

# MASTER ALGORİTMA: Yapay Öğrenme Hayatımızı Nasıl Değiştirecek?

## Pedro DOMINGOS

---

### Önsöz

Belki farkında değilsiniz ama yapay öğrenme, hayatın her alanında yayılmış durumda. Kitap satın almak için Amazon.com sitesine veya video izlemek için Netflix'e girdiğinizde yapay öğrenme sistemi size yardımcı olmak için hoşlanabileceğiniz bazı tavsiyelerde bulunur. Facebook size gösterilecek güncellemeleri belirlemek için yapay öğrenmeyi kullanır. Bilgisayarı her kullandığınızda yapay öğrenme muhtemelen bir yerlerde devreye girer.

Geleneksel olarak bilgisayarların iki sayıyı toplamaktan bir uçağı uçurmaya kadar herhangi bir şeyi yapmasının tek yolu, bunun nasıl yapılacağını açıklayan bir algoritmayı bütün ayrıntılarıyla yazmaktı.

Cep telefonunuz da algoritmalarla doludur. Bunlar yazım hatalarınızı düzeltmek, sesli komutlarınızı anlamak, iletim hatalarını azaltmak, barkodları okumak ve daha birçok şeyi yapmak için sürekli görev başındadır.

Toplum, öğrenen algoritmalarla adım adım değişiyor. Yapay öğrenme bilim, teknoloji, ticaret, politika ve savaşı yeniden şekillendiriyor. Uydular, DNA dizileyciler ve parçacık hızlandırıcılar doğayı en ince ayrıntısına kadar inceliyor ve öğrenen algoritmalar veri akışını yeni bilimsel bilgilere dönüştürüyor. Şirketler müşterilerini hiçbir zaman olmadığı kadar çok tanıyor. En iyi seçmen modellerine sahip olan aday seçimi kazanıyor, tıpkı Obama'nın Romney karşısında kazandığı gibi.

Google'ın sürücüsüz otomobili, yoldan çıkmamayı kendi kendine öğretti: Hiçbir mühendis A noktasından B noktasına nasıl gidileceğinin adım adım talimatlarını veren bir algoritma yazmadı. Hiç kimse bir otomobili kendi kendine gidecek şekilde nasıl programlayacağını bilmiyor ve kimsenin bilmesi de gerekmiyor, çünkü öğrenen algoritmayla donatılmış bir otomobil, sürücünün ne yaptığını gözlemleyerek bunu öğrenir.

*Homo sapiens*, kendini dünyaya adapte etmek yerine dünyayı kendine adapte eden türdür.

Yapay öğrenme bu milyon yıllık destanın en yeni bölümüdür: Onunla birlikte, dünya sizin ne istediğinizi anlıyor ve parmağınızı bile kıpırdatmanıza gerek olmadan isteğinize göre değişiyor. Çevreniz-bugün sanal olarak, yarın fiziksel olarak- sihirli bir orman gibi, siz hareket ettikçe kendi kendini yeniden düzenliyor.

Her yıl yüzlerce öğrenen algoritma geliştirilir ama hepsi aynı birkaç temel fikre dayanır. Bu kitap da, işte bu temel fikirler hakkında ve yapay öğrenmenin dünyayı nasıl değiştireceğini anlamak için de onları gerçekten bilmeniz gerektiği hakkındadır. Ezoterik olmaktan çok uzak ve bilgisayarlardaki kullanım alanlarından oldukça ayrı olan bu temel fikirler, hepimizi ilgilendiren sorulara yanıt verirler: *Nasıl öğreniriz? Bunun daha iyi bir yolu var mı? Neleri öngörebiliriz? Öğrendiğimiz şeylere güvenebilir miyiz?*

Yapay öğrenme içindeki rakip düşünce ekolleri bu sorulara çok farklı yanıt veriyor. Belli başlı beş tane vardır ve bunların her birine bir bölüm ayırdık. Yapay öğrenmenin beş ana kolunun her biri kendine özgü Master Algoritma'ya sahiptir.

Master Algoritma, prensipte her türden alandaki veriden bilgiye ulaşmak için kullanabileceğiniz genel amaçlı bir öğrenicidir. Master Algoritma, eğer varsa, dünyadaki geçmiş, şimdiki ve gelecek tüm bilgi birikimini verilerden elde edebilir. Onun icadı, bilim tarihindeki en büyük ilerlemelerden biri olacaktır.

## Yapay Öğrenme Devrimi

Algoritmalar çağında yaşıyoruz. Sadece bir iki kuşak önce, *algoritma* denince çoğu kişinin zihninde bir şey canlanmazdı. Günümüzde ise algoritmalar uygarlığın her köşesinde. Gündelik hayatın her dokusuna işlenmiş durumda. Sadece cep telefonunuz veya dizüstü bilgisayarınızda değil evinizde, cihazlarınızda ve oyuncaklarınızda da. Bankanız, insanların orada burada düğmelere dokunduğu devasa bir algoritmalar yığını. Algoritmalar uçak seferlerini planlıyor ve daha sonra da uçakları uçuruyor. Algoritmalar fabrikaları işletiyor, malları satıp sevk ediyor, tahsilat yapıyor ve kayıt tutuyor. Her bir algoritma aniden duruverse bildiğimiz haliyle dünyanın sonu gelirdi.

Algoritma, bilgisayara nelerin yapılması gerektiğini söyleyen talimatlar dizisidir. Bilgisayarlar, transistor adı verilen milyarlarca küçük anahtardan oluşur ve algoritmalar bu anahtarları saniyede milyarca kez açıp kapatır. En basit algoritma, anahtarı çevirmektir. Bir transistorun durumu, en küçük bilgi dağarcığıdır: transistor etkinse bir, değilse sıfır. Bankanızın bilgisayarlarındaki bir bit, hesap bakiyenizin yeterli olup olmadığını söyler. Sosyal Güvenlik Kurumu'nun bilgisayarlarındaki bir başka bit, sizin hayatta olup olmadığınızı söyler.

İkinci en basit algoritma, iki biti birleştirmektir. Bilgi kuramının babası olarak tanınan Claude Shannon, transistorların birbirine yanıt olarak açılıp kapatıldıkça ne yaptığını fark eden ilk kişidir: uslamlama.

İnsanlar genellikle bilgisayarların tamamen sayılardan ibaret olduğunu düşünür, oysa bilgisayarlar sayılardan değil tamamen mantıktan ibarettir. Sayılar ve aritmetik, mantıktan yapılmıştır, tıpkı bilgisayarda geri kalan her şey gibi.

Michelangelo, yaptığı tek şeyin heykelleri mermer bloğunun içinde görmek ve heykel ortaya çıkana dek de taşın fazlalıklarını yontmak olduğunu söylemiştir. Benzer bir biçimde, algoritma da ister bir uçağın otomatik pilotu ister yeni bir Pixar filmi olsun amaçlanan işlevi gerçekleştirmek için bilgisayarlardaki aşırı transistörleri kesip atar.

Her bilgisayar bilimci, karmaşıklık canavarıyla her gün mücadele eder. Bilgisayar bilimciler savaşı kaybettiğinde karmaşıklık hayatlarımıza girer. Büyük olasılıkla birçok savaşın kaybedildiğini fark etmişsinizdir. Yine de algoritmalar kulemizi giderek daha fazla zorlanarak da olsa inşa etmeye devam ederiz. Her yeni algoritma kuşağı, daha öncekilerin üstüne inşa edilmek ve kendi karmaşıklığının yanı sıra onların karmaşıklığıyla da başa çıkmak zorundadır. Kule gittikçe yükselir ve tüm dünyayı kaplar ama çökmeyi bekleyen kâğıttan kuleler gibi gittikçe daha kırılğanlaşır. Bir algoritmadaki ufacık bir hata yüzünden milyar dolarlık bir roket patlayabilir veya milyonlarca kişi elektriksiz kalabilir. Algoritmaların beklenemedik bir biçimde etkileşime girmesi sonucunda borsa çökebilir.

Programcılar ufak çaplı birer tanrıysa, karmaşıklık canavarı da şeytanın ta kendisidir. Küçük adımlarla savaşı kazanmaktadır. Bunun daha iyi bir

yolunu bulmak gerekir.

Bazı öğrenen algoritmalar bilgi dağarcığını öğrenirken, bazıları yetenekleri öğrenir. “Bütün insanlar ölümlüdür” bir bilgi dağarcığı parçasıdır. Bisiklet sürmek ise yetenektir. Yapay öğrenmede bilgi dağarcığı genellikle istatistiksel modeller şeklindedir çünkü çoğu bilgi dağarcığı istatistikselidir: Bütün insanlar ölümlüdür ama yalnızca yüzde 4'ü Amerikalıdır. Yetenekler ise genellikle prosedürler şeklindedir: Yol sola kıvrılıyorsa direksiyonu sola çevir veya önüne bir geyik çıkarsa frene bas. (Ne yazık ki bu satırların yazıldığı tarihte, Google'ın sürücüsüz otomobilleri, geyikleri rüzgârda uçuşan plastik poşetlerden ayıramıyordu.)

Prosedürler genellikle çok basittir ve karmaşık olan, onların temelindeki bilgi dağarcığıdır. Hangi elektronik postaların istenmediği belliyse hangilerinin silinmesi gerektiğini bilebilirsiniz. Satranç tahtasında hangi pozisyonun iyi olduğu belliyse hangi hamlenin yapılması gerektiğini (en iyi pozisyonu sağlayan hamleyi) bilebilirsiniz.

Yapay öğrenme birçok farklı şekle bürünür ve birçok farklı ad alır: örüntü tanıma, istatistiksel modelleme, veri madenciliği, bilgi dağarcığı keşfi, öngörücü analiz, veri bilimi, adaptif sistemler, özörgütlenmeli sistemler vs. Bunların her biri farklı topluluklar tarafından kullanılır ve farklı çağrışımlara sahiptir. Bazıları uzun bir yarı-yaşam süresine sahiptir, bazılarında bu süre daha kısadır. Bu kitapta *yapay öğrenme* terimini bunların tümünü kapsayacak şekilde geniş anlamda kullanıyorum.

**Yapay öğrenme** bazen **Yapay Zekâ** ile (Artificial Intelligence -AI) karıştırılır. Teknik olarak, yapay öğrenme Yapay Zekânın bir alt alanıdır ama öylesine büyük ve başarılı bir şekilde gelişmekte ki gururlu ebeveynini şimdiden gölgede bıraktı.

**Yapay Zeka'nın amacı**, bilgisayarlara insanların hâlihazırda yaptığı şeyleri daha iyi yapmayı öğretmektir ve öğrenme bunların en önemlisi olarak görülebilir. Öğrenme olmadan hiçbir bilgisayar insana uzun süre ayak uyduramaz; öğrenme olduktan sonra gerisi gelir.

Bilgi işleme ekosisteminde, öğrenciler süper yırtıcılardır. Veri tabanları, arama robotları, dizin oluşturucular vs uçsuz bucaksız veri tarlalarında sabırla işini yapan otçullardır. İstatistiksel algoritmalar, çevrimiçi analitik işlem vs yırtıcılardır. Otçullar gereklidir çünkü onlar olmadan diğerleri de var olamazdı ama süper yırtıcıların hayatı daha heyecanlıdır. Arama robotları bir ineğe benzetilebilir, web tüm dünyaya yayılan bir çayır ve her web sayfası da bir sap ottur. Arama robotu işini tamamladığında, hard disklerinde web'in bir kopyası durur. Dizin oluşturucu, tıpkı bir kitabın sonundaki dizin gibi, her sözcüğün görüldüğü sayfaların listesini oluşturur. Veri tabanları filler gibi büyük ve ağırdır asla unutmazlar. Bu sabırlı hayvanların arasında istatistiksel ve analitik algoritmalar verileri kompakt hale getirip ayıklar ve bilgiye dönüştürür. Öğrenciler bu bilgiyi yer, sindirir ve bilgi dağarcığına dönüştürür.

Sanayi Devrimi, elle çalışmayı otomatik hale getirmiş, Bilgi Devrimi de aynı şeyi zihinsel çalışma için yapmıştır ama yapay öğrenme otomasyonun kendisini otomatik hale getirir. Bu olmaksızın programcılar ilerlemenin önündeki engel haline gelirler. Bunun sayesinde ilerlemenin hızı artar.

Tembel ve pek de parlak olmayan bir bilgisayar bilimciyseniz, yapay öğrenme sizin için ideal bir uğraştır çünkü bütün işi öğrenen algoritmalar yapar ama bütün övgüyü siz alırsınız. Öte yandan öğrenen algoritmalar, şiiresel adaletin neticesi olarak işimizi elimizden alabilir.

### **İşletmeler yapay öğrenmeye neden sıcak bakıyor?**

Google neden Yahoo'dan çok daha değerli? Her ikisi de web üzerinde reklam yayınlamaktan para kazanıyor ve her ikisi de en önemli uğrak noktaları. Her ikisi de reklam satmak için açık arttırma yöntemini, kullanıcının bir reklamı tıklama olasılığını (olasılık ne kadar yüksekse reklam o kadar değerli) öngörmek için de yapay öğrenmeyi kullanıyor. Ancak Google'ın öğrenen algoritmaları, Yahoo'nunkilerden çok daha iyi. Bu elbette ki piyasa değerlerindeki farkın tek nedeni değil ama oldukça önemli. Öngörüldüğü halde gerçekleşmeyen her tıklama, reklamcı için boşa harcanmış bir fırsat ve web sitesi için de gelir kaybıdır.

Google'ın yapay öğrenmenin büyük bir tutkunu olduğu ve Yahoo'yla diğerlerinin ona yetişmeye çalıştığı şüphe götürmez.

Web reklamcılığı, çok daha büyük bir fenomenin sadece tek göstergesidir. Her piyasada, bir işlem gerçekleşmeden önce üretici ve tüketicilerin bağlantı kurması gerekir. İnternette önce, bunun önündeki başlıca engeller fizikseldi. Yalnızca, kendi bölgenizdeki kitapçıdan kitaplar alabiliyordunuz ve onun da rafları sınırlıydı. Ama istediğiniz her kitabı her an elektronik okuyucunuza indirebildiğinizde, problem artık seçeneğin çok fazla olmasıdır. Milyonlarca kitap satan bir kitapçının raflarına nasıl göz atabilirsiniz ki?

### **Şirketler büyürken üç aşamadan geçer:**

İlk başta her şeyi manuel olarak yaparlar: Aile işletmelerinin sahipleri müşterilerini kişisel olarak tanır ve buna uygun ürünler sipariş eder, sergiler ve tavsiye eder. Bu aşama sorunsuzdur ama genişlemeye açık değildir.

İkinci ve en mutsuz aşamada, şirket bilgisayar kullanmaya ihtiyaç duyacak kadar büyür. Programcılar, danışmanlar ve veri tabanı yöneticileri devreye girer ve şirketin otomatik hale getirilebilecek tüm işlevlerini otomatikleştirmek için milyonlarca satır kod yazılır. Çok daha fazla insana hizmet verilir ama yine de yeterli değildir: Kararlar işlenmemiş demografik kategorilere göre alınır ve bilgisayar programları insanların sonsuz çok yönlülüğüne yanıt verebilecek kadar esnek değildir.

Bir noktadan sonra ihtiyaç duyulan her şeyi yapmak için yeterli programcı ve danışman olmaz ve şirket ister istemez yapay öğrenmeye yönelir.

Nasıl ki veri tabanlarına sahip olmayan bir banka sahip olan diğer bankalarla rekabet edemezse, yapay öğrenmeyi kullanmayan bir şirket de diğer şirketlere ayak uyduramaz.

Yapay öğrenme, şişirilmiş bilimsel yöntemdir. Hipotezleri üretme, test etme ve ıskartaya çıkarma veya rafine etme sürecini izler. Ama bilim insanları hayatları boyunca sadece birkaç yüz hipotez ortaya atıp test edebilirken, bir yapay öğrenme sistemi aynı şeyi bir saniyeden kısa sürede yapabilir. Yapay öğrenme, keşfi otomatik hale getirir. Bu nedenle hem bilim hem de iş dünyasında devrim etkisi yaratması hiç şaşırtıcı değildir.

Bilgisayarlar icat edilmemiş olsaydı, bilim 20. Yüzyılın ikinci yarısında durma noktasına gelirdi. Bilim insanları halen kaydedebildikleri sınırlı ilerlemeye

odaklanmış oldukları için bunu hemen fark etmeyebilirdi ama bu ilerlemenin üst sınırı çok ama çok daha alçakta olurdu. Benzer bir biçimde, yapay öğrenme olmaksızın birçok bilim dalında gelecek on yıllarda verim düşerdi.

2011'de "büyük veri" fikri hiç olmadığı kadar yaygınlaşınca, yapay öğrenme küresel ekonominin geleceğinin merkezine oturmuştur. Günümüzde yapay öğrenmenin kendini hissettirmediği bir insani uğraşı alanı neredeyse kalmamış gibidir; müzik, spor ve şarap tadımı gibi en zayıf görünen adaylar bile bunların arasında yerini almıştır.

## **Master Algoritma**

Yapay öğrenmenin uygulama yaygınlığından daha da şaşırtıcı olan şey, bu farklı şeylerin tümünü aynı algoritmaların yapmasıdır. İki farklı problemle karşılaşıyorsanız, Yapay öğrenme olmadıkça iki farklı program yazmanız gerekir. Aynı altyapının bir kısmını, örneğin aynı programlama dilini veya aynı veri tabanı sistemini kullanabilirler. Ama örneğin satranç oynayan bir program ile kredi kartı uygulamaları gerçekleştirmek isterseniz hiçbir fayda sağlamaz.

Yapay öğrenmede, öğrenmesi için uygun veriyi sağladığınız takdirde aynı algoritma her ikisini de yapar. Aslında Yapay öğrenme uygulamalarının büyük bir çoğunluğundan sadece birkaç algoritma sorumludur.

## **Sinirbilime dayalı argüman**

2000 yılının Nisan ayında, MIT'de görev yapan bir sinirbilimciler ekibi *Nature* dergisinde olağandışı bir deneyim sonuçlarını duyurdu.

Bir dağ gelinciğinin beyninin bağlantılarını yeniden oluşturdular: Gözlerin bağlantılarını işitsel kortekse (beynin sesleri işitmekten sorumlu olan kısmına) ve kulakların bağlantılarını görsel kortekse yönlendirdiler. Dağ gelinciğinin ciddi bir biçimde sakat kaldığını düşünebilirsiniz ama öyle olmadı: İşitsel korteks görmeyi, görsel korteks de işitmeyi öğrendi ve dağ gelinciği iyiydi.

Normal memelilerde görsel korteks retinanın bir haritasını içerir: Retinanın komşu bölgelerine bağlanan nöronlar kortekste birbirlerine yakındır. Bağlantıları yeniden kurulan dağ gelinciklerinde, işitsel korteks retinanın bir haritasını geliştirmişti. Görsel girdi dokunma algısından sorumlu beden-duyusal kortekse yönlendirilirse, o kısım da görmeyi öğrenir. Diğer memeliler de bu yeteneğe sahiptir. Doğuştan görme engellilerde görsel korteks, beynin başka işlevlerini üstlenebilir. Duyma engellilerde de işitsel korteks aynı şeyi yapar. Görme engelliler, başlarına takılan bir kameradan dillerine yerleştirilen bir dizi elektroda video görüntüleri göndererek dilleriyle "görmeyi" öğrenebilir. Yüksek voltajlar parlak piksellere karşılık gelirken, düşük voltajlar koyu piksellere karşılık gelir. Ben Underwood adlı görme engelli çocuk, gezinmek için yarasaların yaptığı gibi sesle yer belirlemeyi (ekolokasyon) kendi kendine öğrenmiştir. Diliyle çıkardığı seslerin yankılarını dinleyerek engellere çarpmadan yürüyebiliyor, kaykaya binebiliyor ve hatta basketbol oynayabiliyordu. Tüm bunlar, beynin yalnızca bağlantılı oldukları farklı girdilere göre ayırt edilebilen farklı duyulara tahsis edilmiş (örneğin gözler, kulaklar, burun) alanlarında aynı öğrenme algoritmasının kullanıldığını kanıtlar.

Yaşamın sonsuz çeşitliliği bir tek mekanizmanın sonucudur: doğal seçim (seleksiyon). Daha da dikkat çekici olan, bunun bilgisayar bilimcilerin çok aşına olduğu türden bir mekanizma olmasıdır.

Yinelemeli araştırmaya çok benzer: Bir problemi birçok aday çözümü deneyerek, en iyi olanları seçip düzenleyerek ve bu adımları gerektiği kadar tekrarlayarak çözeriz.

### **Evrime dayalı argüman**

Evrim bir algoritmadır. Victoria döneminde yaşamış olan bilgisayarın öncüsü Charles Babbage'ın ifadesiyle, Tanrı türleri değil türleri yaratmanın algoritmasını yaratmıştır.

Darwin'in *Türlerin Kökeni* kitabının sonuç kısmında sözünü ettiği “basit bir başlangıçtan en güzel sonsuz biçimin türemesi” en güzel birlik fikriyle çelişir: Tüm bu biçimler, DNA dizilimlerinde kodlanır ve hepsi bu dizilimlerin değiştirilmesi ve birleştirilmesiyle ortaya çıkar. Sadece bu algoritmanın bir tanımından yola çıkarak, onun sizi ve beni üretebileceğini kim tahmin ederdi ki?

Evrim bizi öğrenebiliyorsa yeterince güçlü bir bilgisayarda uygulanması koşuluyla öğrenilebilecek her şeyi öğrenebilir.

Evrim, basit bir öğrenen algoritmanın yeterince veriye sahip olması durumunda ne kadar çok şey başarabileceğinin en büyük örneğidir. Evrimin girdisi, şimdiye dek var olmuş tüm canlıların deneyim ve kaderidir.

### **Master Algoritma tilki mi, yoksa kirpi mi?**

İnsan eli basittir; dört parmak ve bir başparmaktan oluşur ama sayısız araç yapabilir veya kullanabilir. Kalem, kılıç, tornavida ve atal için el neyse, algoritmalar için de Master Algoritma odur.

İsaiah Berlin'in unutulmaz biçimde belirttiği gibi, kimi düşünürler tilkidir yani birçok küçük şeyi bilirler ama kimileri de kirpidir yani tek bir büyük şeyi bilirler.

Aynı şey öğrenen algoritmalar için de geçerlidir. Umarım Master Algoritma bir kirpidir ama eğer tilkiyse onu yakın bir zamanda yakalayabilmemiz mümkün olmayabilir. Günümüzün öğrenen Algoritmalarının en büyük problemi, çok sayıda olmaları değildir; çok faydalı olmalarına rağmen henüz istediğimiz her şeyi yapmamalarıdır.

Bilim günümüzde tam anlamıyla bölünmüştür; her alt topluluğun kendi jargonunu konuştuğu ve yalnızca kendisine yakın birkaç alt topluluğu görebildiği bir Babil Kulesi'dir. Master Algoritma tüm bilimlerin birleştirici bir görünüşünü sunacak ve potansiyel olarak her şey hakkında yeni bir teoriye yol açacaktır.

## **YAPAY ÖĞRENME ÜZERİNE KURULU DÜNYA**

### **Günümüzde dört tür veriniz olabilir:**

- Herkesle paylaştığınız veriler,
- Arkadaşlarınız ve iş arkadaşlarınızla paylaştığınız veriler,
- Çeşitli şirketlerle (bilerek veya bilmeyerek) paylaştığınız veriler,
- Hiç paylaşmadığınız veriler.

Amazon ve TripAdvisor'da yaptığınız değerlendirmeler, eBay geribesleme skorlarınız, LinkedIn özgemişleriniz, blog yazılarınız, tweet'leriniz vs ilk veri türüne girer.

Bu veriler çok kıymetlidir ve dört veri türü içinde en az sorunlu olanlarıdır. Siz istediğiniz için herkes bu verilere ulaşabilir ve bunlardan faydalanabilir.

## Paylaşmak ya da Paylaşmamak, Nerede ve Nasıl?

*Atlantic'ten* Alexis Madrigal'ın işaret ettiği gibi, günümüzde profiliniz olsa olsa yarım sent karşılığında satın alınabilir ama internet reklam endüstrisi için bir kullanıcının değeri yılda 1.200 dolar kadardır. Google'daki verileriniz yaklaşık 20 dolar, Facebook'taki verileriniz yaklaşık 5 dolar eder vs.

Bu verilere henüz hiç kimsenin sahip olmadığı verileri de ekleyin. Bütünün değerinin parçaların değerinin toplamından fazlası olduğunu da düşünürsek, tüm verilerinize dayalı bir model, binlerce parçaya dayalı binlerce modelden çok daha değerlidir. Amerika Birleşik Devletleri büyüklüğündeki bir ekonomi için yılda bir trilyon doları aşan bir meblağdan kolayca söz edebiliriz. Bu durumda, Fortune 500 listesine giren bir şirket haline gelmek işten bile sayılmaz. Bunu deneyip dolar milyarder olursanız, nereden esinlendiğinizi unutmayın.

Elbette ki mevcut şirketlerden bazıları dijital modelinizi barındırmaya can atacaktır. Örneğin, Google. Sergey Brin, "*Google'ın beyninizin üçüncü yarısı olmasını istiyoruz*" diyor. Google'ın satın aldığı bazı şirketlerin kullanıcı veri akışının, Google'ın kullanıcı veri akışını tamamlayan cinsten olması muhtemelen tesadüfi değildir.

Google ve Facebook gibi şirketler yarışa önde başlayacak olsalar da çıkar çatışması nedeniyle dijital modelinizi barındırmaya uygun değildir. Bu şirketler reklamları hedef kitleye yönlendirerek para kazanırlar ve sizin çıkarlarınızla reklamcıların çıkarları arasında denge kurmak zorundadırlar. Beyninizin ilk veya ikinci yarısının çatışan bağılıklara sahip olmasını istemeyeceğinize göre, beyninizin üçüncü yarısında bunu neden isteyesiniz?

Dikkat çekici bir olasılık da hükümetin verilerinizi mahkeme kararıyla incelemesi veya hatta modeliniz bir suçlunun modeline benziyorsa *Azınlık Raporu (Minority Report)* filminde olduğu gibi suçu önlemek için sizi hapse atmasıdır. Veri şirketiniz bunu önlemek için her şeyi şifreleyebilir ve şifreyi sadece size verebilir. (Bugünlerde şifreli veriler üzerinden şifreyi çözmeden de hesaplamalar yapabilirsiniz.) Alternatif olarak, her şeyi evinizdeki hard diskinizde tutabilirsiniz ve şirket size gerekli yazılımı kiralar.

Kendi krallığınızın anahtarlarının kâr amacı güden bir kurumun elinde olması fikrinden hoşlanmadıysanız bunun yerine bir veri birliğine katılabilirsiniz. (Böyle bir veri birliği yoksa kendiniz kurmayı düşünebilirsiniz.)

Yirminci yüzyılda işçiler ve işverenler arasında denge sağlamak için sendikalara ihtiyaç duyulmuştu. Yirmi birinci yüzyılda da benzer bir nedenle veri birliklerine ihtiyaç duyulacaktır. Şirketler, verileri toplama ve kullanma noktasında bireylerden çok daha büyük bir kapasiteye sahiptir. Bu güç dengesizliğine yol açar ve veriler ne kadar değerli olursa, onlardan öğrenilebilecek modeller o kadar iyi ve faydalı olur ve dengesizlik de o kadar büyür.

Veri birliği, üyelerinin verilerin kullanımını hakkında şirketlerle eşit şartlar altında pazarlık etmesini sağlar. Belki de sendikalar da sürece dahil olabilir ve üyeleri için veri birlikleri kurarak tabanlarını genişletebilirler. Fakat sendikalar meslek ve bölge temelinde örgütlenirken, veri birlikleri daha esnek olabilir. Ortak noktalarınızın çok olduğu insanlarla bir araya gelerseniz öğrenilen modeller sizin için çok daha faydalı olacaktır.

Bir veri birliğine üye olmak, diğer tüm üyelerin verilerinizi görebileceği anlamına gelmez; herkesin havuza konan verilerden öğrenilen modelleri kullanabileceği anlamına gelir. Veri birlikleri, politikacılara isteklerinizi iletmenin

bir aracı da olabilir. Verileriniz, dünyayı oyunuz kadar, hatta daha fazla etkileyebilir, çünkü yalnızca seçim günlerinde sandık başına gidersiniz. Diğer tüm günlerde verileriniz oyunuzdur. Ayağa kalkın ve ne kadar kalabalık olduğunuzu gösterin!

Şimdiye kadar *mahremiyet sözcüğünü* hiç kullanmadım. Bu tesadüfi değil. Mahremiyet veri paylaşımı sorunun yalnızca bir boyutu ve bugüne kadar birçok tartışmada yapıldığı gibi ona odaklanarak sorunun bütününe gözden kaçırırsak yanlış sonuçlara ulaşabiliriz. Örneğin verilerin asıl amaçları dışında her türlü kullanımını engelleyen yasalar aşırı miyoptur.

İnsanlar bir web sitesinde profil bilgilerini doldururken yaptıkları gibi başka yararlar uğruna mahremiyetten vazgeçmek durumunda kaldığında, mahrem değeri "Mahremiyet endişesi duyuyor musunuz?" gibi soyut sorulara alacağımız yanıtlardan çok daha düşüktür. Fakat mahremiyet tartışmaları genellikle soyut sorular üzerinden yürütülüyor.

Avrupa Birliği Adalet Divanı, insanların unutulma hakkının yanı sıra hatırlama hakkına da sahip olduğuna karar kılmıştır; bu hatırlama kendi nöronları aracılığıyla da olabilir, bir sabit disk aracılığıyla da. Şirketler için de aynı şey geçerlidir ve bir noktaya kadar kullanıcılar, veri toplayıcılar ve reklamcıların çıkarları örtüşür. Dikkatin boşa harcanması hiç kimsenin yararına değildir ve daha iyi veriler daha iyi ürünler üretir. Mahremiyet, çoğu zaman aksi düşünülse de birinin kaybının diğerinin kazancı olduğu bir oyun değildir.

Günümüzde çoğu insan, hem kendileri hakkında ne kadar çok veri toplandığının, hem de bunun potansiyel külfet ve yararlarının ne olduğunun farkında değil. Şirketler bir patlama endişesiyle bunu şimdilik sessiz sedasız yürütmekten memnunmuş gibi görünüyor. Ama er ya da geç bir patlama yaşanacak ve bunu izleyen büyük kargaşada hiç kimseye hizmet etmeyen çok haşin yasalar çıkacak. Bu nedenle şimdiden farkındalığı artırmak ve herkesin neleri paylaşıp neleri paylaşmayacağı ve paylaştığı verileri nerede ve nasıl paylaşacağı hakkındaki bireysel tercihlerini yapmasını sağlamak en iyisi.

### **Sinirsel bir ağ işimi elimden aldı**

Mesleğinizde beyninizin ne kadarını kullanıyorsunuz? Beyninizi ne kadar çok kullanıyorsanız o kadar güvendesiniz. Yapay Zekânın ilk zamanlarında bilgisayarların beyaz yakalılardan önce mavi yakalıları işinden edeceği düşünülmüştü. Çünkü beyaz yakalıların işleri beyni daha çok kullanmayı gerektiriyordu. Ancak beklenen olmadı. Robotlar otomobillerin parçalarını bir araya getiriyorlar ama inşaat işçilerinin yerini almadılar. Öte yandan yapay öğrenme algoritmaları kredi analistleri ve doğrudan pazarlamacıların işini ellerinden alıyor. İnsanlar için durum tam tersi olsa da makineler için kredi başvurularını değerlendirmek, bir inşaat alanına takılıp düşmeden gezinmekten daha kolaydır.

Beyninizin büyük bir kısmı görmek ve hareket etmek için ayrılmıştır; bu, etrafta dolaşmanın zannedildiğinden çok daha karmaşık olduğunun bir işaretidir.

Evrim sayesinde kusursuz hale geldikten sonra bunu çoğunlukla bilinçdışı bir biçimde yaptığımız için etrafta sorunsuzca dolanmayı doğal karşılız. Narrative Science şirketi, beyzbol oyunlarının oldukça iyi özetlerini yazabilen bir Yapay Zeka sistemine sahip ama aynı sistem roman yazamaz, çünkü, George F.



Will'in hoşgörüsüne sığınarak, hayatta beysbol oyunlarından çok daha fazla şeyin olduğunu söyleyebiliriz. Konuşma tanıma, bilgisayarlar için zordur, çünkü konuşan kişinin neden bahsettiği hakkında hiçbir fikriniz olmadığında boşlukları doldurmak, konuşmacının rutin bir biçimde yuvarladığı sesleri anlamak zordur. Algoritmalar, hisse senedi dalgalanmalarını öngörebilirler ama bunların politikayla ilişkisini kurabilmek için hiçbir ipucuna sahip değiller.

Bir meslek ne kadar çok bağlam gerektiriyorsa, bilgisayarların onu başarma ihtimali o kadar düşüktür. Sağduyu yalnızca anneniz size bunu öğütlediği için değil, bilgisayarlar sağduyuya sahip olmadığı için de önemlidir.

Bir bilgisayar işinizi yapmayı öğrendiyse, onunla rekabet etmeye kalkmayın; ondan yararlanın. H&R Block halen faaliyette ama vergi beyannamesi hazırlayanların işi eskisinden çok daha az zahmetli; çünkü artık işin zahmetli kısmı büyük ölçüde bilgisayarlar tarafından yapılıyor.

Bugünlerde en iyi satranç oyuncuları, yarı insan yarı programdır. Borsa analistlerinden beysboldaki yetenek avcılarına kadar daha birçok meslek için de aynısı geçerlidir. Rekabet, insanla makine arasında değil, makinesi olan ve olmayan insanlar arasındadır.

***Veri ve sezgi, binici gibidir; attan hızlı koşmaya çalışmayın, atı sürün!***

Bilgisayarların ve robotların her şeyi daha iyi yapabileceği bir gün gelse bile -ki bu yakın gelecekte olmayacak-en azından bazılarımız için halen iş olacaktır.

Bir robot kusursuz bir biçimde barmenlik yapabilir ve müşterilerle küçük sohbetler bile edebilir ama bar işletmecileri sırf insan oldukları için insanları çalıştırmayı tercih edebilirler. Günümüzde el işi ürünlerin daha çok rağbet görmesi gibi, insan garsonların çalıştığı restoranlar da daha çok rağbet görecektir. Filmler, otomobiller ve sürat teknelerine rağmen insanlar yine tiyatroya gidiyor, ata biniyor ve yelkenlilerle seyahat ediyorlar. Daha da önemlisi, bazı profesyonellerden gerçekten de vazgeçilemeyecek çünkü işleri bilgisayarların ve robotların doğası gereği sahip olmayacakları bir şey gerektiriyor: *insan deneyimi*. Samimiyet ve yılışıklık gerektiren işlerden söz etmiyorum, çünkü bunu taklit etmek zor değil; robot evcil hayvanların başarısı bunun bir göstergesidir. İnsan olma deneyimi olmaksızın hiçbir şekilde anlayamayacağınız beşerî bilimleri kastediyorum. Beşerî bilimlerin yok olma sarmalına girdiğinden endişelensek de diğer meslekler otomatik hale geldikten sonra küllerinden doğacaklar. Gittikçe daha çok şey makineler tarafından ucuza yapıldıkça, sosyal bilimcilerin katkısı daha da değer kazanacak.

Aksine, bilim insanların geleceği, ne yazık ki çok parlak değil.

Gelecekte tek bilimciler pekâlâ bilgisayar bilimciler olabilir; yani bilim bilgisayarlar tarafından yapılabilir.

Emeğin toplam değeri önemli ölçüde düştüğü için doğal kaynaklarının ülke nüfusuna oranı önem kazanacak. Bu oranın en yüksek olduğu ülkeler, en varlıklı ülkeler haline gelecek.

İnsanlar en az şimdiki kadar insan ilişkilerinde, kendini gerçekleştirmede ve spiritüellikte anlam arayacaklar. Geçimini sağlama ihtiyacı, insanlığın barbarca geçmişinin bir diğer örneği olarak tarihin tozlu sayfaları arasında yerini alacaktır.

**Savaş insanların işi değil**

Bilimi otomatik hale getirmekten daha zor olsa da askerlik de otomatik hale getirilecek. Robotların başlıca kullanım alanlarından biri, insanlar için çok tehlikeli olan şeyleri yapmaktır ve savaşmak da çok tehlikelidir. Robotlar hâlihazırda bombaları etkisiz hale getiriyor ve insansız hava araçları bir müfrezinin araziyi gözden geçirmesine imkân tanıyor. Kendi kendine ilerleyen erzak kamyonları ve robot katırlar yolda.

Yakında robotların kendi başlarına tetiği çekmelerine izin verilip verilmeyeceğini karara bağlamamız gerekecek. Bunu savunanlar, bu sayede insanların zarar görmesini engelleyebileceğimizi ve hızlı seyreden çatışma koşullarında uzaktan kontrolün mümkün olmadığını ileri sürüyorlar. Buna karşı çıkanlar ise robotların ahlaki anlayamadığını ve dolayısıyla hayati kararlarda onlara güvenemeyeceğimizi savunuyorlar. Ancak onlara bunu öğretebiliriz. Daha derinlerdeki soru, buna henüz hazır olup olmadığımızdır.

Askeri gereklilik, orantılılık ve sivilleri ayırt etmek gibi genel prensipleri ortaya koymak zor değil. Ancak bu prensiplerle somut eylemler arasında uçurum vardır ve askerlerin muhakeme gücünün bunlar arasında bir köprü kurması gerekir.

Robot ordulara yöneltilen bir diğer itiraz, savaşı çok kolaylaştırmalarıdır. Ancak robotlardan tek taraflı olarak feragat edersek, bu bize bir sonraki savaşta pahalıya mal olabilir. Birleşmiş Milletler ve İnsan Hakları İzleme Komitesi'nin savunduğu mantıksal yaklaşım, kimyasal ve biyolojik savaşı yasaklayan 1925 Cenevre Protokolü'ne benzer bir biçimde robot savaşını yasaklayan bir anlaşmanın imzalanmasıdır. Ancak bu, aradaki önemli bir ayrımı kaçırıyor. Kimyasal ve biyolojik savaş sadece insanların çektikleri acıları artırırken, robot savaşı bu acıları önemli ölçüde azaltabilir. Savaş makineler tarafından gerçekleştirilirse ve insanlar yalnızca komuta kademelerinde yer alırsa hiç kimse ölmez veya yaralanmaz. Belki de yapmamız gereken şey, robot askerleri yasadışı ilan etmek yerine-hazır olduğumuzda-insan askerleri yasadışı ilan etmektir.

Robot askerler gerçekten de savaşları daha olası kılabilir ama aynı zamanda savaş etiğini de değiştirecektir. Ateş açma/açmama ikilemi, hedefler başka robotlar olduğunda çok daha kolay hale gelir. Günümüzde savaş tarifi imkânsız bir dehşet olarak yalnızca son çare olarak görülür. Bu modern bakış yerini biraz farklı bir savaş görüşüne bırakacaktır: Tüm tarafları yoksullaştıran ve belki her ne pahasına olursa olsun uzak durulmasa bile önlenmesi herkese fayda sağlayan bir büyük yıkım.

Ayrıca savaş kimin en büyük yıkımı yapabileceğini; görmek için girişilen bir rekabete indirgenirse, aynı rekabet neden en çok şeyi üretmek konusunda gerçekleşmesin?

Her halükârda, robot savaşını yasaklamak pratikte mümkün olmayabilir. Büyük ve küçük her ülke, yarının savaş robotlarının öncülleri olan dronları yasaklamak şöyle dursun geliştirmekle meşgul, çünkü tahminen sağladıkları faydaların risklerden daha ağır bastığını düşünüyorlar. Her silahta olduğu gibi, robotlara sahip olmak diğer tarafın olmadığına güvenmekten daha güvenlidir. Gelecekteki savaşlarda milyonlarca kamikaze dron geleneksel orduları dakikalar içinde imha edecekse, onların bizim dronlarımız olması tercih edilir. Üçüncü Dünya Savaşı bir tarafın diğer

tarafın sistemlerini kontrol altına almasıyla saniyeler içinde olup bitecekse daha akıllı, hızlı ve dirençli bir ağa sahip olsak iyi olur.

Bilgisayarlar her geçen yıl daha çok iş yapmakla kalmıyor, daha çok karar da alıyorlar. Kimin kredi alacağı, kimin neyi satın alacağı, kimin hangi işe alınacağı ve terfi edeceği, hangi hisse senetlerinin yükselip düşeceği, sigorta priminin ne kadar olacağı, polis memurlarının nerede devriye gezip kimleri gözaltına alacağı, hapis cezalarının ne kadar uzun olacağı, kimlerin flört edeceği ve dolayısıyla kimlerin doğacağı; tüm bunlarda yapay öğrenmeye dayalı modeller rol oynuyor.

Modern uygarlığın çöküşüne neden olmaksızın tüm bilgisayarlarımızı kapatabileceğimiz noktayı çoktan geride bıraktık. **Yapay öğrenme bardağı taşıran son damla**; bilgisayarlar kendi kendilerini programlamaya başlarsa onları kontrol etme umudu kesinlikle son bulur. Stephen Hawking gibi seçkin bilim insanları, çok geç olmadan bu konunun acilen araştırılması için çağrıda bulunmaktalar.

Sakin olun. Master Algoritmayla donatılmış bir Yapay Zekanın dünyanın kontrolünü ele geçirmesi ihtimali *sıfır*. Nedeni gayet basit: İnsanların aksine bilgisayarlar iradeye sahip değiller. Evrimin değil mühendisliğin ürünleridirler. Sonsuz bir güce sahip bilgisayar bile yalnızca bizim irademizin bir uzantısı olacaktır, korkulacak bir şey yok.

Yapay Zekâ bizim yavaş düşündüğümüz şeyleri hızlıca düşünecek ve bundan tüm dünya faydalanacak. Kendi adıma yeni robotları içtenlikle karşılıyorum.

Bildiğimiz akıllı varlıklar insanlar ve hayvanlardan ibaret olduğu, onlar da kendi iradelerine sahip oldukları için, akıllı makinelerin kontrolü ele geçirmesinden endişe duymak doğaldır. Ancak zekâ ve özerk irade arasında hiçbir bağlantı yoktur. Daha doğrusu, aralarında kontrol hattı bulunması koşuluyla zekâ ve irade aynı bedende bulunmayabilir.

Richard Dawkins, *The Extended Phenotype* [Genişletilmiş Fenotip] adlı kitabında bir hayvanın genlerinin kendi vücudundan fazlasını kontrol edebildiğini ve guguk kuşu yumurtalarından kunduzların yaptığı bentlere kadar doğanın bu tür örneklerle dolu olduğunu gösterir.

Teknoloji insanın genişletilmiş fenotipidir. Bu, anlayabileceğimizden çok daha karmaşık hale gelse bile kontrol etmeye devam edebileceğimiz anlamına gelir.

İki milyar yıl önce, özel havuzlarında, nam-ı diğer bakteri sitoplazmalarında yüzmeye giden iki DNA zincirini gözünüzde canlandırın. Çok önemli bir karar almak üzereler. Bir tanesi "*Kaygılıym, Diana. Çok hücreli yaratıklar üretmeye başlarsak kontrolü ele geçirirler mi?*" diye soruyor.

Hızla ileri sarıp 21. Yüzyıla geldiğimizde DNA halen hayatta ve iyi durumda. Aslında hiç olmadığı kadar iyi durumda; gittikçe artan oranda trilyonlarca hücreden oluşan iki ayaklı organizmalarda güven içinde yaşamını sürdürüyor. Çift sarmal oluşturan dostlarımız o hayati kararı verdikleri andan bu yana uzun bir mesafe kat ettiler. İnsanlar DNA'ların şimdiye kadarki en becerikli eserleri; DNA'mızı yaymadan eğlenmemize imkan tanıyan doğum kontrolü gibi şeyleri icat ettik ve özgür iradeye sahibiz (veya sahipmiş gibi görünüyoruz). Ama yine de eğlence anlayışımızı DNA şekillendiriyor ve haz

yaşayıp acıdan kaçmak için özgür irademizi kullanıyoruz; bu da büyük ölçüde DNA'mızın varlığını sürdürmesi için en iyi olanı tercih etmekle örtüşüyor.

Kendimizi silikona dönüştürmeye karar verirsek DNA'nın ölümü gerçekleşebilir ama yine de iki milyar yıl varlığını sürdürmek büyük bir başarıdır. Bugün vereceğimiz karar da buna benziyor: Geniş, birbiriyle bağlantılı, insandan üstün, sırrına erişilemez Yapay Zekalar üretmeye başlarsak kontrolü ele geçirirler mi?

Genler için çok hücreli organizmalar neyse, bizim için de Yapay Zekalar odur. Yapay Zekalar da bizim hayatta kalma makinelerimizdir, tıpkı bizim genler için olduğumuz gibi.

Ancak bu, endişelenecek hiçbir şeyin olmadığı anlamına gelmez. Her teknolojiye olduğu gibi, ilk büyük tehlike Yapay Zekânın yanlısı ellere geçebilecek olmasıdır. Bir suçlu veya düzenbaz Yapay Zekâyı dünyanın kontrolünü ele geçirmeye programlarsa, çok ileri gitmeden onu tespit edip engelleyecek bir Yapay Zekâ polise sahip olsak iyi ederiz. Çok sayıda Yapay Zekânın cinnet geçirip kontrolden çıkmasına karşı en büyük güvence, daha çok sayıda Yapay Zekânın barışı korumasıdır.

İkinci endişe kaynağı, insanların gönüllü olarak kontrolü teslim etmesidir. Bu bana saçma görünse de herkese saçma görünmeyen robot haklarıyla başlıyor. Ne de olsa hiçbir talepleri olmasa da hayvanlara çeşitli haklar sunmuş durumdayız. Robot hakları da "empati çemberini" genişletmek için bir sonraki mantıksal adımmış gibi görünebilir.

Yapay Zekâ kontrolünün sinsice ilerleyişindeki bir sonraki adım, çok daha zeki oldukları için bütün kararları onlara bırakmaktır. Dikkatli olun. Daha akıllı olabilirler ama skor fonksiyonlarını tasarlayan kişilere hizmet ederler. Bu bir "Oz Büyücüsü" problemi. Akıllı makinelerle dolu bir dünyada, onların hem girdi (hedeflerin belirlenmesi) hem de çıktı (sonuçların kontrolü) bakımından istediğiniz şeyleri yaptığından emin olmanız gerekir. Bunu siz yapmasanız bir başkası yapacaktır. Makineler kolektif olarak isteklerimizi belirlememize yardımcı olabilirler ama tıpkı demokraside olduğu gibi katılım sağlamazsanız kaybedersiniz. Bugün inandığımızın aksine insanlar kolayca başkalarına itaat edebilir ve yeterince gelişmiş herhangi bir Yapay Zekâyı mutlak güç olarak görebilirler veya İnsanlar sırrına erişilmez bilgisayarlardan talimatlar almayı önemsemeyebilir; asıl mesele denetçiyi kimin denetleyeceğidir- Yapay Zekâ daha kusursuz bir demokrasiye mi, yoksa daha sinsi bir diktatörlüğe mi giden yol? Sonsuz nöbet daha yeni başlıyor.

Üçüncü ve belki de en büyük kaygı, makinelerin lambadaki cin gibi bize istediğimiz şeyi değil, ağzımızdan ne çıkarsa onu sunmasıdır. Bu varsayımsal bir senaryo değil; öğrenen algoritmalar bunu hep yaparlar.

Sinirsel bir ağı, atları tanıması için eğitiriz ama eğitim verilerindeki tüm atlar kahverengiyse yalnızca kahverengi lekeleri tanımayı öğrenir. Bir saat satın alırsınız ve Amazon size benzer ürünler olarak başka saatler tavsiye eder; halbuki saat, artık satın almak istediğiniz son şeydir. Bilgisayarların bugün verdiği tüm kararları incellerseniz -örneğin kimlerin kredi aldıkları-çoğu zaman gereksiz yere kötü olduklarını görürsünüz. Beyniniz bir destek vektör makinesi olsaydı ve kredi değerlendirme bilginiz berbat bir veri tabanına dayansaydı sizin kararlarınız da kötü olurdu. İnsanlar bilgisayarların çok akıllı hale gelip

dünyanın kontrolünü ele geçirmesinden endişelense de asıl problem, çok aptal olmaları ve hâlihazırda dünyayı kontrol etmeleridir.

Günümüzde bilgisayarlar halen o kadar akıllı olmasa da zekalarının geliştiğine şüphe yok. İkinci Dünya Savaşı sırasında Enigma şifre kırma projesinde Alan Turing'le birlikte çalışan İngiliz istatistikçi I. J. Good, daha 1965'te yaklaşan zekâ patlamasına değinmişti. Good, kendimizden daha zeki makineler tasarlayabilirsek onların da kendilerinden daha zeki makineler tasarlayabileceğine ve bu şekilde devam edecek sonsuz döngüde insan zekâsının çok gerilerde kalacağına işaret etmişti.

### **Son Söz**

Yapay öğrenme hepimizin hayatını etkiliyor ve onunla ne yapmak istediğimize hepimiz birlikte karar vereceğiz.

İstatistikçiler özellikle gelecekle ilgili tahminler yürütmenin ne kadar zor olduğunu bilirler ve bilgisayar bilimcilere göre geleceği tahmin etmenin en iyi yolu onu bizzat şekillendirmektir ama incelenmemiş gelecek şekillendirmeye değer değildir.

Size bir veda hediyesi sunmak istiyorum.

Newton kendini sahilde oyun oynayan bir çocuk gibi hissettiğini, çakıl taşı veya deniz kabuklarıyla oynadığını ama hemen ileride hakikatin büyük okyanusunun keşfedilmeyi beklediğini söylemiştir. Üç yüzyıl sonra, müthiş bir çakıl taşları ve deniz kabukları koleksiyonumuz var ama keşfedilmemiş büyük okyanus halen göz alabildiğine uzanıyor ve vaatlerle ışıldıyor. Armağan bir tekne-**yapay öğrenme**-ve şimdi yelken açma zamanı...

## **KAYNAKÇA**

---

**MASTER ALGORİTMA: Yapay Öğrenme Hayatımızı Nasıl**

**Değiştirecek?** *(The Master Algorithm-How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World)*

**Pedro DOMINGOS(\*)**

**Çeviren: Tufan Göbekçin**

**Paloma Yayınevi - Bilişim Dizisi 7**

**İlk Baskı: Şubat 2017/ 413 Sayfa (30 TL)**

**(\*) Washington Üniversitesi'nde bilgisayar bilimi profesörüdür. Veri bilimindeki en prestijli ödül olan SIGKDD İnnovasyon Ödülü'ne layık görülmüştür.**