

BÜYÜK VERİ, ENDÜSTRİYEL İNTERNET ve SAĞLIK ALANINDAKİ UYGULAMALARI

Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş

BETİM KONFERANSLARI

Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş

1967 yılında Ankara'da doğdu. Lise eğitimini Ankara Fen Lisesi'nde ve Kaliforniya'da Casa Roble Fundamental High School'da tamamladı. 1993 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldu. Asistanlık eğitimini Çukurova Üniversitesinde ve Ankara Numune Hastanesi'nde tamamladı. Almanya'da Bonn Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Nöroradyoloji ve Nöroloji üst eğitimi aldı.

Julich GmbH (Almanya)'da ve TÜBİTAK'da araştırmacı, Trakya Üniversitesi'nde Yardımcı Doçent ve Doçent, İnönü Üniversitesi'nde Doçent, Profesör ve Anabilim Dalı Başkanı olarak çalıştı. Trakya Üniversitesi'nde hastane yatak kapasitesinin iki katına çıkartılması ve teknolojik renovasyonu dış destekli projesini, İnönü Üniversitesi'nde ISO belgelendirme projesini, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi bünyesinde Türkiye'nin tek, dünyanın sayılı MR-EEG laboratuvarlarından birinin kuruluş ve uygulaması projesini yürüttü.

Halen Sağlık Bakanlığı Anadolu Kuzey Kamu Hastaneleri Birliği Radyoloji Klinikleri ve Görüntüleme Merkezleri (ANR) Koordinatörü ve İstanbul Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği Şefi olarak görev yapmaktadır. ANR, 600 çalışanı ve 3.5 milyon yıllık işlem kapasitesiyle Türkiye'nin en büyük ve dünyanın sayılı ve saygın görüntüleme müesseselerinden biridir. Prof. Karakaş aynı zamanda Sağlık Bakanlığı Teletıp Danışma Kurulu üyesi olarak görev yapmakta olup ve Ulusal Teletıp Sisteminin proje liderlerinden biridir.

Prof. Karakaş'ın Nörokognitif Görüntüleme Teknolojileri AR-GE'si üzerine uzmanlaşmış bir yazılım ve donanım şirketi bulunmaktadır. Ayrıca, çok sayıda uluslararası endüstriyel şirketlere ve ulusal ve yabancı üst düzey kamu otoritelerine yönetim, teknoloji ve bilişim konularında danışmanlık vermektedir.

Prof. Karakaş'ın 82 uluslararası makalesi, ve toplam 432 bilimsel yayını bulunmaktadır. Bilimsel çalışmaları ulusal ve uluslararası kongre ve sempozyumlarda 19 kez ödüle değer bulunmuş olup, Avrupa Nöroradyoloji Derneği Cum Laude ödülü sahibidir.

BÜYÜK VERİ, ENDÜSTRİYEL İNTERNET ve SAĞLIK ALANINDAKİ UYGULAMALARI

Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş

Editör
Doç. Dr. Hakan Ertin

BÜYÜK VERİ, ENDÜSTRİYEL İNTERNET VE SAĞLIK ALANINDAKİ UYGULAMALARI

Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş

BETİM Konferanslar Serisi No. 1
İstanbul, Haziran 2016

Yayımlayan

Hayat Sağlık ve Sosyal Hizmetler Vakfı
Beşikçizâde Tıp ve İnsani Bilimler Merkezi

İletişim

Kızılelma Cd. Topçu Emin Bey Çıkmaı
No.4 Fatih İstanbul
☎ 0212 632 0369 📠 0212 632 0328
🌐 betim.org.tr 📧 bilgi@betim.org.tr

Tasarım Uygulama

Ahmet Yumbul

Baskı ve Cilt

Pınarbaş Matbaacılık Ltd. Şti.
0212 544 5877

ISBN

978-605-86957-4-0

©  BETİM

Bütün hakları saklıdır.
Yazılı izin olmadan, tanıtım amaçlı
kısa alıntılar dışında hiçbir yolla çoğaltılamaz.

SUNUŞ

BETİM, kurulduğu günden bugüne, gerek yurt dışından gerekse yurt içinden birçok yetkin ve saygın konuşmacıyı ağırladı. Dünyanın lider etik merkezlerinden kabul edilen Kennedy Etik Enstitüsü'nden Prof. Hans-Martin Sass, Prof. Robert Veatch ve İngiltere'nin saygın biyoeetik uzmanı Prof. John Harris gibi birçok bilim insanı, atımız altında konferanslar verdiler. Bir süre önce BETİM olarak, bu çok sayıdaki konferansımızı kitaplaştırma kararı aldık. BETİM Konferansları Serisi adını verdiğimiz bu seriyi, ülkemizden değerli bir bilim adamının, Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın BETİM'de vermiş olduğu Büyük Veri, Endüstriyel İnternet ve Sağlık Alanındaki Uygulamaları başlıklı konferansın içeriğini yazıya geçirdiğimiz bu kitap ile başlatıyoruz. Bugün serinin bu ilk kitabını sizlere sunmaktan çok mutluyuz.

Günümüzde tıbbın sosyal bilimlere duyduğu gereksinim iyiden iyiye fark edilmeye ve anlaşılmaya başladı. Bilindiği üzere son yıllarda birçok önemli filozof ve düşünür, tıbbi uygulamalar ve tıbbın geleceği ile ilgili kitaplar yazmakta. Tıp etiği, sağlık sosyolojisi ve antropolojisi, sağlık ile ilgili kültürel meseleler ve benzerleri, daha önce hiç olmadığı kadar önem kazandı. Beri yanda tıp ve teknoloji ilişkisi de, artık hayati bir rol oynamaya başlamış olan internet ve bilgisayar kullanımı ile önceki tartışmalarda ele alınanlardan daha farklı bir boyut kazanmış durumda. Artık internet ve bilgisayar; tıpta verimliliği artırmak, tıbbi verileri kaydetmek ve işlemek, aktarım ve iletişim sağlamak için vazgeçilemez nitelikte. Belki buna sağlığın organizasyonunu da eklemek gerek. İşte bu noktada bu konferans, bir yandan tıp–teknoloji ilişkisinin bu yeni boyutunu bize tanıtırken bir yandan da böylece yeni ahlaki tartışmaların gündemimize gelmesine vesile oldu.

BETİM 2012 yılında kurulduğundan bu yana tıp ve insani bilimler multidisiplininde ülkemizdeki yegane kurum olarak, üstlenmiş olduğu misyon doğrultusunda bilimsel faaliyetlerine devam ediyor. Gün geçtikçe çalışmalarımıza, ana eksenimize uygun, yeni yeni kulvarlar ekliyoruz.

Öyle ki bugün, yani 2016 yılının ilk yarısı itibarıyla, Health, Culture and the Human Body kongrelerinin dördüncüsüne hazırlanıyoruz. Bu Eylül Almanya'nın Bremen kentinde tıp ve insani bilimler alanlarından önde gelen bilim insanları ile buluşacağız. Bu dörtlüdeki ilk iki kongremizden seçtiğimiz makaleler ise 2014'te BETİM Kitaplığı'nın ilk kitabı olarak, Health, Culture and the Human Body: Epidemiology, Ethics and History of Medicine, Perspectives From Turkey and Central Europe adı altında basıldı.

Yine BETİM'in yeni hakemli dergisi Journal of Health and Culture İngilizce olarak Haziran 2016'da yayın hayatına başladı, şimdilik yılda iki kez yayınlanacak olan dergimiz, en kısa sürede ulusal ve uluslararası indekslere girme hedefliyor.

Geçen yıllarda BETİM'in faaliyet ve çalışma alanlarına uygun lisanüstü tezleri basmayı da planlamıştık. İlk olarak 2015'te, Uzm. M. Kemal Temel'in yüksek lisans tez çalışmasından yola çıkarak yazmış olduğu Gelmiş Geçmiş En Büyük Katil: 1918 "İspanyol" Gribi adlı kitabını yayımladık.

Tıp tarihi, tıp etiği ve ilgili alanlardan müstesna hocalarımıza saygımızın bir ifadesi olacak olan armağan kitaplar serisini de yayımlamaya başlamak üzereyiz. Bu serinin ilk kitabı, bu hocalarımızdan Prof. Dr. Nuran Yıldırım adına hazırlandı. Bir ay içinde o da masalarımızın üzerindeki yerini alacak.

Her gün artan bir heyecanla sürdürdüğümüz çalışmalarımızı ilgi ve takdirlerinize sunarız.

Doç. Dr. Hakan Ertin
BETİM Genel Direktörü

Ben radyoloji profesörüyüm, uzmanlık sonrası çalışmalarımı da Almanya Bonn Üniversitesi'nde epilepsi elektrofizyolojisi ve beyinden elde edilen derin elektriksel kayıtlar üzerine yaptım. Uzun zamandır tıp bilişimi ile yakından ilgiliyim, zaten Almanya'daki çalışmalarım da klinik araştırmalardan ziyade sinyal işleme (*signal processing*) üzerine idi. Bu yüzden veri dönüşümü, ileri veri analiz teknikleri, vb. bilişim alanlarıyla geçmişten gelen kuvvetli bir bağım var.

Giriş

Son birkaç yıldır çokça duyuyoruz: Büyük veri (*big data*), bulut (*cloud*), bulut bilişim (*cloud computing*), endüstriyel internet. Hatta sonuncusuna son dönemde Endüstri 4.0 ya da Sanayi 4.0 denmeye de başlandı. Günlük yaşamımızda iCloud gibi başka terimleri de sıklıkla kullanıyor ve bu terimlerin işaret ettiği bilişim hizmetlerinden akıllı telefonlarımızda vb. ortamlarda faydalanıyoruz. Peki, bunlar gerçekte nedir? Mesela bir verinin “büyük veri” olarak adlandırılabilmesi için tam olarak ne büyüklükte olması lazım? Örneğin, 1 GB mı, 10 GB mı, ya da 100 GB mı? Ya da mesela bulut terimi nereden geliyor? O yüzden, konuşmamda öncelikle size endüstriyel internet alanı ile ilgili temel bazı bilgileri aktaracağım, daha sonra da tarafımızca gerçekleştirilen uygulamalardan örnekler vereceğim. Eğer süre kalırsa halen araştırma aşamasında olan ve yakın gelecekte uygulanması mümkün görülen bazı örneklerden de bahsedeceğim.

Günümüzde internet olmadan yaşamamız mümkün değil. Ne bir sosyal çevre edinebiliriz, ne de alışveriş yapmak ya da bir otel için rezervasyon yapmak gibi günlük alışıldık faaliyetlerimizi gerçekleştirebiliriz. Tabii şimdi bu son sözü biraz da eleştirel

olarak söyledim. Örneğin, akıllı telefonumda Yandex uygulaması olmasaydı ben burayı nasıl bulacaktım? Ya da banka hesabıma istediğim anda ulaşıp bir yerden bir yere nasıl anında para transfer edecektim? Günümüzde bilgisayarlar ve mobil internet olmadan yaşamak gerçekten mümkün değil, tüm bu teknolojiler ve sundukları olanaklar yaşamımızın vazgeçilmez parçaları oldu. Hatta artık “şarjım bitti” diyoruz. Şarjım bitti ne demek? Telefonun şarjı değil, sanki bizim şarjımız bitmiş oluyor. Çünkü artık o (akıllı telefon) bizim beynimizin doğal bir uzantısı. Apple’ın efsanevi kurucusu Steve Jobs’ın dediği gibi “O bir bisiklet”. İnsanlık için bisiklet kadar önemli bir buluş. Tüm bu teknolojiler bizim beynimizi hızlandırıyor, beynimizin kapasitesini arttırıyor ve bir anlamda, bisiklete benzer şekilde, onsuz erişemeyeceğimiz noktalara kolaylıkla ulaşmamızı sağlıyor. Ama tüm bu olanaklar gerçekte sadece birer başlangıç. Esas olan çok daha büyük cihaz sistem ve ağların birbirlerine bağlanması ve elde edilen bilgilerin kullanıcıların istifadesine akıllı bir şekilde sunulması ki, biz buna “endüstriyel internet” diyoruz.

Endüstriyel interneti tüketici internetinden (*consumer internet*) ayıran temel fark ilkinde akıllı makineler olmasıdır. Bu makineler bir dokuma tezgahından, uçağa ya da bir füzeye kadar değişen bir aralıkta farklı tipte makinalar olabilir. BT (bilgisayarlı tomografi), vital monitör, v.b.de birer cihaz. Sonra bunlardan filolar var. Mesela bir hastane içerisindeki bütün BT ve röntgen cihazlarından oluşan radyoloji cihaz filosunu düşünün. Ve bu filolardan oluşan ağlar var. Örneğin bütün İstanbul’daki hastanelerin radyoloji cihaz filo ağlarını göz önüne getirin. Endüstriyel internetin ikinci temel farkı kullanılan ileri analiz yöntemleri ki bunlar lineer ya da basit analizler değil. Bunlar, mesela, önümüzdeki hafta İstanbul’da beklenen meteorolojik koşullarda ve bu koşullar nedeniyle örneğin bir grip salgınınun oluşması vs. durumunda hastanelerimizde yatak işgal oranı ne olacak gibi şeyler. İleri analiz yöntemleriyle bunlara göre planlar yapabilirsiniz ve bu planlara göre düzenlenen hizmetleri insanlara sunabilirsiniz, en önemli fark, endüstriyel internet kullanımının verimliliği ileri derecede arttırma potansiyeline sahip olmasıdır. Tüketici interneti ise ve-

rimliliği gerçekte arttırmazken –neden arttırmayacağını az sonra söyleyeceğim– endüstriyel internet verimlikte ciddi iyileşmelere neden oluyor ve bu artışın yüzde yirmi civarında olacağı kabul ediliyor. Verimlilik artışı %20 yerine diyelim ki sadece %1 olsaydı bile bu artış küresel ölçekte sırf sağlık harcamalarında yılda altmış üç milyar dolar düzeyinde bir iyileşmeye neden olacaktı. Altmış üç milyar dolar Türkiye'nin gayrisafi hasılasının yaklaşık %10'u demek. İyileşme oranı yılda yüzde on olsaydı Türkiye'nin gayrisafi milli hasılası kadar olacaktı, yüzde yirmi olsaydı dünyada her yıl iki tane Türkiye büyüklüğünde ekonomi yaratacaktınız ve bunu sadece sağlık harcamalarındaki verimlilik artışıyla yapacaktınız.

Endüstriyel internetin bizim gibi ülkeler için bir başka etkisi daha var, “leapfrog” denen bu etki şu anlama geliyor: Şimdi bir veri merkezine gelen çok sayıda kablo düşünün Bunlar bir veri merkezine gelen çok sayıda bağlantılardır. Günümüzde artık böyle bağlantılar yapmanıza gerek yok. Kablosuz olarak bunları tamamen atlayabiliyorsunuz ya da örneğin Sahra altı Afrika'da artık kimse kablolu telefon hatları filan kurmuyor, çünkü orada herkeste cep telefonu var. Adamlar başka insanların gittiği yoldan gitmiyorlar, son noktaya en başta giderek büyük bir ilerleme ve böylelikle masraflarda büyük azalma sağlıyorlar. Buna da “leapfrog etkisi” deniliyor. Tüm bu anlattıklarım endüstriyel internetin kısa bir özetiydi. Belki dinleyicilere biraz karmaşık gelmiş olabilir. O nedenle şimdi bu karmaşık hikayeyi biraz açalım.

Endüstriyel İnternetin Mantıksal Temeli

Endüstriyel internetin temeli nedir, yani neden böyle bir şeye gereksinim duyuldu? Tabii ki para için duyuldu, para dünyadaki itici güç para. Para kazanmak için, daha fazla para kazanmak için. Para kötü bir şey değil. Aslında, doğru yönde kullanıldığı zaman daha fazla ekmek demek, daha fazla su demek, daha fazla insanı daha müreffeh yaşatmak demek Peki tüm bunlar nasıl olacak?

Şimdi, endüstri devrimi öncesi Avrupa'da verimlilik artışı hiç yok. İnsanoğlunun son bin yıldaki büyümesi 1800 yılına kadar kişi başına düşen milli gelire göre sadece yüzde seksenler civarında. Yani bu şu demek: Bin yıl boyunca biz yılda sadece ortalama kişi başına

1.000 dolar civarında bir para kazandık. Diyelim ki 1000 yılında Malazgirt Savaşı sırasında bin dolar kazanırken, 1800 yılında 2.000 dolar kazanıyor olduk. Neden? Çünkü tarım devriminden sonra üretkenlik ve verimlilikte ciddi bir atılım yapılamadı –tarım devrimi de biliyorsunuz 1000’li yıllarda yapılmıştı– ne zamana kadar? Buhar makinesinin icadına kadar. 1800’lü yıllarda buhar makinesinin icadı ve kitlelerin istifadesine sunulmasıyla artık insan emeğinin yerini çok büyük makineler aldı. Bu makinelerle beraber gayrisafi milli hasıla ve kişi başına düşen milli gelir hızla arttı ve on üç katına çıktı. İnsanoğlu 150 senede bin yılda yaptığının neredeyse on üç katını yaptı. Nüfus çok aşırı derecede arttı. Toprakları tükettik, ağaçları kestik, madenleri bitirdik, etrafı kirlettik. Bunu, insan gücü ile makineleri birleştirerek, doğayı da oldukça yıpratma pahasına başardık. Tüm bu tahribat bir noktadan sonra daha fazla zenginleşmemizi de sağlamadı, buna yetmedi. Yetmediğini nereden biliyoruz? 1970’li yılların başında verimlilik artışı dünyada durdu, ekonomi daha fazla gelişmemeye başladı. Bu bildiğimiz anlamdaki endüstri devriminin sonuydu, fakat daha sonra ilginç bir şekilde 1990 ve 2000 yılları arasında dünyadaki verimlilik –ki bunu kabaca insanların ceplerine giren para olarak düşünelim– bir anda tekrar artmaya başladı ve hatta eskisini yakalar gibi oldu, insanlar “yaşasın” dedi. Peki, bu ikinci büyüme dalgası nereden geliyordu? Bu ikinci dalga bilgisayarlardan geliyordu.

Bilgisayarlar 1950’li yıllarda insanlığın istifadesine sunulmuştu, sayıları 1955 yılında tüm dünyada sadece 250 civarındaydı. Şimdi ise mobil cihazlarla birlikte sayıları milyarları geçmiş durumda. Ama maalesef petrol krizini izleyen dönemde oluşan bu (ikinci) dalgada durdu ve 2000’li yılların hemen başında dünyadaki verimlilik eski seviyesine düştü, dünya daha fazla üretemez oldu. Peki, bu kadar insan nasıl beslenecek, ilerlememize nasıl devam edeceğiz? Birleşik Devletler dünyanın üretici gücü olarak kabul ediliyor biliyorsunuz ve büyüyemiyor. Türkiye verisi de var, Çin verisi de var, onlar da büyüyemiyor esasında, bu konu ile ilgili haberleri gazetelerin ekonomi sayfalarında her gün görebiliyorsunuz. Peki, ne yapacağız? Nasıl buhar makinesinin başlattığı endüstri devrimi benzin motorunun bulunması ile hızlandıysa;

bilgisayarların kabaca on yıl süren devrimini de, aynen buhar makinesi ve benzin motoru örneğinde olduğu gibi, yeni bir bilişim çağı ile ivmelendirerek sürdürmeye çalışıyoruz, işte bunu sağlayacak etkene kısaca “büyük veri” diyoruz.

Büyük Veri (*Big Data*)

Büyük veri bilişimdeki, bilgisayarlardaki ya da bilgi işlemedeki “yeni şey”. Büyük veri, yeni olmasının ötesinde çok da önemli bir şey, çünkü bunun sayesinde çocuklarınız daha iyi beslenebilecek, daha temiz bir çevrede yaşayabilecek ve daha mutlu bireyler olabilecekler. Bu geleceğin devrimi! Büyük veri, verinin (*data*) – bu yapısal olabilir ya da olmayabilir– üstel (*exponential*) şekilde büyümesi ve bizim hizmetimize sunulması olayıdır. Peki, büyük veri neden çok önemli? Çünkü daha fazla veri daha fazla analiz demek, daha fazla analiz daha iyi karar vermek demek, daha iyi karar vermek de operasyonel olarak verimliliği artırırken maliyetleri ve riskleri düşürmek demektir. Şunu biliyoruz ki bir örneklem ne kadar büyükse, analizin sonucunda elde edilecek doğruluk da o derece yüksektir, bu işin temelidir. Yani büyük veri iyi bir şeymiş, doğru mu? O zaman sorun ne? Bize bir devrim lazım, o da büyük veri, tamam işte! Biz neden vakit kaybediyoruz, hemen koşalım, veriyi işleyip işimize bakalım diyebilirsiniz. İşte maalesef o iş o kadar kolay olmuyor.

Büyük verinin temeli şu: Büyük veri o kadar büyüktür ki, konvansiyonel yöntemlerle belli bir zaman diliminde kaydedilemez ve işlenemez. Siz bu veriyi elinizdeki mevcut teknolojilerle ne işleyebilirsiniz, ne kayıt altına alabilirsiniz, ne de saklayabilirsiniz. Yaparsanız bile, bunu size gerektiği zamanda yapamazsınız. Yani bunu uçaklar havada çarpışmadan önce yapamazsınız, ancak belki çarpıştıktan on yıl sonra neden çarpıştıklarını ortaya koyabilirsiniz. Ama sizin onu gerçek zamanlı (*real-time*) olarak yapmanız lazım. Büyük veri ve bizim işleyebildiğimiz veri arasındaki farklılık “information overload” olarak bilinir. Yani konvansiyonel bir bilgi işleme sisteminiz varsa bu kadar büyük veri sizde bir bilgi aşırı yüklenmesine neden olur, bilgi aşırı yüklenmesi ise adeta kara delik gibidir. Böyle büyük bir veri ile karşılaştığınızda, mesela siz

bir doktorsunuz, yirmi yıllık bir doktor olarak birçok bilgiyi unutmuş olmanıza rağmen, çok iyi hasta tedavi edebilirsiniz ama daha yeni tıp fakültesinden mezun olup ilk hastanızı muayene ederken aklınıza bütün öğrendikleriniz gelince ne yapacağınızı bilemeye bilirsiniz. En önce en nadir hastalıkları düşünmeye başlarsınız, ondan sonra da dışarıda zaten seksen tane hasta beklemektedir, kargaşa çıkar. Çözüm onca veri içerisinde en anlamlı olanlarını hızla bulmak ve o verileri yararlı şekilde ve hızla işlemektir.

Büyük Verinin Temel Özellikleri

Büyük verinin bazı özellikleri, temel bazı boyutları var ki, konuyu iyi anlamak için öncelikle bunlardan bahsetmemiz gereklidir. Bu özellikler, hacim (*volume*), hız (*velocity*) ve çeşitlilik (*variety*); bunlara kısaca 3V deniliyor. 3V'yi anlamadan büyük verinin ne olduğunu anlamak çok kolay değil, ya da çok basit bir şey yanılması doğabiliyor.

Hacim (Volume)

Öncelikle hacim nedir, oradan başlayalım. Yıllardır bankalarda, finans sektöründe yapılan işlemler var. Bu işlemler yapısal veri kategorisindedir; sonra yapısal olmayan veriler, örneğin gönderdiğiniz e-posta mesajları (yarı yapısal), gönderdiğiniz müzikler (yapısal olmayan) var. Hastanelerde de birçok veri üretiliyor. Örneğin, radyolojik incelemeler (yapısal olmayan), doktorların hasta ve hastalıklarla ilgili notları (yapısal olmayan), vital monitörlerden gelen bilgiler (yapısal), patoloji uzmanlarının yazdıkları raporlar (yapısal olmayan) olmak üzere birçok veri üretiliyor. Yakin geçmişe kadar bu verileri saklamak büyük bir sorundu; örneğin, radyoloji kliniklerinde üretilen terabaytlarca bilgiyi nasıl saklayabileceğimizi düşünürdük, bu çok pahalı bir görevdi. Yalnız tıptaki terabayt kavramı evlerimizdekinden biraz farklı, bunu bilmeniz lazım; yani birkaç yüz dolara bir harddisk alarak bu veriyi saklayamazsınız, onbinlerce dolar yatırım yapmanız lazım. Ne olursa olsun, günümüzde bu çok önemli bir sorun değil, artık çok büyük verileri bile uygun maliyetle saklayabiliyoruz. Fakat şimdi bu çok büyük veri içerisinde anlamlı verileri bulmak önem taşımaya başladı. 2011 yılında dünyada toplanan verinin toplamı 1,8

trilyon gigabayta (GB), yani 1,8 zettabayt'a (ZB) ulaşmış idi, bu da evrendeki yıldızların sayısından daha fazladır. Ama günümüzde onu da geçtik, artık yılda 4,8 zettabayt üretiyoruz. Dünyada (2011 yılı itibariyle) tarih boyunca üretilen tüm verilerin üç katı bir veri üretmeyi tek bir yılda başarıyoruz. İstanbul'un yolları nasıl günümüz trafiği için yetersizse –çünkü buna göre asla düzenlenmedi, belki iki milyon kişilik bir şehir için düzenlendi– işte ne oluyor, İstanbul trafiği içinden çıkılmaz bir hal alıyor, bilişim sistemleri de başlangıçta bu kadar büyük bir veri için tasarlanmamıştı. Böyle bir veri düzeyi 2011 yılında bile hayal edilmemişti. İşte bu yüzden sistemlerimizde yavaşlama ve çökmeler yaşıyoruz. Size şöyle bir örnek vereyim: Commodore 64. Hatırlayan ya da kullanan var mıdır? 2008 yılında yüzde yetmiş sekiz marka bilinirliğiyle hala dünyanın en bilinen bilgisayarıydı. Ben çok daha eski modelini de kullanmıştım, 64 kilobaytlık bir RAM belleğe sahipti. Yani şu rakamı (4.800.000.000.000.000 MB) bir de 15 ile çarpmanız lazım (72.000.000.000.000.000), ancak o kadar sonsuz sayıda Commodore 64 bir yıllık verimizi RAM belleğinde tutabilir. Biraz önce size “büyük veri ne kadar büyük?” diye sormuştum. Ben Bartınlıyım, Bartın'da mesela üç bin otomobil vardır, Milyonlarca araç olan İstanbul da sadece tek bir otoparkta bile üç bin otomobil bulabilirsiniz, İstanbul da yüz bin araç olduğu zaman bu durum İstanbullular için bir cennet. Ama örneğin Bartın için değil. E-posta ile bir dosya gönderirken ne kadar bir veri yükleyebiliyor, ya da gönderebiliyorsunuz? Demek ki 16 MB e-posta için büyük veri. Hepiniz telefonlarınızla fotoğraf çekiyorsunuzdur, bunları (bilgisayarınıza) yüklüyor, bir kısmınız da bunları boyuyorsunuzdur, Photoshop veya başka programlarla. Orada 1 terabaytlık (TB) veri büyük veri. Çünkü hiçbir bilgisayar 1 TB'lık tüm görüntü arşivinizi bir anda işleyemez, bu işlem günler belki de haftalar sürer, siz tüm görüntülerinizi işleyene kadar orada görüntülerini işlediğiniz küçük yeğeniniz bir sonraki doğum gününü kutlar. O nedenle orada 1 TB büyük veri. Ama 1 TB'de hastane için büyük veri değil, hastane için de belki 10 TB büyük veri ve dünya için de ZB büyük veri. İşte bakın burada büyük veriyi görüyorsunuz: Dünyadaki uçakları yönetmek, dünyada kaç tane ticari uçak vardır? Yirmi

iki bin adet uçak var, bu uçaklara bağlı 47 bin tane motor var, jet motoru, her jet motorunun etrafında dönen üç tane önemli parçası vardır. Demek ki 150 bin parçadan size veri geliyor. Bu veriler anlık olarak işlenmek zorunda, işlemezeniz ne olur, uçaklar belki de problem yaşar. Şimdi hastaneye gelelim: Bir yoğun bakımı, bir yoğun bakım yatağının etrafındaki cihazları düşünün. Bunların her biri her saniye veri üretiyor ve bunlardan sadece bir hastanede belki 100 tane var. Bunun gibi belki o ülkede 500 tane hastane var ve bunların hepsinden veri geliyor işte burada da bu büyük veri.

Hız (Velocity)

Veri artık büyük bir hızla geliyor. Veriyi almak önemli değil, veriyi aldığınız anda, uçak havadayken ve inişten çıkışta işlemelisiniz ki uçaklar birbiri ile çarpışmasın, hafif bir rüzgarda uçak yana yatsın. Peki veriler başka nerelerden geliyor? Bunlar sensörlerden, RFID cihazlarından, akıllı telefonlardan, diğerlerinden ve o kadar hızlı geliyor ki veriyi saklamamanın dışında işlemek de artık bir sorun. Biz veriyi saklıyoruz ama işleyemiyoruz. Facebook'ta günde 250 milyon adet fotoğraf yükleniyor, dünyada beş milyar kişi her gün bir şekilde ya elektronik mesaj atıyor, *tweet* atıyor ya da buna benzer şeyler yapıyor. Amerika'da bir market zincirinde (Walmart) her saat başı bir milyon adet işlem yapılıyor ve bunların hepsi bir yerlerde kayıtlı, korkunç bir veri akıyor. Günde 154 milyar e-posta atılıyor. Bu konu ile ilgili de yeri gelmişken söyleyeyim, bilgi teorisyenleri diyor ki, e-posta mesajınıza bakın; hemen cevap vermiyorsanız silin, yoksa onu daha sonra yanıtlamanız pratikte mümkün olmayacaktır. Yapılan araştırmalar, şirket çalışanlarının, günde ortalama 1,6 saat, e-posta mesajlarının hangisinin önemli, hangisinin önemsiz olduğuna karar vermekle zaman geçirdiğini, bu nedenle de asli işlerini yapamadıklarını, yani aşırı bilgi yüklenmesi oluştuğunu ortaya koyuyor.

Çeşitlilik (Variety)

Çeşitlilik, biraz önce verilerin çok çeşitli yapısal, yarı yapısal ya da yapısal olmayan çeşitleri olduğundan bahsettim. Ben, 1982 yılında ilk bilgisayarımı aldım, bir kısmınız belki o tarihlerde değil, 64 bit'lik bir bilgisayardı, megabayt demiyordum. Anne-

min Hacettepe Üniversitesi Biyofizik Enstitüsü'ndeki işyerinde de 1973 yılında bir kilobaytlık bir IBM marka bir bilgisayar vardı. Belki de Türkiye'nin sayılı bilgisayarlarındandı. O zaman tüm veriler yapıldı, programlar delikli kartlara basılırdı, çıktı olarak da birtakım rakamlar, sayısal tablolar çıkardı, her iş rakamlarla yürüdü, günümüzde artık farklı tipte başka veriler de türedi.

Değişkenlik (*Variability*)

Büyük verinin iki özelliği daha var: “complexity” ve “variability”. Bunlardan bir tanesi değişkenlik (variability). Bu şöyle bir şey: Benzinciye gidiyorsunuz, yirmi tane pompa var, hepsi boş. Bu yirmi pompa sizce neyi bekliyor? Tabii ki bayram gününü bekliyor. Bir gün Edirne'ye giderken yirmi pompalı istasyonda kuyruğun yüz metre dışarıya sarktığını görmüştüm. Peki, –bayram gününün olmadığı zamanlarda– bu pompalar neyi bekliyor? Hiçbir şeyi beklemiyor, o dönemde verimsizlik oluşuyor. O pompalar yapıldı, başlarına pompacı tutuldu, oralara benzin depolandı; bu verimsizliktir, yani bizim verilerimizde de böyle günlük, mevsimsel ya da olayla tetiklenen dalgalanmalar oluyor. Mesela Türkiye'deki veri dalgalanması en son ne zaman oldu? Gezi olaylarında oldu, adamların (Twitter) Türkiye'deki kullanıcı sayıları yüzde 1.300 arttı. Buna göre, örneğin bin kullanıcıya göre tasarlanmış sisteme bir anda 13 bin kullanıcı yüklenebilmesi de büyük verinin bir özelliği.

Karmaşıklık (*Complexity*)

Bir de karmaşıklık (*complexity*) var. Artık veri her yerden geliyor; bankadan geliyor, evden geliyor, çiçekçiden geliyor, uydudan geliyor, her yerden geliyor. Akıllı saatlerden, akıllı telefonlardan geliyor. Eskiden tüm bu veri kaynakları ayrı ayrı değerlendirilirdi. Mesela A bankasının verisi ile B bankasının verisi birbirine karışmazdı, şimdi bunlar artık belli veri merkezlerinde birleşiyor. Eskiden Sağlık Bakanlığı ile diğer bakanlıkların elektronik ortamda hiçbir alakası olmazdı, ama artık belli bir yere gidiyor veriler. Örneğin, akıllı telefonunuzla konuşuyorsunuz, Amerikalı yetişkinlerin %86'sının şu anda nerede olduğu kesin olarak biliniyormuş. Tüm veriler belli noktalarda analiz ediliyor ve hesaplanıyor hepsi bir araya gelince de anlamlı oluyor, buna da karmaşıklık deniyor.

Nesnelerin İnterneti (*Internet of Things*)

Büyük veri denince, gündeme nesnelerin interneti (*Internet of Things, IoT*) kavramı geliyor. Çok sayıda veri kaynağı var, onların her biri bir nesne. Eskiden büyük bir lokomotif anlamı bir veri kaynağıydı, şimdi ise her şey bir veri kaynağı. Evdeki bavullarınız bile bir veri kaynağı, niye biliyor musunuz? Geçen gün eşimle başımıza geldi, çok enteresan, her yıl bin valizden biri kayboluyormuş ve bu valizlerin bulunması için valiz başına 800 dolar harcama yapıyormuş. Bu da yılda 30 milyar dolarlık bir harcama demek. Şimdi her valize bir çip yerleştirilmek isteniliyor ki, valizlerin nerede olduğu hemen saptansın. Valizler bile artık büyük bir veri kaynağı haline gelecek.

Nesnelerin internetinde söz konusu olan nesnelere günlük hayatta kullanılan şeyler. Uçak zaten bir nesne, o eskiden de bir nesneydi, ama şimdi nesnelerin interneti denince daha çok kişisel bilgisayarlar, su sayaçları, akıllı kol saatleri, buzdolapları, otomobiller, trafik ışıkları, vs. tüm bunları anlıyoruz ve nesnelerin sayısı 2050 yılında elli milyar olacak. Düşünebiliyor musunuz, dünyada yaşayan insan sayısının yaklaşık on katı sayıda nesnelere ordusu birbirleri ile haberleşecekler. Peki bunu neden yapacaklar? Anlamli bir bütün oluşturmak için. Peki bu anlamli bütünü nasıl oluşturacaklar? Öncelikle bunların kendilerine göre bir akılları olacak tabii ve bunlardan gelen bilgiler biz insanlara anlamli bir şekilde sunulacak. Bunlar hep dediğim gibi endüstriyel internetin çıkış noktalarını oluşturuyor. Şimdi bu nesnelere nelerdir, biraz onlara bakalım.

IoT'nin Temel Bileşenleri

Nesnelerin internetinde temel bileşenlerden biri nesnelere, bunlara zamanda varlık (*asset*) da deniliyor. Bu nesnelere hastanedeki BT cihazı da olabilir, akıllı telefonunuz da olabilir, evinizdeki LED ampuller de olabilir. İkinci bileşen, bu nesnelere birleştiren ağlar ki bunlar artık kablosuz (*wireless, bluetooth vb.*) teknolojileri içeriyor. Üçüncü bileşen ise bu nesnelere gelen veriyi işleyen bilişim sistemleri (*computing systems*). Nesnelere bu altyapıyı kullanarak birbirleri ile iletişim kuruyor ve faaliyetlerini optimize ediyorlar. Nasıl ve niye optimize ettiklerini anlamak için mesela bir şehrin sokak

aydınlatmalarını düşünün. O aydınlatmaların hepsi gelecekte akıllı olacak, birbirlerine bağlanacak. Bir noktada ışık arttığı zaman, öbür noktadaki gereksiz ışık azalacak. Böylece büyük bir enerji tasarrufu olacak, eskisine göre çok daha iyi aydınlanacağız ve aynı zamanda aydınlatmaya çok daha az para harcayacağız.

Peki, bu (endüstriyel internet) olmazsa ne olur? Şöyle bir şey olur, hatırlarsınız belki, BBC bir haber yapmıştı: 31 Mart 2015 tarihinde ülke genelini etkileyen ani elektrik kesintisi olmuştu. O zaman iki tane enteresan şey gözlemlendi: Trafik ışıkları yanmayınca trafik sorunu çözülmüş gibiydi. Bu trafik ışıkları nasıl nesnelermiş ki, birbirleri ile haberleşip diğer günlerde İstanbul trafiğini keşmekeş etmişlerdi. Ama 31 Mart günü trafik ışıkları çalışmayınca daha iyi olmuş, demek ki burada değiştirilmesi gereken şeyler var, yani yeni şeyler söylemek lazım. Ama aynı gün, bir başka tarafta trafik sorunu çözülememiş. Flight radar 24'ün topladığı verilere göre aynı gün Türkiye'nin hava sahasındaki trafik karmaşasını görüyorsunuz. Uçaklar havaalanlarına inemedikleri için, hepsi sıraya dizilmişler, birbirleri ile neredeyse çarpışmaya yakın uçuyorlar. Günümüzde nesnelere interneti olmadığı vakit işiniz bir anlamda Allah'a kalmıştır demektir.

Peki, biraz önceki olayda trafik ışıkları yanmayınca İstanbul'un trafik sorunu nasıl çözülüyor, ya da tam tersi, nasıl karmaşıklaşıyor? Bu paradoksun kaynağı ne? Çünkü size bahsettiğim üzere, büyük veriyi geleneksel metotlarla ne saklayabiliyor, ne de zamanında işleyebiliyorsunuz. Günümüzdeki tüm sistemler tüketici elektroniğine, tüketici internetine yönelik sistemler, devlet tarafından kullanılan en büyük sistemler –belki Pentagon'unkiler bile– öyle. Peki, nasıl olması lazım?

Bulut (Cloud)

Bulut (*cloud*) nedir? Bulut, konuyla ilgili bilginiz yoksa başlangıçta kötü bir şey olarak algılanabiliyor. Gözle görülmeyen, dağılan bir şey. Öyleyse neden bir buluta ihtiyaç var? Bu konferans öncesi sohbet ederken konuştuğumuz konulardan biri de oydu: Hasta verilerini buluta göndereceğiz, göndermeyin! Buluta gittiğinde bir bilinmeyendir ve bilinmeyen biri onları alabilir. Evet, böyle bir risk

gerçekten var. Sizin hasta olduğunuz Amerikadaki biri tarafından öğrenilebilir, ya da tam tersi siz de onunkini öğrenebilirsiniz, ya da başka şehirdeki bir bilgisayar korsanı (*hacker*) banka hesabınızı görebilir. Ama şimdi bulut kullanılmazken de görebilir, demek ki bulut kullanımı güvenlik sorununun başlıca kaynağı değil.

Bu konuşmada söz konusu edilen veriler o kadar büyük ki, onların nasıl işleneceğinden söz etmeden önce, onların saklanmasına değinmemiz lazım. Bu kadar büyük bir veriyi, özellikle de boyutsal artışını öngöremediğiniz bir veriyi saklayabilecek tesisler şimdiden yapılamaz, dünyada bunu yapacak para yok. Şöyle söyleyelim: 2020 yılında saklanacak veri bugün var olan sistemlerde saklanamayacak, o verileri saklayacak hard diskler vs. de henüz üretilmedi. Kimse bunları şimdiden toplu olarak alarak ileriye yatırım yapmıyor, çünkü depolama cihaz ve sistemlerinin fiyatları giderek ucuzluyor. Hatta yavaş ve güvensiz olduğu terk edilmiş olan eski ve ucuz depolama yöntemlerini daha etkin kullanan yeni yazılımlar geliştiriliyor. Veri depolama yöntemlerinin kapasiteleri de giderek arttığı için hiç kimse bunları önceden almıyor, onun yerine veri ürettikçe almayı tercih ediyor. O nedenle dev veri merkezlerini bugünden kurarsanız çok pahalı yatırımlar olur. Peki, ne kadar güzel; veri ürettikçe, öbürlerinin yanına yeni hard diskler eklerim. Bu çözüm pratikte işlemiyor, çünkü tüketici elektroniğinde kullandığımız sistemler sınırsız genişlemeye uygun değil. Hepinizin bilgisayarında sabit bellek vardır. Siz, bilgisayarınızda 1 TB depolama alanını istesenez de 10 TB yapamazsınız, çünkü bilgisayarınızın yapısı ve işletim sistemi 10 TB'yi desteklemiyor, belki en fazla 1 TB destekliyor. Bu sınırlamaya ek olarak, sistemlerin size zamanında yanıt vermesi gerekiyor. Size öyle bir şey lazım ki, anlık kapasiteniz o anki ihtiyaçlarınız ölçüsünde olmalı, siz ihtiyaç duyduğunda büyümeli. Bu bir nevi bankalardaki SOS hesabı gibi, ihtiyaçlarınız ölçüsünde size yedek bir para versin, istemediğiniz zaman vermesin, otomatik olarak, işte böyle bir şey. Buna *on-demand computing* deniliyor, bulut da basit olarak bu demektir.

Bulut Bilişim Düzeyleri (*Cloud Computing Layers*)

Bulut hizmetleri size istediğiniz zaman, ihtiyaçlarınız ölçüsünde

sunulur. Burada size sunulan ilk düzey hizmetler altyapısıdır (*infrastructure*). Yani size, en basit olarak “Bilgisayar alma, depolama alma, ağ alma, biz sana bunları veriyoruz. Az işlem yaparsan sana bir bilgisayar veriyoruz, şurada bir yerde, çok işlem yaparsan ihtiyacına uygun çok bilgisayar veriyoruz ihtiyacın düzeyinde” demektedir. Siz şunu diyebilirsiniz: “Bana bilgisayarı verdiniz ama benim veri tabanına, geliştirici araçlarına da ihtiyacım var”. O zaman size “Ben size bir platform, yazılım gerçekleştirebilmeniz için tüm araçları, örneğin WordPress ve eklentileri gibi şeyleri veriyorum” derler. Buna platform düzeyi deniliyor. Şunu da diyebilirsiniz bana örneğin Word (Microsoft) uygulaması lazım, e-posta uygulaması lazım, ya da bana hastanede kullanmak için örneğin bir radyolojik görüntüleme yazılımı lazım, o zaman size onu da veriyorum derler. Buna da uygulama düzeyi (*application level*) deniliyor. İşte bulut bu demektir. Bulut bir anlamda metaforudur, siz dışarıdan baktığınız zaman onu göremezsiniz, ama orada bir yerlerdedir ve içinde bütün gereken altyapı, üstyapı ve araçlar vardır.

Biraz önce bahsettiğim üzere bulut hizmetlerde en altta “*Infrastructure as a service (IaaS)*”, ortada “*Platform as service (PaaS)*” ki buna endüstriyel internet deniliyor, en üstte de “*Software as a service (SaaS)*” var. Günümüzde artık her işin böyle olması lazım. Bu ne demek, siz artık hastanenize ya da Sağlık Bakanlığınıza 10 petabaytlık veri merkezi kurmazsınız. Kurarsınız, fakat bir zaman sonra, öngörülemeyen bir şekilde kapasitesinin sonuna gelinir. O zaman bunları bir yerlerden farklı şekilde temin edeceksiniz. Nereden? Bulut bilişim hizmet sağlayıcılarından (*cloud computing service providers*) alacaksınız.

Peki başka bir kurum ya da kuruluştan alacağınız hizmetlerde veri güvenliği nasıl sağlanacak? İki tane bulut var bunlardan bir tanesi, iCloud da olduğu gibi *public cloud service*. Burada size bir servis sağlayıcı ağı (network) ve platformu verilir, siz de orada uygulamınızı kurarsınız, ya da hizmet sağlayıcı tarafından barındırılan uygulamaları satın alırsınız. Tabi kim ağın ve platformun sahibi ise bilgilerinizin anahtarı da ondadır. Bir de private cloud var. Mesela Sağlık Bakanlığı kendine özel bir *private cloud* oluşturabilir. Bir de *hybrid cloud* var, ben gizli bilgilerimi *private cloud* içinde,

gizli olmayan bilgilerimi ise *public cloud* içinde tutacağım diye-
bilirsiniz. Yani şunun gibi Paralarımın bir kısmını özel kasamda
tutacağım, geri kalanını da ortak hesaba yatıracağım gibi. Tabii
mutlak güvenlik diye bir şey hiçbir zaman yok, ama bulut hizmet-
lerde bunun şöyle bir yöntemi var. Bulutun içerisinde, *SaaS* dü-
zeyine, üçüncü parti kriptolama (*encryption*) yazılımları yerleşti-
rebilir ve kendi verilerinizi güvenlik altına alabilirsiniz. Özellikle
endüstriyel uygulamaların yürütüldüğü bulut hizmetleri, dünya-
nın önde gelen bilişim şirketleri tarafından verilmekte ve bunlar
ileri teknolojiye yoğun güvenlik önlemleri ile donatılmaktadır, siz
bu hizmetlerden de yararlanabilirsiniz.

Size bu konu ile ilgili bir soru sorayım: “Mükemmel şifreleme diye
bir şey var mıdır?” Bu konu ile ilgili enteresan bir hikaye anlatılır.
Orta çağda yaşamış ve birbirini hiç görmemiş iki usta çilingir
varmış. Çilingirlerden biri diğerine başka kimsenin okuyamayacağı
ve sadece diğerinin okuyabileceği bir mektup göndermek istemiş.
Mektubu alan diğer çilingir de mektubu daha önce kimsenin oku-
madığından emin olmalıymış. Peki, çilingir bunu nasıl yapacak?
Mektubu bir sandığa koyuyor ve sandığa şifresi hiç çözülemeye-
cek bir kilit takıyor, kilidin nasıl açılacağını da söylemeden kilitli
sandığı diğer çilingire gönderiyor. Peki ikinci çilingir mesajı nasıl
okumuştur? İkinci çilingir sandığın üzerine başka bir kilit takıp geri
gönderiyor. İlk çilingir kendi kilidini çıkartıyor ve kutuyu geri gön-
deriyor. İkinci çilingir kutuyu alınca kendi taktığı kilidi çıkartıyor.
Böylece başka hiç kimse kutunun içeri görünmeden ve birbirlerinin
anahtarlarına sahip olmadan mektup sahibine ulaşıyor. Böyle çok
enteresan kriptolama teknikleri var, ama siz kilit takmakla filan
uğraşmayın. Yüksek güvenlik gerektiren sistemler kuracaksınız
–uzay, havacılık, sağlık vs.– zaten güvenliği ve genişleyebilirliği
garanti altına alınmış, yüksek hacimli, yüksek çeşitlilikle, yüksek
değişkenlikte verilerle başa çıkabilecek platformlarda çalışmanız
gerekiyor, buna da endüstriyel internet deniyor.

Endüstriyel İnternet (*Industrial Internet*)

Endüstriyel internet (*industrial internet*) kompleks fiziksel maki-
nelerin, ağ bağlantılı algılayıcılar (*sensor*) ve yazılımlar vasıtasıyla

birbirleri ile irtibatlandırılması demektir. Kompleks fiziksel makineler, nesnelerin internetinde bahsettiklerimizden biraz daha farklı varlıklardır. Burada bilgisayarlı tomografi (BT) cihazlarından ya da bir hastanedeki tüm anestezi cihazlarından bahsediyoruz; biz burada tanklardan, rüzgar tribünlerinden, lokomotiflerden ve daha bir çok makineden bahsediyoruz. Bunların bir makine olması, bir şekilde hareket ediyor olması, hatta mümkünse devingen (*rotatory*) hareketlere sahip olması gerekiyor. Endüstriyel internette makine öğrenmesi, büyük veri, nesnelerin interneti, makineler arası iletişim ve siber-fiziksel sistemler gibi birçok terim, kavram ve disiplin bir araya geliyor. Endüstriyel internetle makinelerden gelen sonsuz veriler birçok durumda gerçek zamanlı olarak analiz ediliyor ve operasyonları düzenlemekte kullanılıyor.

Endüstriyel internetin çok temel iki fonksiyonel bileşeni var: Gelişmiş bağlanabilirlik (*advanced connectivity*) ve akıllı veri analizleri (*intelligent data analytics*). Daha geniş bağlamda ise 5C mimarisi denilen bir yapı var. 5C, siber fiziksel sistemlerin bağlanabilirlik (*connectivity*), dönüşüm (*conversion*), siber (*cyber*), biliş (*cognition*) ve yapılandırma (*configuration*) olarak nitelenen temel bileşenlerinin İngilizce karşılıklarının baş harflerini temsil ediyor.

Bağlanabilirlik (*Connectivity*)

Endüstriyel internette her şey bağlanabilirlik ile başlıyor. Sağlık alanındaki uygulamalarda karşımıza sıklıkla çıkan bir sorun var: Makineleri, sistemleri, hastaneleri ve ülkeleri birbirine bağlamak. Bu görev, birçok durumda, farklı üreticiler ve farklı protokoller nedeniyle mümkün olamıyor. Endüstriyel internetin beklenen faydayı sağlaması için, her şeyden önce dünyanın üzerindeki her şeyi birbirine bağlamak lazım. Bu nedenle en önemli bileşen gelişmiş bağlanabilirlik (*advanced connectivity*). Ben bilgisayarlı tomografi cihazını alıp ağa bağladığım zaman o cihaz dünyadaki tüm diğer bilgisayarlı tomografi cihazları ile ilişki kurabilmeli, bilgiler aynı standartta bir yerde toplanabilmeli ve biz bu verileri işleyebilmeliyiz. Örneğin eskiden değişik videolar (VHS, Video2000, Betamax) ve televizyonlar (PAL, SECAM, NTSC) vardı. Bir Betamax video kaset alırsınız, VHS makineye uymaz.

Betamax oynatıcı bulursunuz, fakat televizyon PAL değildir, yine çalışmaz, on farklı televizyon, yirmi farklı sistem. Güncel bir örnek olarak akıllı telefonlarınızı düşünün: Mesela şarj kablolarını, piyasada garip görünümlü adaptörler satıyorlar, ucundan onlarca farklı tipte şarj kablosu çıkıyor. Ama gelecekte böyle olmayacak. *Smart connection* gibi yöntemlerle her şeyi birbirine bağlamak için global standartlar ve yöntemler olacak. Nereden gelirse gelsin, tüm veriler bir yerde buluşacak veri kaynağı bazen uçak motoru, bazen akıllı telefon olacak.

Dönüşüm (*Data-to-Information Conversion*)

Alınan veriler kendi başlarına bir şey ifade etmiyor. İki tür bilgi var: Bunlardan biri gerçek bilgi (*knowledge*), diğeri ise daha az önemli bilgi (*less useful information*). Bu nedenle, tüm veriler saklanmadan önce anlamlı bilgilere dönüştürülmeli; bu bilgilerden hangisi önemlidir, hangisi önemsizdir, bu ayrım yapılmalı ve hiç işe yaramayan bilgiler başta atılmalıdır. Size bilimsel araştırmalardan bir örnek vereyim: Önce bütün verileri toplarsınız, sonrasında istatistikçiye gider analiz yaptırarsınız değil mi? Bu veriler ise öyle işlenemez, daha verilerin toplanması aşamasında önemli ve önemsiz olanlar birbirinden ayrılır. Çok önemli olanlar yakın ve hızlı belleklerde, önemsiz olanlar ise uzak ve çoğunlukla yavaş erişimli belleklerde saklanır ve çoğu da anında işlenir.

Siber (*Cyber*)

Endüstriyel internetin bir de siber boyutu var ve bu, onun, belki de en önemli boyutunu oluşturuyor. Bütün bilgiler siber olarak adlandırılan merkezi enformasyon istasyonuna (*central information hub*) pompalanıyor ve bu istasyonda hepsi ileri analiz işlemleri ile gözden geçiriliyor. Şöyle bir örnek vereyim: Bilgisayarlı tomografi cihazını biliyorsunuz, Türkiye’de bir çok cihaz 7/24 çalışıyor. Bu, dünyadaki örneklerine göre çok daha fazla ve çok daha yoğun bir çalışma demek. Şimdi bu cihaz siber ortamda kendisinin bir avatarını yaratabilir; sonra sürekli olarak kendini bu avatarla karşılaştırabilir. Mesela bir noktada “ben bu avatara benzemiyorum, bozuluyor muyum ne?” diyebilir. Bir de şöyle der “ Benim yıllık bakımım geldi, tüpümün değişmesi gerekiyor ama geçen sene öyle demişlerdi bir

on gün daha gitti. O dönemde hava biraz daha soğuktu, acaba o yüzden mi benim tüpüm daha uzun süre dayandı?” İşte bunu söyleyebilir ya da dünyadaki başka bir tomografi cihazı bizim cihaza “sende işler nasıl?” diye sorabilir, tabii tüm bunlar mecazi anlamda, ve cihazlar böylece durumlarını kıyaslayabilir.

Biliş (Cognition) ve Yapılandırma (Configuration)

Endüstriyel internette bir de kognisyon seviyesi var. Biz verileri varlıklardan alıyoruz, sonra bu verileri anlamlı bir hale getirerek karar verici kullanıcılara sunuyoruz. Son olarak da, konfigürasyon seviyesi var, o da siber uzaydan fiziksel uzaya geri beslemede bulunulması demektir. Böylece veriler ve onlara yönelik analizler sistemi yeniden düzenlemekte kullanılıyor, ideal durumda sistem hiç insan etkisi olmaksızın kendini modifiye ediyor.

Endüstriyel İnternet Fırsatları

Şimdi size tüm bu söz ettiğim gelişmelerin global ekonomiye ve bize teoride ne kadar para kazandırabileceğini söyleyerek, kurumumdaki uygulama örneklerini anlatacağım. Ekonomideki ilk dalga, konuşmamın başında bahsettim endüstriyel devrimdi. İkinci dalga, internet devrimi; üçüncü dalga ise aynen benzinli motorların endüstri devriminin son döneminde bulunması ve o devrimi ivmelendirmesi gibi endüstriyel internettir. Bu devrimin itici gücünü oluşturan şeylerin neler olduğunu hatırlayalım: Büyük veri, nesnelerin interneti, bulut, bulut hizmetler ve siber fiziksel sistemler. Endüstriyel internetin yıllık 70 trilyon dolarlık dünya ekonomisinin yarısı, yani 33 trilyon doları üzerinde etkili olacağı düşünülüyor. Endüstriyel internet bu toplam 33 trilyon dolarlık dilimdeki sektörlerin verimliliğini, diyelim ki, %1 arttırabilirse –ki esasen %20 arttırabileceğini biliyoruz– önümüzdeki 15 yılda ekonomimize 15 trilyon dolar katkıda bulunabilir.

Uygulama Ekonomisi (AppEconomy)

Endüstriyel internetten pratikte nasıl yararlanacaksınız? Sektörel çalışmalarınızda bu platformda geliştirilmiş ve çalışan birtakım yazılımları yani uygulamaları (apps) kullanacaksınız. Nasıl akıllı telefonlarınız için Google Store ya da AppStore gibi bir uygulama

marketi sunuluyor, gelecekte endüstriyel internet içinde böyle uygulama marketi olacak.

Uygulamalar bildiğiniz üzere yazılımcılar tarafından geliştiriyor. Dünyada bugün itibari ile kaç yazılımcı var? Yaklaşık olarak beş buçuk milyon. Bunların %30'u "hobbyist" tabir edilen, formel eğitimi ve asli işi itibariyle yazılımcı olmayan kişiler. Bunlar bugüne değin tüketicilere yönelik 2,6 milyon yazılım geliştirdiler ve bu işten yaklaşık 300 milyar dolar gelir elde ettiler. Endüstriyel internet ise gelişiminin başında olduğu için bununla ilgili uygulamalar daha geliştirilemedi, geçen sene itibari ile bu alanda sadece 22 bin geliştirici çalışmaktaydı. Yani tüketici interneti alanında çalışan 5,5 milyon geliştiriciye karşın, 22 bin geliştirici endüstriyel uygulamaları geliştirmeye çalışıyor. Bununla birlikte 2020 yılında endüstriyel internetin değerinin tüketici internetinin üç katı olacağı tahmin ediliyor. Endüstriyel internet bu kadar büyük bir pazar. Bu pazar, Türk yazılımcıları için de büyük bir imkan sunuyor. Çünkü günümüzde donanım –ama bir bilgisayar CPU'su, ama bir otomobil gerçekten çok zor ve zaman alıcı. Ama bunların çalışmalarını düzenleyecek ve verimliliklerini arttıracak uygulamaları üretmek çok daha kolay. Günümüzde dünyanın en değerli on şirketinin büyük bir kısmının yazılım şirketleri olduğu düşünülürse, bu işte ne kadar büyük kazanç ve gerçek bir katma değer yaratma şansının var olduğunu hissedebilirsiniz.

Endüstriyel İnternet ve Tıp

Konuşmamın bu bölümünde sağlık sektörünün güncel sorunları ile ilgili veri bazlı bazı saptamalarda bulunacak ve bu sorunları çözmekte kullandığımız yöntemlerden bahsedeceğim. Böylece endüstriyel internetin pratikte neyi hedeflediği ve nasıl uygulandığı daha kolay anlaşılacaktır.

Sağlıkta Verimsizlik

ABD'de hemşireler her gün yaklaşık 21 dakikayı kayıp cihazları aramakla geçiriyorlar. Klinisyenler zamanlarının %20'sini tıbbi konseylere ve bölüm toplantılarına hazırlanmak için geçiriyorlar, yani ilgili bilgileri toplamaya çalışıyorlar. "Ahmet röntgeni getir, Mehmet o hastaya ne oldu? Ya hocam, o hastayı taburcu etmişiz,

dosyası da hastayla birlikte gitmiş” gibi, ki bunlar bizim başımıza da çokça geliyor. Yine ABD’de yılda 98.000 adet ölüm ve kalıcı hasarla sonuçlanan tıbbi hata yapılıyor. Yani, yaklaşık yüz bin kişi hastaneye geldiği için ya ölüyor ya da sakat kalıyor. Bu insanlar hastaneye gelmeselerdi belki de yaşayacaklardı. Kabaca bir hesapla, on yıllık bir dönemde yaklaşık bir milyon kişi sırf hastaneye geldikleri için kaybediliyor.

Bu da başka bir veri: Klinisyenler her gün, yaklaşık iki buçuk saatlerini karşılarındaki hastaların verilerini toplamak ve bir araya getirmek için harcıyorlarmış. Halbuki bu zamanı daha fazla hasta bakmak, ya da hastalarını daha detaylı muayene etmek için kullanabilirlerdi. Bunlar da cihazlarla yani varlıklarla ilgili veriler: Hastanelerdeki hareketli cihazların, örneğin infüzyon pompalarının, %42’si aktif olarak kullanılıyor ve geri kalan %58’i atıl bir durumda bekliyor. Bu cihazlar ya bozuktur, ya şarjı bitmiştir, ya da nerede oldukları o an için tespit edilememektedir. Dünyadaki tıbbi cihazları daha verimli kullanabilseydik belki de bir bu kadar daha hastanemiz olurdu ya da daha az cihaza gereksinim duyardık ve onları üretmek için enerji ve hammadde harcamazdık. Peki bunlar nasıl düzelecek? Bunlar bizim siber fiziksel sistemlerimizle, büyük verimizle, nesnelerin interneti ile ve bulut hizmetlerle düzelecek. Peki, düzelirse ne olacak?

Muhtemel Faydalar

Sağlıkta endüstriyel internet devriminden beklenen faydalarla ilgili şöyle bir hesap yapılıyor: Dünya sağlık harcamaları 7,5 trilyon dolar, Türkiye’nin gayri safi milli hasılası ise, yaklaşık olarak 600–800 milyar dolar. Yani buna göre dünya sağlık harcamaları Türkiye’nin on yıllık hasılasına eşittir. Yapılan araştırmalar şunu da gösteriyor: ABD’de sağlıktaki verimsizlik %40 düzeyinde. Biz bu rakam yerine çok daha konservatif bir rakam olan %10’u temel alalım. Buna göre yılda 731 milyar dolar çöpe atılıyor, yani Türkiye’nin gayri safi milli hasılası kadar bir miktar her yıl yok oluyor. Bu kayıp %59’u klinik ya da operasyonel yetersizliklerden kaynaklanıyor ve bunların da %25’inin engellenebileceği düşünülüyor. Sonuçta, yılda 100 milyar dolar tasarruf edebiliriz ve eğer

%40 oranını temel alırsak tasarruf ettiğimiz miktar 400 milyar dolara ulaşır. Bu kadar para ile dünyada her yıl on binlerce hastane yapılır, dünyada sağlık sorunu diye bir şey kalmaz. Biz örneğin, sırf İstanbul'da, akıllı sistemlerle röntgen filmlerini basmayarak her yıl milyonlarca dolar tasarruf ediyoruz.

Şimdi ülkemizin neden özellikle verimliliğe ihtiyacı var, bir iki kelime ile de ondan bahsedelim. Türkiye'de biliyorsunuz, tam bir sigorta sistemi (*universal coverage*) var. Hastanelere poliklinik muayenesi için başvurduğunuzda yaklaşık iki dolar civarında cepten bir ödeme (*copayment*) yapıyorsunuz. Geri kalan her türlü sağlık harcamanız devlet tarafından karşılanıyor. Dünyada böyle bir sistemi bu kadar uzun süre sürdürebilmiş bir ülke yok. Fakat bu çok önemli hizmet bir bütçe açığı oluşturuyor. Her yıl bir milyar dolar civarında gerçekleşen bu açık, toplam verimliliğimizi %2 arttırabilseydik ortadan kaldırılabilecekti. Bu rakam, endüstriyel internetin ülkemiz için yaşamsal önemini açıkça ortaya koyuyor.

Ben Anadolu Kuzey Kamu Hastaneleri Birliğinde görev yapıyorum, Anadolu Kuzey'deki radyoloji bölümlerinin koordinatörüyüm. Bizim on yedi tane sağlık tesisimiz var ve bu tesislere bağlı radyoloji bölümlerimizde yaklaşık 600 kişi çalışıyor. Haydarpaşa Numune, Göztepe, Ümraniye, FSM eğitim hastaneleri, vs. bunlar bizim birliğimize bağlı. Eskiden bu tesislerdeki operasyonel durum neydi? Siz, benim hiç bilişim sistemleriyle, yeni nesil programlarla, endüstriyel internetle işim olmaz; ben doktorum, sadece hastama, çekimime bakarım dersiniz olacak olanlara bir göz gezdirelim: 2012 yılında hastanelerimiz arasında röntgen çekimleri yönünden yüz kata varan farklılık vardı. Teknisyenlerin çalışmalarında sekiz kata varan fark vardı, yani bir tesisteki teknisyen bir hasta çekerken, diğer tesisteki teknisyen aynı sürede sekiz tane çekiyordu. Cihazların iş yükü arasındaki farklılık yirmi kata varıyordu. Öte yandan radyoloji uzmanlarının iş yükleri arasındaki fark da on kata varıyordu. Bu ortamda hizmetlerin düzenli ve sürdürülebilir olmasının yanında, iş barışı yönünden de ciddi açmazlar bulunmaktaydı. Tamamen kontrol dışı kalmış olan bir sistemin varlığında, bizler devrimsel düzeyde yeni yöntem ve yaklaşımlardan yararlanmalıydık. Bu araçları, yeni nesil bilgi tekno-

lojileri ve uygulamalarını benimseyerek ve geliştirerek elde ettik. Şimdi onlarla ilgili spesifik bazı örnekler vereceğim.

Erişimi Arttırmak, İsrafı Engellemek

Bizim bilişim teknolojilerinden öncelikli beklentilerimiz sağlık hizmetlerine erişimi arttırmak ve verimsizliği ortadan kaldırmaktır. Bu doğrultuda ilk uygulamamız XDS (*Cross Enterprise Document Sharing*) temelli bölgesel teletıp sistemini geliştirmek ve yaşama geçirmek olmuştur. Peki bu sistem nedir?

Teletıp

Tıbbın geleneksel tasarımında hastane ve doktor merkezli bir sağlık sistemi vardır. Bu sistemde doktor her şeyin merkezindedir. Doktorun çevresinde de çok sayıda hasta vardır. Siz hasta olarak kendinizi bir doktora ya da bir hastaneye takdim edersiniz, tetkik ve tedavilerinizi olursunuz. Diyelim ki o hastaneden memnun kalmadınız ya da hastalığınızın ileri tedavisi gerekti, başka bir hastaneye başvurunca sanki yeni bir hastaymışçasına tekrar röntgen, tekrar tahlil; sonra başka bir ülkeye gidersiniz, yine yeni bir hasta olursunuz, yani her şey genellikle en baştan başlayarak tekrar edilir. Bu tekrarlayan işlemler tanı ve tedavinizin gecikmesine, iş gücü kaybına, geri dönülmez bazı zararların oluşmasına neden olur. Günümüzde ise artık hasta merkezli sistemler var; hasta her şeyin merkezindedir; doktorlar ve hastaneler ise onun etrafındadır. Hastaneye ve doktora hasta ile ilgili tüm geçmiş veriler gereken zaman ve gereken yerde sunulur. Böyle bir yaklaşım teletıp sistemleri ile mümkün olur. Teletıp sistemi bütün bir bölgeyi ya da ülkeyi kendisine bağlayan, bütün verileri içerisinde tutan hasta merkezli bir sistemdir. Bizim Anadolu Kuzeyde kullandığımız sistem budur. Bu sistemde neler vardır? Bir doktor, ya da bir aile hekimi, hatta hastanın kendisi sistemimize girer, değişik hastanelerin elektronik kayıtlarında saklı güncel ve geçmiş verilerine ulaşır. Bunların hepsini tamamen internet üzerinden gerçekleştirir. Bu sistemde doktor örneğin hastanın manyetik rezonans görüntülerini incelerken, gerek duyması halinde sistemde çevrimiçi (*online*) olan bir doktora gerçek zamanlı olarak danışabilir, görüntüleri paylaşabilir ve aynı masada çalışırcasına sesli-görüntülü

paylaşımında bulunabilir, sisteme akıllı telefonlardan, tabletlerden, ya da başka birçok ortamdan ulaşabilirsiniz. Ameliyatlarda bu görüntüleri paylaşabilir, uzmanlara danışabilirsiniz. Böylece dur bakalım gidelim şu uzmandan bir görüş alalım olayı ortadan kalker. Bu sistem Sağlık Bakanlığının e-Nabız sistemine evrilmiştir; bu sistem bildiğiniz gibi 78 milyon vatandaşımızın hemen tüm sağlık kayıtlarını kendi bünyesinde toplamaktadır. Bu sistem üzerinden randevu alabilirsiniz, laboratuvar verilerinize ulaşabilirsiniz, ilaçlarınız size hatırlatılır. Sistem yaşamsal verilerinizi kaydeden akıllı bileziklerle entegredir, e-nabız sistemi gibi sistemler hastayı bütün tanı ve tedavi süreçlerinde takip eder. Birinci basamakta, acilde ve hatta hastane dışında e-Nabız sizinledir, sizin çevrenizdedir. Böylece çok büyük bir verimlilik artışı olur, ülke çapında karşılaştırmalar yapmak mümkün olabilir, çünkü artık çok büyük ve güvenilir bir veri tabanınız vardır.

Telepatoloji

Teletıp sistemlerinin günümüzdeki en son bileşeni telepatolojidir. Patoloji, tıbbın dijital dönüşümünden bu güne kadar istifade edememiştir ve bu bağlamda tıbbın en son analog kalesidir. Tıpta her şey dijitalleşmiştir, bir tek patoloji analog kalmıştır, orada sadece patolog ve mikroskopu bulunmaktadır. Dijital olmayan ortamda bu lamlar tesis içinde ve bazen tesisler arasında oradan oraya taşınır, bu sırada bunların bir kısmı kaybolabilir ya da çizilebilir; bir uzman bunlara bakar, baktığı zaman bir sonuca varır ya da varamaz, varamazsa ne yapar? Onları kurye ile bir başka tesise gönderir. Bununla birlikte ülkemizde patolog sayısı fazla değildir. Bunlara cevap gelir gelmez; günler geçer; hastalar –örneğin bizim bölgemizde– patoloji sonuçları için ortalama dokuz gün beklemektedir. Günümüzde artık patoloji lamları da dijitalleştirilebilir, sonrasında da teletıp sistemlerine yüklenebilir. Biz deneme amacıyla böyle bir sistem kurduk, bütün lamlar dijitalleştirilebiliyor, dijitalleştikten sonra bütün hastaların lamları saklanıyor. Bunlara değişik patologlar bakabiliyorlar, internet üzerinde birlikte konsülte ediyorlar. Sistem bir patoloğun iki günde yapabileceği bir analizi birkaç saniyede yapıyor, verimlilikte %19, maliyette %25 ve tanı doğruluğunda %9 artış sağlıyor.

Sağlık Açıklarını Kapatmak

Sağlık açıklarını, ülkelerin, toplumların ya da bölgelerin birbirleri ile sağlık hizmetleri yönünden mesafelerini kapatmak için kullanılan bazı yenilikler var. Bunun bir örneğini yakın zamanda şahsen deneme fırsatı buldum, Çin’i düşünün. Hasta en yakın doktora 300 mil ya da 500 km mesafede; bu ortamda ebe gebe karınıdaki bebeği kontrol edecek, ama nasıl? Şöyle enteresan şeyler var, bu büyük bir cep telefonu boyutlarında bir ultrason cihazı var, siz hasta veri tabanından kablosuz olarak hastanın bilgilerini alıyorsunuz ve bu cihaza yüklüyorsunuz. Bu bilgiler eşliğinde mesela anne karınıdaki bir bebeğe ultrason yapıyorsunuz, filmleri otomatik olarak kaydedip, yine kablosuz olarak internetten çok uzaktaki bir uzman doktora gönderiyorsunuz. Ebe, örneğin Van’da hastaya bakarken İstanbul’da doktor ona, “şu tarafına da bak” diye talimat verebiliyor. Cihazda eğitim modülleri de bulunuyor. Bu modüllerle bilmediğiniz inceleme yöntemleri ile ilgili görsel-işitsel materyallere bulut üzerinden erişebiliyorsunuz. Buluta hastalardan elde ettiğiniz görüntüleri de yükleyerek eğitim materyalinin geliştirilmesine katkıda bulunuyorsunuz. İşte tüm bunlar endüstriyel internet uygulamalarının günlük kullanımındaki örnekleri.

Operasyonel Mükemmellik

Bizim Türkiye’de hala çok büyük bazı sorunlarımız var. Mesela, bir BT cihazında, örneğin benim çalıştığım hastanede, günde kaç adet BT incelemesi yapılıyor, tahmin edin: ortalama 350 adet. Bu sayı dünyada mesela Dubai’de 4, Suudi Arabistan’da 18, Almanya’da yaklaşık 30.

Şöyle bir anımı anlatayım: 2004 yılı idi. Hollandalı kökenli bir şirketin üst düzey yöneticilerinden biri Türkiye’ye gelmişti. Kokteyl gibi bir şey düzenlemişler, beni de tanıştırdılar. Bana cihazlarından memnun olup olmadığını sorduğunda –doğal olarak memnunun yanıtını bekliyordu– kendisine “sizin cihazlarınız çok sık bozuluyor” dedim. O, şaşırarak “bizim cihazlarımız çok sağlamdır aslında” dedi ve firmasının Türkiye’deki servis müdürüne soran gözlerle baktı. Servis müdürü “Ama doktor bey de çok çekiyor, makineyi çok zorluyor” diye imdadına yetişince, tekrar bana dö-

nerek kaç hasta çektiğimi sordu. Ben, ortalama 55 diye yanıtlayınca, “55 bir hafta için fazla değil, olağan”dedi. Servis müdürü atıldı: “haftada değil, bir günde 55 çekiyor!”. Hollandalı yönetici şaşırıldı: “Doktor bey, bu makineler günde 20 hasta çeksin diye üretiliyor, hiç 55 hasta çekilir mi?”

Peki, bu nasıl mümkün oluyor? Operasyonel mükemmellikle. Ben de bilirim günde sadece on tane hasta çekmeyi, ama vatandaş hizmet bekliyor, bu bir realite. Hastaya sen şimdi git, iki sene sonra gel mi diyeceksiniz? Bugün İstanbul’un Anadolu yakasında BT çekirtmek istiyorsanız, olasılıkla aynı gün size BT çekilecektir. Bu nasıl mümkün oluyor? Çünkü her şeyi elektronik ortamda takip ediyoruz, biz şu anda Türkiye’deki bütün görüntüleme cihazlarını ve hatta Türkiye’deki 500 hastanenin bütün verilerini ekranlardan kontrol ediyoruz. Buralarda hangi cihazlar aktif, hangi hastanede ne kadar BT çekiliyor, hangi doktor ne kadar rapor yazıyor, hangi teknisyen ne kadar çalışıyor, cihazlar neden yatıyor, biz bunları hep biliyoruz. Örneğin teknisyen elektrik dalgalanması var ondan çekim yapamıyoruz diyor, biz bunu da önceden biliyoruz. Çünkü akıllı sistemlerimiz elektrik dalgalanmalarını da kontrol ediyor. Aranızda sağlık yöneticisi olanlarınız bilirler, biz ihaleler yaparız. Örneğin, üç yıl süreli radyoloji ihalesi. Bu arada Türkiye’deki Anadolu Kuzey’in radyoloji büyüklüğü İrlanda’nın 6 buçuk katıdır. Dünya’nın en büyük radyoloji toplu müessesesinde yılda 3,5 milyon inceleme yapıyoruz. Bunların bir kısmını hizmet alım firması tabir edilen özel şirketlere ihale ediyoruz. Eskiden şöyle olurdu: İhaleyi alan firma yaptığı onbinlerce ya da yüzbinlerce çekimi tek tek sayardı. Örneğin geçmişte İstanbul’da bir hastanede yüklenici şirket sözleşmedeki maksimum çekim sayısına yani taahhüt ettiği toplam işin üst limitine ulaşmış, ama durumun farkına varamadığından çekim yapmaya devam etmiş. Hastane idaresi 15 gün sonra durumun farkına varmış, o durumda şirket MR çekiyor ama karışığında para alamayacak. Neden? Çünkü bunlar hep hesap kitap işi; bu hesabı gerçek zamanlı olarak yapmalı ve her an idarecilerin önünde hazır tutmalısınız. Üç gün ya da üç yıl sonra tam olarak kaç hasta çekmiş olacağınızı doğruya yakın tahmin edebilme ve ona göre planlama yapma ve önlem alma kabiliyetiniz olmalı. Biz

Anadolu Kuzey’de 3 yıl öncesinden İstanbul’un Anadolu yakası gibi çok nüfus yoğun, demografik, sosyal ve ekonomik hareketliğin olduğu bir bölgede, üç yılda kaç tane BT istemi olacağını, kaç tane tomografi çekilmiş olacağını kesine yakın tahmin edebiliyoruz. Bakın bu arada neler oldu? Haydarpaşa Eğitim hastanemiz, belki duydunuz, uzun süre kapalı kaldı, bazı yeni hastanelerimiz açıldı, İstanbul’a büyük göç hareketleri oldu, sığınmacılar geldi, şunlar oldu, bunlar oldu, birtakım yeni hastalıklar, salgınlarla karşılaştık, vs. Sistemlerimiz bunların hepsini arkadaki analiz araçlarıyla analiz ediyor. Şimdi biz karar destek sistemlerimize stokastik yöntemleri de entegre etmeye ve sistemin bize “senin burada şu kadar seçeneğin var” demesini ve bize yol göstermesini sağlamaya çalışıyoruz. Bunların bize ne faydası var? Biz, artık kapasitemizi daha iyi planlayıp yönetebildiğimizden eskisine göre belki daha az MR cihazı satın alıyoruz, bazen eskisinden daha farklı sayıda teknisyen görevlendiriyoruz, bunların hepsi verimlilik artışı demek. Bu sistemler, bütün ülkeyi birbirine bağlıyor. Türkiye’de binlerce görüntüleme cihazımız var, bunlardan gelen verileri depoluyoruz, işliyoruz ve siber ortamda muhafaza ediyoruz. Bunları yapmasaydık ne olurdu? Bu sistemler devreye alınmadan önce MR için doktor istemi ile çekim arasındaki süre 40 günü, BT içinse 10 günü bulmuştu. Operasyonel sürveyans sistemleri kullanılmaya başlandıktan sonra bu süreleri, standartlarda belirlenen azami sürelerin çok altına indirmeye muvaffak olduk.

Karar Destek Sistemleri (*Clinical Decision Support*)

Siz doktora gidiyorsunuz sizden MR istiyor, BT istiyor, kan incelemeleri istiyor, ya da EKG istiyor. Peki bunları doğru mu istiyor? Şöyle bir söylem var: Türkiye’deki MR çekimleri İngiltere’dekileri aştı. Harvard Üniversitesi’nde (*Mass General*) 2000 yılında yapılan bir araştırmada, her 100 radyolojik istemden 30’unun yanlış ya da gereksiz olduğu ortaya konmuştur. Bu istem uygunsuzluğunu (*inappropriateness*) hizmet içi eğitimle ve diğer klasik yöntemlerle gidermek mümkün olmuyor. Çözüm olarak hastane bilgi sistemlerine, yani doktorların hasta takip ve tedavilerini yönettikleri ekranlara karar destek sistemi adı verilen bir yazılım yerleştiriliyor. Biz bu konuda bir alan çalışması yaptık. Sonuçta her iki istemden

yaklaşık birinin yanlış ya da hatalı olduğunu bulduk. BT yerine MR isteyen, MR yerine BT isteyen, ya da hiçbir şey istemeyen. Doğru istem yapılsa belki toplam inceleme sayısı değişmeyecek, ama istemler farklılaşacaktır. Peki, doğru istem nasıl yapılacak? Bununla ilgili yönerge adı verilen kitaplar var. Mesela 18 yaşındaki hasta da ani başlangıçlı baş ağrısı, var ve hasta durumunu hayatındaki en şiddetli baş ağrısı olarak tanımlıyor. Bu durumu bahsettiğim kitaptan buluyorsunuz, size orada ne yapmanız gerektiği söyleniyor. Ama bu yönergeler binlerce sayfadan oluşuyor. Bir doktorun günde kaç hastaya baktığı düşünüldüğünde –kontroller dahil yaklaşık 70 hasta– bu kitabın nasıl okunacağı meçhul. Biz, biraz önce bahsettiğim sistemi hastanemize deneme amacıyla kurduk. Sistem hastanın hastane otomasyon sistemindeki verilerini analiz ediyor ve doktora “Sen bu hastaya beyin tomografisi istemişsin, buna sekiz üzerinden beş puan veriyorum, yani bu istem hem olası hastalığı teşhiste çok yararlı değil, hem de aşırı radyasyon içeriyor. Bunun yerine hastaya MR istemeni öneririm. MR, sekiz üzerinden sekiz puan uygunluk değerine sahip ve radyasyon da içermiyor.” Doktor neden diye sorarsa diye, ilgili konudaki bilimsel makalelerin adlarını ve o makalelere ağ bağlantılarını da listeliyor. Doktor “Ben bu öneriyi kabul etmiyorum, yine de BT isteminde bulunacağım” derse, sistem “O zaman neden BT istediğini açıkla” diyor. Sonra tüm doktorların istemlerini ve açıklamalarını analiz ediyor ve hastane yöneticilerine dönemsel raporlar halinde sunuyor.

Varlık Yönetimi (*Asset Management*)

Değişik cihazlarımızı takip ettiğimiz cihazlarımız bozulmadan, bunları tespit etmek için kullandığımız bilişim sistemlerimiz var. Örneğin, hastanelerimizde çok sayıda diyagnostik, yani radyoloji uzmanlarının filmleri incelediği monitörler bulunuyor. Biz tıbbi görüntülere normal tüketici tipi ekranlardan bakmıyoruz. Kullandığımız çok özel ve çok pahalı monitörlerin her gün kalibre edilmesi gerekiyor; önlerinde radyolog var mı, yok mu, tespit edilmesi, renk doygunluğu, kontrast, parlaklık değerlerinin doğruluğuna bakılması gerekli. Bu kalibrasyonları normalde teknisyenlerin her sabah gidip yapması gerekiyor. Bu ise iş gücü açısından imkansızdır. O nedenle bizim tüm monitörlerimiz Japonya’daki

bulut platformuna bağlı. Hepsi uzaktan sürekli olarak kalibre ediliyor, ayarları yapılıyor. Bu monitörler ne kadar süre ile kullanıldı, ne kadar enerji harcadı, vs., sürekli raporlanıyor; belirttiğim tüm bu işlemler endüstriyel internetin güzel bir uygulama örneği.

Doz Takip Sistemleri (Dosewatch)

Son örneğim, şu anda kullandığımız en önemli uygulamalardan biri ve ayrıca endüstriyel interneti anlamak bakımından çok yararlı bir uygulamayı temsil ediyor. Anlatacağım sistem, radyasyon maruziyeti ile ilgili istenmeyen olayların engellenmesinde kullanılıyor. Türkiye’de ilk ve tek dünyada da sayılı örneklerinden bir tanesi olması sebebiyle defalarca ulusal kanallarda haber oldu. Hepiniz Çernobil nükleer felaketini hatırlıyorsunuzdur. Belirttiğim olay, boyutları ve sonuçları yönünden çok büyüktü, INES 7 kategorisindeydi. Bu kategorinin bir üstü nükleer felaketteki son noktadır. O olayda, alınan ortalama doz 20 mrem’dir. Çernobil çevresinde yaşayan 273 bin kişi ortalama 20’şer mrem radyasyona maruz kalmıştır. Bilgisayarlı tomografide alınan ortalama hasta dozu ise 1.000 mrem, yani bunun 50 katıdır. Diyeceksiniz ki napsip; hasta olduk o yüzden de mecburen BT çektirdik. Tamam, ama öyle vakalar var ki geçmişte BT çektirirken 100 bin mrem doza maruz kalmış, Çernobil’de olsalardı bu dozun beşbinde birini alacaklardı. Çocuk bir hasta Kaliforniya’da öldürücü dozda radyasyon almış, diyeceksiniz kazadır, bir seferlik olur. Ama Amerika’da en azından 400 tane hasta böylesine yüksek doza maruz kalmış doz almış ve bakın, saçları dökülmüş hastaların. Peki, bu olay nasıl ortaya çıkmış? Hastalardan biri hastaneye başvurmuş, demiş ki, “Benim saçlarım dökülüyor, acaba neden?” Doktorlar egzama vs. demişler. İki sene sonra gitmiş, “Saçlarım geri çıkmıyor, neden?” diye sormuş. Böylece bir araştırma başlatılmış. Sonrasında bu tip kazaların önlenmesi ile ilgili özel yasa ve yönetmelikler çıkartılmış. İşte o zaman imdada endüstriyel internet uygulamalarından biri yetişmiş. Yakın gelecekte biraz sonra bahsedeceğim tip uygulamalar Avrupa’da da zorunlu kılınacak. Bu uygulamada bütün radyolojik cihazlar buluta bağlı. Cihazların hepsi birbirini görüyor, hepsi birbiri ile sürekli haberleşiyor. Bizim 4 hastanemizde 4 tane cihazımız Avrupa’daki 8 ülkedeki 54 cihaz ile haberleşiyor.

Hepsi birbirlerinin durumunu, çektikleri hastaları, bu hastalara ne gibi bir işlem uyguladıklarını ve onlara ne kadar radyasyon verdiklerini anlık olarak birbirleri ile karşılaştırıyorlar. Çekim öncesinde tabii ki bazı hesaplar yapılıyor, ama sistemde hasta esas çekildikten deniyor ki; “Hastanın boyunu, kilosunu, vücut yapısını, cihazın teknik özelliklerini hesap ettik, buna göre hasta 1.494 mrem doz aldı, Avrupa ortalaması 500 mrem, senin ortalaman şu kadar.” Bunu sizin önünüze yüz binlerce hastadan alınan verileri anlık olarak kullanarak koyuyor, saniyeler içerisinde. Sonra siz neden doz aşımı gerçekleşti diye soruyorsunuz. Sistem hastanın vücut yapısına bakıyor, hasta ne kadar zayıf ya da şişmanmış, makinenin tam olarak neresindeymiş, onları gösteriyor. Size ve hastanıza birer uyarı e-postası gönderiyor. Daha sonra hasta ile ilgili raporlar hazırlıyor, hastanın yıllar içerisinde aldığı dozları hesap edip önünüze koyuyor. Biz sonrasında bunları otomatik olarak analiz ediyoruz. Örneğin, inceleme aynı, fakat cihazlar farklı; inceleme aynı, cihazlar aynı, fakat teknisyenler farklı; ya da tüm bunlar aynı fakat teknisyenlerin mesaipleri farklı gibi. Mesela, teknisyenlerin gece mesailerinde hastaların yüksek doz aldıkları ortaya konabilir; ve bunun nedeni nedeni belki de onların gece uykulu olmaları yüzünden teknik faktörlere yeterince dikkat etmemeleridir.

Biz, size özetlediğim bu doz kontrol uygulaması ile ne kazandık? İki ayda, İstanbul’un en büyük hastanelerinden dördünde verilen dozları %51 azalttık. Bu durum hasta ve toplum sağlığı açısından çok önemlidir. Biz bu azalmayı sürdürmeye devam ediyoruz. Giderek ortalama radyasyon seviyesini ve varyasyonunu düşürüyoruz. Artık hastalarımıza BT çekimlerinde verdiğimiz dozlar Avrupa ortalamasının da altına düştü, bununda başlıca nedeni teknisyenlerimizin bu endüstriyel uygulamayı Avrupalı meslektaşların oranla çok daha iyi benimsemeleri ve çok daha dikkatli kullanmalarındır.

Sonuç

Sonuçta endüstriyel internet, özellikle genç arkadaşlar için söylüyorum, şöyle bir imkan sağlıyor: Artık bilgiye istediğimiz yerde, istediğimiz ortamda ulaşabiliyoruz. Yani örneğin siz Ağrı Dağı’nın tepesinde bile olsanız artık hastanızın her türlü verisi-

ne ulaşabiliyorsunuz, hastanız da her türlü verisine ulaşabiliyor. İkinci olarak, artık cihazlarımızı çok daha verimli kullanıyoruz, bu nedenle artık aynı işi yapmak için çok daha az cihaza ihtiyaç duyuyoruz. Bu bağlamda, eskiden %40 kapasite ile kullandığımız cihazları, artık %100 kapasite ile kullanıyoruz; proaktif takip sistemleri yardımıyla son derece az bozuluyorlar. Üçüncü olarak, daha önce var olmayan telepatoloji gibi sistemlerle hastalarımızın dertlerine derman oluyoruz; konsültasyon imkanlarımız artıyor. Uluslararası konsültasyon yapabiliyoruz, çok büyük verileri bir anda inceleyebiliyoruz ve bunlardan sonuçlar çıkartabiliyoruz. Hastane yöneticilerimiz açısından da büyük yenilikler yaşıyoruz. Artık sağlık hizmetleri sunumu ile ilgili konularda hemen her şeyi, –şu anda İstanbul’da herhangi bir hastanenin poliklinik odaları önünde kaç kişi randevu bekliyor, bunlar hangi il, hangi sokaktan geliyor ve hastalıkları nedir, bugün an itibari ile kaç ameliyat gerçekleşti, kaç kutu ilaç yazıldı, vs.– anlık görebiliyoruz. Sistemlerimiz, baş ağrısı nedeni ile İstanbul içerisinde hastanelere başvuran hastaların nereden nereye gittiğini ve bu nedenle il içerisinde ne kadar yolculuk ettiklerini bile bize gösterebiliyor.

Gelecekte neler olacak, size onu da söyleyeyim. Bu sistemlerden alınan verilerin hepsi, milyarlarca, bir noktada toplanacak, süper hızlı bilgisayarlar bunları analiz edecek ve gruplandırarak: Böylece siz günün birinde hastaneye gideceksiniz, doktorunuzla konuşurken hastalığınızla ilgili yakınmalarınız doğal lisan işlenmesi (*natural language processing*) yöntemi ile doğrudan sayısallaştırılacak, her türlü geçmiş verileriniz tüm ülkedeki hastane kayıtlarından saniyeler zarfında çıkartılacak. Sonra tüm bu bilgiler süper bilgisayarın belleğindeki çok büyük veri seti ile karşılaştırarak ve sistem diyecek ki: “Bu hastaya şu tedavinin uygulanması lazım, bu arada şu ilaçları alması lazım. Hasta büyük olasılıkla bu ilaçları almayı şu süre sonunda kendiliğinden bırakır, bu nedenle o süre sonunda hastaya SMS mesajı ile hatırlatma gönderelim”. İşte buna bütüncül yaklaşım deniliyor.

TARTIŞMA

Sunumunuzda daha çok verimliliği öne çıkardınız. İnsanlara sağlık hizmetinin gitmesini, daha fazla şifa dağıtılmasını haklı olarak önemiyorsunuz. Bir de bunun insani boyutu var. Bu bilgiler bir yerlerde saklanıyor, cloud diye bir yer var oraya taşınıyorlar. O bilgileri birileri takip ediyor, hatta günümüz dünyası her şeyi bir şekilde kaydediyor. Bu durum insani boyutta ele alındığında acaba biz nereye götürür? Mesela konuşmanızda bahsettiniz, ben de hiç düşünmemiştim, ben de akıllı bilezik kullananlardan biriyim, nabzımı sayıyor, kaç km yürüdüğümü biliyor, kaç basamak merdiven çıktığımı kaydediyor, vs. Bu bilgiler bir yere gidiyor. Hatta iki ay önce şu gün kaç saat uyduğumu da söylüyor. Şimdi bütün bunlar, bu verilerin bir yerde saklanması kişisel bilgilerin güvenilirliğini ne kadar tehdit ediyor? Acaba ileride bir gün, diyelim ki birileri beni bir pozisyona atamak istedi; şöyle bir şey mümkün olacak mı; “Bu adamın sağlık durumunu bir görelim, uygun mu acaba? Böyle bir görev üstlenmeli?” gibi Ayrıca, “endüstriyel internet daha güvenlidir” diye bir ifadeniz oldu. Tüketicinin internetine göre neden daha güvenlidir?

(H. M. K.) Endüstriyel uygulamaların en önemli bileşenleri karmaşıklık, dayanıklılık ve güvenlik olduğundan güvenlidir. Kullanılan platformlarda ve iletişim protokollerinde güvenlik seviyeleri, duvarları ve karmaşık şifreleme algoritmaları kullanılmaktadır. Veriler dışarıdan yetkisiz erişilemeyecek şekilde saklanmaktadır.

Evet kim saklıyor bunları? Hatta şunu da merak ediyorum, dediniz ki Sağlık Bakanlığı isterse kendi private cloud’unu oluşturur. Bunu oluşturan Sağlık Bakanlığı teknik elemanı değil herhalde, değil mi? Bahsettiğiniz ulusal ya da uluslararası şirketler mi yapıyor bunu? Yoksa kimsenin, bir Amerikalının ya da bir Japon’un görmeyeceği bir bulutumuz olabilir mi?

(H. M. K.) Güzel bir soru. Sorunuza öncelikle teknik yönden yaklaşayım. Günümüzde mevcut veri işleme, daha doğrusu konvansiyonel bilişim teknolojisi ile endüstriyel verilerin analizi mümkün değil. Buna konuşmamda örnekleriyle değindik. Yani sadece

dev bir veri merkezi (*data center*) kurarak ya da çok büyükçe bir bilgisayar alarak Türkiye'nin sağlık verisini işleyemezsiniz. Niçin, çünkü çok büyük bir kapasite lazım, bu kapasite de fiziksel olarak elinizin altında olamayacak kadar büyük. Siz bunun bir kısmını elinizin altında tutabilirsiniz ama “*on-demand*”, yani ihtiyaçlarınıza göre artan, istemediğiniz zaman da kurulumu, bakımı için para vermeyeceğiniz bir sistem –en azından– çok daha hesaplı olacaktır. Aksi kullanmadığınız bir SMS servisine para vermek gibi düşünülebilir. Kullandığım kadar ödeyeyim, neden hiç kullanmayacaksam durduk yerde aylık 1000 SMS satın alayım ki? Onun yerine, bayramda o hizmeti otomatik ek hizmet paketi ile arttırırım. İşte bu bulut demek, bulut esasında bir servis, o servisin içinde alt yapı (*IaaS*) var, platform (*PaaS*) var, uygulamalar (*SaaS*) var. Örneğin donanım senden, yazılım benden; ya da temeli de, platformu da sen yüklen, ben kendi yazılımımı koşturacağım gibi. Ama genellikle tam tersi yok; Örneğin yazılım senden, platform benden; ya da platform senden ama altyapı benden gibi. O zaman, bulutta en azından altyapı size ait değil değil. Ama yine de hibrit olarak adlandırılan sistemleri kullanabiliriz. Bu, örneğin başkalarınca da paylaşılan bir *public cloud* yanına, sadece size özel bir *private cloud* kurmak demektir. Böylece çok mahrem ya da özellikli bazı verilerinizi kendi bulutunuzda yönetebilirsiniz. Burada “*data governance*” yani bilgi yönetimi denen bir başka kavram devreye giriyor. Yani hangi bilginin önemli, hangi bilginin önemsiz olduğunun tespit edilmesi ve buna benzer birtakım işlemler. Bunu da yapan özel algoritmalar, özel yazılımlar var. Bu süreçler sonunda, verinin bir kısmı *private cloud*'a, bir kısmı da *public cloud*'a gönderiliyor. Hatta bir de çok önemli bir başka bilgi türü daha var, endüstriyel gizliliğe haiz. Bu da makinelerinkendi teknolojileri ile ilgili bilgi. Makineler bazı bilgileri kendi bünyelerinde tutuyorlar ve asla paylaşmıyorlar, buna da “*in-house data protection*” deniyor. Yani cihaz diyor ki, bu bilgi benim üreticimin mahremidir, teknolojik sırdır, sana o bilgiyi vermem.

Gelecekte Sağlık Bakanlığında nasıl olabilir diye soruyorsanız, öncelikle şifreleme yöntemleri ve anahtarları var. Bu anahtarlar güvende olduğu sürece esasen buluttan korkmaya gerek yok. Şif-

releme yöntemi kırılabilirse ya da anahtar yetkisiz ellere geçiyorsa, o zaman gizlilik sorun haline gelir.

Peki bu bilgi mail gibi midir? Ben size buradan mail atsam Amerika'daki cloud'a gider değil mi?

(H. M. K.) Tabii.

Bu cloud'a gönderilen bilgi Sağlık Bakanlığı, tarafından şifrelenirse de orada bunu oluşturan tarafından istendiği zaman görülebilir değil mi?

(H. M. K.) Şüphesiz ki görülebilir. Bu konuya açıklık getirmek için şöyle söyleyelim, bu bulutun Amerika'da olmasına gerek yok. Bulutlar Türkiye'de de kurulabilir, Sağlık Bakanlığı da kurabilir, askeriye de kurabilir. Ama şu da var: Bulut Türkiye'de olunca da kırılabilir. Örneğin, biz şu anda tüm verileri SGK'ye gönderiyoruz değil mi? Bu sistem de kırılabilir, fiziksel olarak örneğin Orta Doğu'nun her şeyi kırılabilir. Bunun kırılmaması için birtakım güvenlik önlemleri almak gerekiyor. Peki, günümüz sistemleri neden kırılıyor? Birincisi, açık kaynak kodlu oldukları için kırılıyor. Bazen kodun içerisine bir arka pencere (*backdoor*) yerleştirmiş olabiliyor. Bir yerden içeriye girdikten sonra, mesela e-devlete bir yerden girilebildikten sonra artık sizinle ilgili birçok işlem gerçekleştirilebilir. Bu çok önemli. İkinci olarak, birtakım yetki düzeyleri var; herkesin her şeyi görememesi şeklinde düzenlenmiş. Örneğin başhekim her şeyi görebilir, sadece psikiyatristler psikiyatri hastalarını görebilir, hiçbir laborant hasta tıbbi kayıtlarına erişemez, vs. gibi. Mesela Facebook örneğinde, kişiler size arkadaşlık isteği gönderirler, siz kabul ederseniz sizin sayfanızı görebilirler, kabul etmezseniz ya da bloklarsanız özel bilgilerinize erişemezler. Ama Facebook'un Başkanı Mark Zuckerberg görüyor mudur bilgilerinizi, görmek isterse görüyordur herhalde.

İnsanlar bu verileri alırlar, sonra iyiye mi kullanırlar kötüye mi bilemem, ama örneği ben BMW kullanıcısı olduğumdan üretici şirket beni otomobilimdeki GPS cihazı, gömülü SMS kartı ve bir yazılım (*BMW Connected Drive*) vasıtasıyla Almanya'dan sürekli takip ediyor. Faydası ne? Kaza yaptığınız zaman nerede olduğunuzu biliyor, sizinle telefon bağlantısı kuruyor ve yetkililere haber

veriyor. Mahremiyetimden bir ölçüde fedakarlık ediyorum ama bunlar hayat kurtarıcı gelişmeler. Tabii, uzaktan otomobilimin frenlerini devre dışı bırakmak gibi yanlış uygulamalarda yapılabilir. Ama bunlar kriminal davranışlar olur ve burada esas önleyici olan resmi otoriteler ve onların koyduğu kurallardır.

Günümüz dünyasında artık tam bir gizlilik mümkün değil. Her şeyimiz değişik araçlarla takip edilebilir durumda. Nereyse artık bir bilgi ormanında yaşıyoruz. Bir etikçi olarak şu soruyu sormak istiyorum. 300 yıl önce hekim hastasını muayene ettiğinde ateşin arttığını, nabzın kalitesini duyu organlarıyla fark ediyordu. Şu anda ise makineler aracılığıyla bu semp-tomlar ölçülüyor. Bu bağlamda hasta hekim ilişkilerinde bu bilgilerin felsefi anlamda bir değişimi söz konusu mu? Diğer taraftan eğer varsa bu değişiklik hekim hasta ilişkilerinde neyi ifade eder?

(H. M. K.) Bilgi devriminin can alıcı noktaları sizin tabirinizle bilgi ormanındaki önemli bireysel ağaçları fark etmemizi sağlama-sı ve tüm ormandaki –başlangıçta dikkatimizden kaçan ya da önemsiz gözükən– çok küçük değişikliklerin geleceğe olan bü-yük etkilerinin önceden saptanmasıdır. Birçok global IT firması bu noktaları çok daha önceden fark ettiler ve daha 1990'ların ortasından itibaren bilgisayar ve printer satmaktan vazgeçip data analizi sektörüne girdiler. Bir endüstri devi olan General Electric firması bile geleceği endüstriyel internette gördü ve kurumsal geleceğini GE Dijital bünyesinde bir yazılım şirketi olarak ko-numlandırmaya başladı. Gelecek derken fütürist şeylerden bahsetmiyorum. Ekonomistler bu işin hesabını kitabını yapmışlar, bu kadar insanı sürdürülebilir şekilde barındırmak, doyurmak ve sağlıklarını korumak için yapılması gereken budur demişler. Bugün rüzgar tribünleri, örneğin Orta Doğu'da, %18 daha yüksek verimli çalışmaya başlamış.

Siz soruya başlarken, şöyle bir şey aklıma geldi: Veri üstel olarak artıyor. Bu durum geçmiş çağlarda bile bilim adamlarını ve filozofları endişeye sevk etmiştir. Biliyorsunuz bu endişeler Aristo döneminde başladı, filozofların bir bölümü bu kadar bilginin ge-

reksiz olduğunu ve kirlilikten başka bir şey olmadığını söyledi. Guthenberg zamanında bir başka şey daha gündeme geldi: Kitapların alelacele dizilmesi ve basılması yüzünden tashih edilmediği, bazı harflerin, hatta cümlelerin eksik olduğundan yakınılıyordu. Buradan çıkarmamız gereken sonuç, bilgi teknolojilerinin kullanımındaki en önemli nokta olarak verinin temiz olması, yani kaynağının belli olması, sinyalinin yüksek, gürültüsünün düşük olması gereğidir. Bu gereklilikleri tüketici internetinde her zaman bulamıyoruz. Bu bağlamda, internet doktorları diye bir şey türedi, artık herkes kendisinin doktoru. Artık herkes her şeyi biliyor, ama çoğunlukla yanlış biliyor, çünkü internetteki veri kaynağının güvenilirliğini araştırmak çok zor.

İnternetin ve bilgi teknolojilerinin doktor ve hasta ilişkilerini nasıl etkilediğine gelince, doktorluğun tamamen sanat olduğu dönem, artık çok geride kaldı. Biz ülkemizde son 150 yıldır Batı tıbbını tatbik ediyoruz. Yani insanlara esas olarak birer makine gibi yaklaşıyor ve sorunları analitik yöntemlerle çözmeye çalışıyoruz. Bu yaklaşım, özellikle genç hekimlerde, hastadan ziyade hastalığı tedavi etme biçiminde tezahür edebiliyor. Bu nedenle, deneyimli hocalarımız bize sürekli hastalık yoktur, hasta vardır derlerdi. Peki, mesela ben 1985 yılında Tıp Fakültesine girdiğim zaman hastalara nasıl yaklaşılıyordu? Çok iyi hatırlıyorum: İlk gördüğümüz hastalık Dönem I Tıbbi Biyoloji dersinde Down sendromu olduğundan sokaktaki herkese o gözle bakıyorduk. Pediatri stajında her karın ağrısı ile başvuran hasta ailevi Akdeniz ateşi (*FMF*) oluyordu; hatta aksi ispat edilinceye kadar Hacettepe’de her hasta bizim için kanser oluyordu. Çünkü bizim için hastalık vardı, hasta yoktu. Her ne kadar entegre sistemden geçmiş olsak da biz hastalıkları fragmente bir şekilde öğreniyorduk. Yani hastaya bütüncül bir şekilde yaklaşmak bizim dönemimizde de yoktu. Şimdi ise hastaya en azından tıbbi kayıtları ve verileri temelinde bütüncül olarak yaklaşıyoruz. Hastanın tüm geçmişini, mesela tüm laboratuvar testlerini, tüm konsültasyonlarını ve tüm röntgenlerini elimizin altında anında ve toplu şekilde görüyoruz. Tüm bu süreç, doğal olarak, doktorun bilgisayarla da biraz daha fazla haşır neşir olmasına yol açıyor; zaten o esnada hasta da cep telefonu ile birilerine mesaj çekmeye uğraşılıyor! Ama en

azından ben o esnada bu hastanın birçok bilgisini, görebiliyorum, ne zaman hastaneye gelmiş, gitmiş bunları artık görebiliyorum ve bütün verilerini alabiliyorum. Hatta IBM'in üzerinde çalıştığı bir sistem var. Hastanın tüm elektronik kayıtlarını gözden geçirecek, doktora –onun uzmanlık alanındaki bilgilere de ağırlık vererek– kısa bir özet sunuyor.

Tüm bu elektronikleşmenin hasta doktor ilişkisindeki insani boyutlara etkilerini soruyorsanız, bu örneğin Facebook için de çok söyleniyor. Facebook esasında amaçladığı şekilde insanları birleştirmede, yalnız insanlar yarattı, hatta insanlar kendi sanal dünyalarını yarattı deniliyor. Aynı şey akıllı telefonlar için de söyleniyor; İnsanları birbiri ile buluşturacak teknoloji esasında sosyal açıdan içe dönük insanlar yarattı. Bunlar söyleniyor, ama gerçek ne olursa olsun bizler teknolojik gelişmelerin önünde duramıyoruz. Bununla birlikte, ben öğrencilerime hep şunu söylüyorum: Bilim ve teknolojide asıl olan insan ve onun zekasıdır, başarılı olma için insan zekasını her zaman merkezde tutmalıyız.

Anlaşıyor ki teknolojinin önüne geçemeyeceğiz. George Orwell'ın 1984'ü gerçekleşiyor, hatta çok daha ilerisi gerçekleşiyor. Belki bir kaçış yolu olarak sormak istiyorum. Bu saklanan veriler değiştirilebilir mi?

(H. M. K.) Her türlü veri her şekilde değiştirilebilir, ama işlemin izi belli olur, değiştirildiği anlaşılabilir. Ne zaman ve nerede değiştirildiği belli olur, yapılan değişiklikleri gizlemek çok ileri teknoloji ve sistem gerektirir. Şöyle bir soru sorabilirim size: “Siz paralarınızı nerede saklıyorsunuz, evde mi, yoksa bankada mı?” Büyük olasılıkla bankada diye yanıtlarsınız. Çoğumuz internet şubesini de kullandığımızı göre tüm birikiminizi, geçmiş ve geleceğinizi, çocuklarımızın rızkını ve mirasımızı esasında internette tutuyoruz. Tüm bunları tuttuğunuz internete çok rahat girilebilir, nitekim çocuklar bile giriyor. Paramızla ilgili tüm veriler elektronik ortamda tutuyoruz, sağlık verilerimizi mi tutmayacağız? “1984”te ne vardı? Bir sistem vardı, o sistem sadece sizi gözetlemiyordu, siz o sistemin yarattığı bir ekosistem içerisinde yaşıyordunuz, yaşamaya mecburdunuz. Benzer şekilde, endüstri devrimi olduğu

zaman, çok büyük şirketler oluştu. Bunlar genellikle vertikal olarak çalışıyordu. Kömürü çıkartıyordu, demiri eritiyordu, makineyi yapıyordu, o makineyi de kendi ürettiği gemiyle taşıyor, kendi istediği bir coğrafyada yine kendi fabrikasına kuruyordu. Bu süreç sonsuz döngü şeklinde devam ediyordu. Örneğin Edison bunların çok güzel örneğidir. Edison'un fabrikalarında bir uçta AR-GE, ortada üretim, diğer uçta satışlar varmış. Bunun fotoğrafları var, yani bir nevi teşhisten tedaviye. Yapıyor, üretiyor, satıyor, parayı alıyor: Linear bir yöntem ve çok sıkı bir denetim var. Tabii demokrasi yok.

İnternet çağında ise yeni bir yapılanma ortaya çıktı, herkes bilgiyi üretir, herkes bilgiye erişir oldu. Böylece horizontal yani yatay bir yapılanma ortaya çıktı; buna da AR-GE'nin demokratizasyonu deniliyor. Bugün Hindistan'da adam yazılım geliştiriyor, Türkiye'de bir arkadaşımız bu ülkenin ve bölgenin ihtiyaçlarına göre uygulama yazıyor, fiyatını da bir oranda kendisi belirliyor, bundan korkmuyalım. Bununla birlikte çok uluslu dev şirketlere IT alanında ihtiyaç kalmadı demiyorum. Çünkü o boyutta birçok iktisadi faktör rol oynuyor. Ama mesela tam da 1984 yılında büyük bir firmanın karşısına daha küçük bir firma onu yıkacağıym diye çıkmıştır, ama kendisi yıkmak istediği firma gibi olmuştur, değil mi? Ben mutlaka böyle olmayabilir diyorum.

Çalışmalarınızı yaparken sosyolojik boyutunu ne kadar dikkate alarak yapıyorsunuz bunu merak ediyorum? Siz konuşurken olayın fazla teknikleştiğini hissettim.

(H. M. K.) Olay zaten teknik. Ama şöyle bir algı oluşmasın: Bu iş tamam, dünyaya pazarlanma aşamasına geçildi, insanlar da moda uyararak, gelip geçici bir tüketim nesnesini büyük bir hayranlıkla anlatıyorlar, böyle bir şey yok. İşin aslını söyleyeyim: Herkes büyük veri hakkında konuşuyor, ama şuradan çıkın sorun, bu konuda konuşan birçok kişi şu kısa sürede öğrendiğiniz kadarını bile size söyleyemeyecektir, çoğu, büyük bir ihtimalle büyük veri kavramını bile tam olarak bilmemektedir. Dört yıl önce, 2012 yılında endüstriyel internet diye bir kavram toplumca bilinmiyordu, 2016 yılında biliniyor, ama daha uygulamaları ortaya konmadı.

Benim size gösterdiğim örnekler dünya içinde çok öncü örnekler. Mesela gösterdiğim teletıp sistemi dünyanın öncü sistemlerinden biri. Biz günümüzde henüz endüstriyel internet olgusunun olası getirilerini, boyutlarını, açmazlarını anlamaya çalışıyoruz. Henüz bunların hepsi birer deney ve deneyim. Örneğin telepatoloji sisteminin teknik boyutları var, bir de doktor ve hasta açısından insani boyutları var.

Ben dünyada bu konuda bazı değerli insanlarla irtibatla bu işin ahlaki ve hukuki boyutlarını da araştırıyor ve öğrenmeye çalışıyorum. Benzer sorular Amerika'da ve birçok yerde de soruluyor ve tartışılıyor. Fakat bence burada esas bilmemiz gereken nokta şu ki, biz burada bunları tartışırken TBMM'de şu an kişisel veri güvenliği yasa tasarısı gündeme alındı. Yani bunlara daha önce hiç kafa yormadık, çok gerilerde kaldık; bunları bizim yerimize birileri çoktan tartıştı. Ama tartışanlar arkadaşlarımız, büyüklüklerimiz. Bu bağlamda ilgili paydaşlarla da istişare edilerek iyi bir yasa hazırlanacağına yürekten inanıyorum.

Bu konu felsefi boyutları yönünden ileride daha çok tartışılacaktır, endüstri devriminin etkileri bile hala devam ediyor. O devrim felsefi birçok yapıya geçit verdi, 1960'lı yıllardaki çalkantılabile damgasını vurdu. Endüstriyel internet devriminin gelecekteki etkilerinin ise neler olacağını tam olarak bilmiyoruz. Ama bunları düşünüyoruz. Özellikle veri paylaşımı ve mahremiyet noktasında bir maliyet zarar ya da maliyet fayda analizi yapmak gerekiyor, bunu da yapıyoruz. Ben şahsım adına şöyle söyleyeyim: Ben kendi çalışmalarım da öncelikle insanı merkeze alıyorum. Hastaların ve çalışanların, yani insanın refahı için bunu yapıyorum. Yani ben bir radyolog olarak nasıl daha mutlu ve daha huzurlu olurum? Nasıl daha az yorulurum ve hastama nasıl daha faydalı olabilirim, hastam nasıl bundan daha fazla fayda elde eder? Sonuçta da, ben bu tekniği insanlara nasıl sunabilirim?

Özet olarak şunu söylemek istiyorum: Birincisi, bizim kendi ulusal bulut sistemlerimizi kurmamız lazım. Bu konuda, örneğin, Türk Telekom'un yeterli altyapı ve tecrübesi var. Benzer olanaklar bazı kamu ve özel şirketlerde de var. Tüm bu kurumlarla işbirli-

ği içerisinde kendi platformlarımızı ve işletim sistemlerimizi geliştirmemizde fayda var ve bunlar üzerinde çalışılıyor. Bu arada kendi yazılım sanayimizi, yani yazılımcılarımızı da geliştirmemiz gerekli. Çünkü biz birçok yazılımı dışarıdan alıyoruz. Bu bağlamda yazılımcılarımızı merdiven altı çalışmalarından kurtarmamız lazım. Bizim çok büyük yazılım üslerimizin olması lazım ve büyük yazılımlar sadece devlet kurumları tarafından ya da onların yönlendirmesi ve ihtiyaçları için geliştirilmemeli. Sizin gibi genç insanlar da, bir araya gelip, “Neden şöyle bir yazılım geliştirmiyoruz?” dedikleri zaman desteklenmelidir. Yani ulusal mekanizmaların sırf düzenleyici değil destekleyici olarak da çalışması gerekli.

BÜYÜK VERİ, ENDÜSTRİYEL İNTERNET ve SAĞLIK ALANINDAKİ UYGULAMALARI

Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş

Büyük veri bilişimdeki, bilgisayarlardaki ya da bilgi işlemedeki "yeni şey". Büyük veri, yeni olmasının ötesinde çok da önemli bir şey, çünkü bunun sayesinde çocuklarınız daha iyi beslenebilecek, daha temiz bir çevrede yaşayabilecek ve daha mutlu bireyler olabilecekler. Bu geleceğin devrimi! Büyük veri, verinin (data) -bu yapısal olabilir ya da olmayabilir- üstel (exponential) şekilde büyümesi ve bizim hizmetimize sunulması olayıdır. Peki, büyük veri neden çok önemli? Çünkü daha fazla veri daha fazla analiz demek, daha fazla analiz daha iyi karar vermek demek, daha iyi karar vermek de operasyonel olarak verimliliği arttırırken maliyetleri ve riskleri düşürmek demektir.

