsızca sürüklenip sınırsız bilgiye alıştığımızda içimizdeki boşluk hissiyle kalakalırız.

Peki bilgelik nereden gelir? Kısmen, muhalif taraflar arasında akla uygun, mantıklı ve bilgi sahibi demokratik tartışmadan gelir. Bu tartışmalar sıklıkla karmaşık, nahoş ve gürültülü olur. Ancak nihayetinde tartışmadan sahici bir bilgelik çıkar. Amerikan toplumunda bu tartışma demokrasi biçiminde olur. Günümüzde internet tüm aşırılıkları ve hatalarına rağmen, demokratik özgürlüklerin muhafızı olarak belirmekte. Eskiden kapalı kapılar ardında tartışılanlar artık binlerce web sitesinde çözümlenip analiz ediliyor. Dinamik demokratik tartışma ortamının oluşmasını sağlamanın en emin yolu da eğitimden geçer. Çünkü seçmenler ancak eğitilmiş olursa insanlığın kaderini belirleyecek kararları bilgece verebilir. Nihayetinde teknolojilerin ne kadar ileri götürüleceği, ve ne yönde gelişmesi gerektiğine halk kendisi için karar verecektir.

Ne yazık ki, çok sayıda insan gelecekte insanlığı bekleyen zorluklardan bihaber. Eskilerin yerini alacak yeni endüstrileri nasıl oluşturabiliriz? Gençlerimizi iş piyasasına nasıl hazırlayabiliriz? Köhne eğitim sistemini geleceğin zorluklarını karşılamak üzere nasıl düzeltebiliriz? Demokrasinin anahtarı, çağın meselelerini akılcı ve tarafsız şekilde tartışıp ele alabilecek düzeyde eğitilmiş bilgili seçmenlerdir. Zaten bu kitabın amacı da bu yüzyılın nasıl gelişeceğini belirleyecek olan tartışmayı başlatmaktır.

Özetle, geleceği biz yaratacağız. Binlerce uzmanın alın teriyle yarattığı bilim ve teknoloji treni son sürat ilerlemekte. Biyoteknoloji, yapay zeka, nanoteknoloji ve telekomünikasyon. Artık yaşlandım bunları öğrenemem deyip kenara çekilseniz de bu trenin sizi ezip geçmesini engelleyemezsiniz. Fakat genç, enerjik ve hevesli olanlar bu treni kaçırmayacak. Hatta makinist koltuğuna geçmek isteyecekler. Çünkü bilim treni geleceği, insanlığın kaderini temsil etmekte. Bu asrın insanların bilimi bilgelik ve şefkatle iyi yönde kullanacağını dileyelim çünkü insanoğlunun izleyeceği yolu, önümüzdeki yüzyılın getirdiği zorluklarla nasıl başa çıkacağımız ve bilimin sunduğu imkanları nasıl değerlendireceğimiz belirleyecek.

\*\*\*

*“Bilim bilginin, bilgelik ise yaşamın düzenlenmiş halidir.” Immanuel Kant*

*“Toplumun en üzücü tarafı, bilimin toplumun bilgelik biriktirmesinden daha çabuk bilgi topluyor olması.” Isaac Asimov*

*“Demokrasi hakettiğimizden daha iyi yönetilmememizi sağlayan araçtır.” Bernard Shaw*

*“Bilim bir şeyin ne olduğunu belirler, ne olacağını değil. Bilimin alanının ötesinde bulunan değer yargıları vazgeçilmez kalır.” Einstein*

*“Karamsarlık asla savaş kazanmamıştır.” Eisenhower*

*“Geleceğin imparatorlukları aklın imparatorlukları olacak.” Winston Churchill*

*“Herkes kendi hayal gücünü dünyanın sınırları zanneder.” Arthur Schopenhauer*

*“Hayal gücü olmazsa insanlar yok olur.” Eski Ahit*