

## Turing Testi Işığında Düşüncenin Multidisipliner İncelemesi III

### Multidisciplinary Approach to Thought Through the Turing Test III

Esra Bengü AVANER<sup>a</sup>

Etrafımızı kuşatan her şeye karşı olan duyarlılığımız, dünyayı anlama ve değiştirme serüvenimiz için önemli bir avantajdır. Şeylerin uzaysal, zamansal ve nedensel karakteristiklerini kavrama ve onların bilgisini bu karakteristiklere uygun entegre edebilme becerimizi; düşünsel eşsizliğimizin temel faktörü olarak saymak mümkündür. Önceki iki yazıda, ilk olarak bu becerinin neyi temsil ettiğini anlamaya daha sonra ise eşsizlik arayışı bağlamında insan beyninin kökenlerine inmeye çalıştık. Eşsizlik arayışını, insanın düşünceyi anlama yolundaki entelektüel faaliyetlerinin en temel motivasyon kaynağı olarak nitelendirdik. Ancak günümüze yaklaştıkça, bazı taşlar yerine oturunca bu motivasyondaki değişimleri gözlemlemek kaçınılmaz oldu. Zira tarihin hiçbir noktasında insan, kendi eşsizliğine eşdeğer bir şey üretmek için bu kadar çaba sarf etmemiştir. İlk defa insan dışında bir varlık için “Düşünebilir mi?” sorusunun cevabı, biyolojik sınırlılıklardan ziyade bilimsel çabaya bağlıdır. Söz konusu makineler olduğunda bu kez işin mutfağında biz yer alıyoruz. Bu yazı dizisinin son parçası da işte düşünen makineler mutfağını konu ediniyor. Önce, bu yazıya ismini veren Turing Testi’nden bahsedeceğiz. Bu testin mekanizmasından, gelişim sürecinden, hatalı yanlarından ve düzeltme girişimlerinden söz edeceğiz. Turing Testi yüzyıllardan beri biriken bilimsel mirasın bir sonucudur. Bundan sonra da bilimsel çalışmaları yönlendirecek en kritik yaklaşım biçimlerinden biri olduğunu anlatmak bu yazının amaçlarındandır. Son olarak, başardıklarımıza paralel şekilde yapay zekanın başardıklarını ele alıp değerlendireceğiz. Bunları göz önüne alarak düşünme eyleminin makineler için bir insan maskesi olup olamayacağı hakkında akıl yürüteceğiz.

#### TURING TESTİ’NİN MEKANİZMASI

Alan Turing, 1950 yılında yayımlanan makalesinde, uzun süredir kafaları kurcalayan “Makineler düşünebilir mi?” sorusunu cevaplamak için sıra dışı bir öneride bulundu. Bu soruyu, içinde bulunduğu felsefi çıkmazdan kurtarıp somut bir düzlemde incelemeyi amaçlıyordu. Bu sebeple probleme eşdeğer “Taklitçilik Oyunu” adında bir düşünce deneyi tasarladı. Bu oyun bir bilgisayar ve iki insan -biri sorgucu olmak üzere- ile oynanır. Oyuncular; birbirine telgraf ile bağlanmış üç farklı odada, hiçbir görsel ve işitsel temas olmamak şartı ile konumlanırlar. Oyun, sorgucunun yönelttiği sorulara diğer iki oyuncunun verdiği cevapların değerlendirilmesine ve neticede sorgucunun hangi odada bilgisayar hangi odada insan bulunduğunu tahmin etmesine dayalıdır. Oyunun esas zorlayıcı kısmı, bilgisayarın insan taklidi yapmak üzere programlanması ve ikna edici cevaplarla sorgucuyu insan olduğuna ikna etmeye çalışmasıdır (1). Buradan anlaşılıyor ki bir bilgisayarın bu oyunu kazanabilmesinin şartı ya gerçekten insan gibi düşünebilmesi ya da sorgucuyu bu konuda kandırabilmesidir.

Sorgucunun yönelteceği sorular testin temel sınama ölçütlerini oluşturur. Bu sorular; matematik, sanat, aritmetik, bilim ile ilgili entelektüel sorgulamalar kadar, “Bugün kendini nasıl hissediyorsun?” gibi basit bir öz değerlendirme de içerebilir. Bilgisayarın “Bir tramvay yoluna bağlı beş kişiyi kurtarmak için bir kişiyi öldürür müsün?” gibi popüler ahlak ikilemleri karşısında kendini zorlaması da beklenebilir. Ya da “Salvador Dalí’ye ait ‘Belleğin Azmi’ eserinin sende uyandırdıklarını anlatabilir misin?” gibi görüntü tanıma ve değerlendirme becerisi de sınanabilir. İnsan zihninin başarabilecekleri kadar başaramayacakları da bu oyuna dahil edilebilir. Örneğin sorgucu tarafından beş basamaklı iki sayının çarpılması istenirse, bilgisayar bu soruyu saniyeler içinde

<sup>a</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğrencisi, ✉ ebavaner2@gmail.com

Gönderim Tarihi: 08.02.2019 • Kabul Tarihi: 21.02.2019

yanıtlamamalıdır. Hatta oyunun temel prensibinin ikna olduğu göz önüne alınır, bir soruya cevap verirken hata yapmanın bile taktik olarak kullanılabilmesi unutulmamalıdır.

Turing Testi, 70 yıllık tarihinde yapay zekadan bahsedilen her durumda en azından adının anılması gereken bir sorgu biçimi ve bence ondan da öte bir bilimsel yaklaşım tarzı haline geldi. Böyle düşünmemin sebebi, Turing'in, Descartes'ın bile öncesine dayanan "düşünen makineler" problemini sıkıştığı dilsel kalıplardan kurtararak -örneğin düşünmek kelimesinin anlamı üzerinde durmaksızın-, gerçekten uygulanabilecek bir fiziksel deney ortamına taşımasıdır. Yaşadığımız dönemin özellikle fen bilimleri yöntembilgisine baktığımızda, söz konusu edilen herhangi bir problemi, hiçbir eyleme geçmeden salt üzerinde düşünmek yerine zekice tasarlanmış bir deney mekanizması haline getirme alışkanlığını görebiliriz. Problemlere somut çözümler sunan günümüz teknolojisi üzerindeki etkilerini de göz önüne aldığımızda, bu yaklaşımın en önemli temsilcilerinden birinin Taklitçilik Oyunu olduğunu ileri sürmekten çekinmiyorum. Aynı zamanda Turing Testi ortaya çıktığından beri yapay zekanın gelişiminde ulaşılması gereken bir hedef olarak görüldü ve dolayısıyla programcılarının geliştirmeye çalıştığı özellikler yönlendirdi. Yapay zekanın her yeni başarısında, bu başarıları konu alan haberlerin çoğunun muhakkak bir yerinde Turing Testi'nin geçildiği iddiaları ile ilgili bir ima görebiliriz. Bu testi motivasyon kaynağı olarak edinen sadece bilgisayar araştırmaları değil kuşkusuz. Başarılı bir Turing Testi geliştirmek için önemli ipuçları veren "Düşünmek eyleminde hangi özellikler olmazsa olmazdır?" sorusu, aynı zamanda sinir bilimlerinde laboratuvar ve klinik çalışmalar için de itici güç oldu. Kısaca düşünmek eylemini çalışma konusu edinmiş her bilimsel alan, yeni çalışmalarla bu konuda katkı sunabilecek hale geldi.

Turing Testi'nin kendi gelişimi ile etkilediği bilimsel gelişmeler arasındaki ilişki kuşkusuz çift taraflıdır. Çünkü teknolojinin aştığı her zorlukla birlikte bu test daha da zorlaştı, daha farklı düşünsel nitelikleri kullanarak bilgisayarları sınamaya devam etti. Özünde hep aynı mekanizmayı taşıdı ama o eski Taklitçilik Oyunu biçiminden sıyrıldı. Testin siber güvenlik için de kullanılmaya başlaması ile kullanıcı memnuniyeti ve optimizasyon gibi faktörlerin önem kazanması bu değişimi hızlandırdı. Turing Testi'nin günümüzdeki versiyonları hakkında bilgi sahibi olmanın, yapay zekanın durumu ve onlardan olan beklentilerimiz hakkında bilgi vermesi adına önemli olduğu kanısındayım.

## DAHA İYİ BİR TURİNG TESTİ İÇİN ATILAN ADIMLAR

Kişisel bilgisayarlarımızda karşılaştığımız ilk Turing testi olan CAPTCHA, "insanlar ve bilgisayarları ayırabilmek için tamamen otomatik kamusal Turing Testi" anlamına gelmektedir. İlk olarak 2000 yılında Yahoo için kullanılan Gimpy versiyonunda, kullanıcıdan biçimsel olarak bozulmuş yedi kelimededen üç kelimeyi tanıması beklenir. Daha sonra çıkan EZ-Gimpy' de ise tek bir sözcükle bu test yapılır (2). Bozma işlemi, bizzat bilgisayar tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir. Sonuçların değerlendirilmesi de Taklitçilik Oyunu'nun aksine yine bilgisayar tarafından yapılır. Buna rağmen bu testin bir süre bilgisayarlar tarafından geçilemediğini bilmek şaşırtıcıdır. CAPTCHA testleri; anketlerde tek oy kullanılmasını garanti etmek, e-posta servislerine saldırı ve milyonlarca e-posta adresi edinen kötü amaçlı yazılımları engellemek, arama motorları ve botlar tarafından taranmak istenmeyen web sitelerini olabildiğince korumak, spamları (istenmeyen e-postaları) engellemek, şifre sistemlerini korumak gibi amaçlarla kullanılır (3). Ancak bu testin geçerliliği, bilgisayar işlemcilerinin de gelişmesi ile birlikte çok uzun sürmedi. 2003 yılında Mori ve Malik'in çalışmaları ile EZ-Gimpy testi, %92 ve Gimpy testi %33 oranında geçildi (2). Söz konusu veri güvenliği olduğundan bu oranlar testi geçersiz kılmak için yeterli oranlardır.

CAPTCHA'nın güvenilirliğinin azalması ile oluşturulan yeni test ReCAPTCHA ise deşifre edilecek kelimeleri, tarandıktan sonra biçimsel olarak bozulan kitap sayfalarından bulur. Daha önceden doğrudan bilgisayar tarafından oluşturulan kelimeler yerine, sarı sayfalardan alınan mürekkebi silik zor kelimeler kullanılır (4). Google'ın kamusal olarak sunulabilecek optimum bir Turing Testi oluşturma çalışmaları sürekli olarak devam etti. Bir süre sonra üzerinde "Ben robot değilim." yazan bir onay kutusu kullanılmaya başlandı. Bu testte ise

kullanıcının zamansal tepkisi, imleç hareketleri ve benzeri davranışları incelenir. Bu test de geçen yıl yerini, kullanıcı ile etkileşime girmeyerek arka planda sürekli olarak çalışan ReCAPTCHA v3'e bıraktı. Bu sayede kullanıcıları bir sürü teste boğmadan kullanıcı memnuniyeti korunurken, sayfalarda yapılan isteklerin kötü amaçlı olup olmadığı sürekli olarak tespit edilerek güvenlik sağlanmaktadır (5).

Dünya çapında tüm internet kullanıcılarına sunulan testler dışında, daha özel amaçlı testler ya da test fikirleri de bulunmaktadır. Bu fikirlerden birisi ise bilgisayardan verilen resim hakkında bir hikaye anlatmasının beklendiği görsel Turing Testleridir. Bilgisayarın bu görevi gerçekleştirebilmesi için, objeler ve olaylar arasındaki nedensel, zamansal ve uzaysal ilişkilere hakim olması gerekmektedir. Bir insan verilen bir resmi daha önce görmemiş olsa dahi böyle bir senaryoyu kolaylıkla oluşturabilir (6). Örneğin soygunu anlatan bir resimde; bilgisayar, silah ve ellerini kaldırmış kuyumcu arasındaki nedensellik ilişkisini kurabilmeli ya da etraftaki altınlar ile oranın bir kuyumcu olduğunu anlayabilmelidir. Başka bir görsel test formatında ise karelere bölünmüş bir sokak resminde, hangi karelerde kırmızı bir araba bulunduğu sorgulanır (7). Şu an bu testi kullanan bazı internet sitelerine rastlamak mümkündür.

Bir başka fikir ise Winograd Şemasıdır. Bu test, bir cümledeki zamirin neyi temsil ettiğini bulmaya yönelik sağduyu gerektiren bir doğaldil testidir. Örneğin “Baba artık oğlunu kaldırmakta güçlük çekiyordu çünkü o çok zayıftı.” cümlesinde “o” zamirinin babayı mı yoksa oğlunu mu temsil ettiğini tespit etmeye dayanır (8). Bizim için oldukça basit olan bu beceriye, insan-bilgisayar etkileşimi için önemli bir örnek olan Apple’ın dijital asistanı Siri gibi sohbet yazılımları (chatbot) bile sahip değildir. Öyle ki 2016 yılında bu testi geçmeye yönelik düzenlenen bir yarışmanın birincisi bile sunulan 60 şemadan sadece yüzde 58’ini doğru cevaplayabildi (9). İki şıkkı bulunan bir test için neredeyse yarı yarıya olan bu başarı, şans faktöründen dolayı çok da etkileyici görünmemektedir.

Winograd şemasının popülerlik kazanmaya başladığı zamanlarda medya bir kez daha Turing Testi’nin geçildiğine dair haberlerle çalkalanmaya başladı. Eugene adındaki bir bilgisayar programı bir sohbet sitesi üzerinden konuştuğu insanların yüzde 33’ünü 13 yaşında Ukraynalı bir çocuk olduğuna ikna etti. Başka bir deyişle Taklitçilik Oyunu’nu andıran bir testte başarılı oldu. Ancak Eugene’in konuşmaları dikkatlice incelendiğinde sorulan sorulara karşı sürekli konuyu değiştirmesi, şakalarla konuları çarpıtması ve doğrudan cevaplardan kaçınması bu başarının içi boş bir başarı olduğu fikrini güçlendirdi (8). Taklitçilik oyunu bağlamında Turing Testi’nin özünde yer alan bazı temel sorunların, “Turing Testi geçildi!” tarzında yanlış değerlendirmelerin önünü açtığını düşünmek yanlış olmaz. Taklitçilik Oyunu hakkındaki en temel sorunlardan biri, bu testi geçebilmesi için bilgisayarı aldatmaca yapmaya itmesidir. Bunda Turing’in bir makinenin düşünebilmesindeki temel şartın insana olabildiğince fazla benzemesi gerektiği yönündeki düşüncesi etkilidir. Gerçek anlamda benzeyemeyeceklerse, taklit etsinler fikri de buna dahildir. Ancak başarılı aldatmaca yapmak insan düşüncesinin bir özelliği sayılabilir mi? Bu problemin yanında Taklitçilik Oyunu düşüncenin pek çok özelliğini arka plana atarak daha çok dil becerisi üzerinde yoğunlaşır. Değerlendirme süreci de bir o kadar tartışmalıdır. Her şeyden önce değerlendirme nesnel ölçütlere göre değil, sorgucunun sezgilerine göre gerçekleşir. Ayrıca uzun bir test olduğundan sorgucunun baştaki cevapları unutması ve son cevaplara göre değerlendirme yapması bile söz konusu olabilir. O halde bu sıkıntıyı çözmek için daha kapsamlı ve nesnel bir teste ihtiyacımız olduğu açıktır.

Bu amaçla bir grup araştırmacı, zekanın boyutları olarak öne sürdükleri 24 farklı özelliği ve objektif değerlendirme ölçütlerini kullanan I-athol testini geliştirdiler. Düşünen makinelerde yer alması gerektiğini iddia ettikleri bu özellikler: bağlam ve içerik olarak görsel anlayış, konuşma becerisi, doğal dilin anlaşılması ve oluşturulması, iş birliği, rekabet, mantıksal çıkarım yapma becerisi, belirsizlik karşısındaki tepki, yaratıcılık, duygular, bir videoyu anlama ve tasvir etme, girişimcilik, öğrenme, planlama, sağduyu, çeviri yapma, etkileşim, sesleri anlama, diyagram oluşturma, hayal etme ve cisimleştirmedir. Bu özelliklerden bazıları için oluşturulan objektif testler hazırdır ancak çalışmalar halen devam etmektedir (10). Görülüyor ki yapılan eleştiriler, yeni fikirler için iyi

bir motivasyon olmaktadır. Ancak testleri optimize etme amacıyla yapılan eleştirilerin yanında, makinelerin düşünmesi fikrine doğrudan itirazlar da vardır.

## DÜŞÜNEN MAKİNELER HAKKINDAKİ BAZI ELEŞTİRİLER

Turing, makalesinde makinelerin düşünüp düşünemeyeceğine yönelik bazı önemli itirazlara da değindi. Bunlardan biri matematikçi Ada Lovelace'ın, makinelerin sadece bizim yapması için talimat verdiğimiz işleri yapabileceğini söylediği itirazdır. Lovelace, onların yaratıcılıklarının olmadığını, yeni bir şey üretemeyeceklerini ve bizi şaşırtamayacaklarını savundu (11). Notlarında “Analitik makinenin bir şey icat etmek gibi bir iddiası olamaz.” diyordu (12). Yaratıcılık, üretim, icat etmek gibi sınırlılıklar, o zaman için makineleri insanlardan daha düşük bir konumda bırakıyor gibi görülebilir. Ancak günümüzde geliştirilen *makine öğrenmesi (machine learning)* kavramının potansiyelleri bu sınırlılıkları alt etmek için iyi bir yöntem gibi görünmektedir.

Bilinçli davranışları formel kurallarla açıklayıp açıklayamayacağımız, beynin algoritmik olarak çalışıp çalışmadığı gibi sorular her şeyin cevabı olabileceği gibi duruyor. Ancak zihinsel dünyamıza bizzat bakamadığımız sürece -ki bu bakma eylemi, adeta bir kesip biçme faaliyeti anlamındadır- zihnin, bilincin, düşüncenin olası “mekanizması” sır olarak kalmaya devam edecektir. Makineler bize yaratıcı faaliyetler, empati ve benzeri şeyler sunabilirler ancak farkındalık kavramı burada kritiktir. “Bir şeyi bilinçli yapmak” deyişini kullanarak ne demek istediğimi daha iyi anlatabilirim sanıyorum. Bu probleme değinmek için Turing, Profesör Jefferson'ın yaptığı bir konuşmadan aldığı bir bölümde şöyle der:

*“Bir makine; yalnızca simgelerin şans eseri dizilmesinin dışında, duygular ve düşünceleri nedeniyle bir sone yazmadıkça ya da bir konçerto besteledikçe, bir beyne eşit olduğunu kabul edemeyiz; ayrıca bu eserleri yazdığı gibi yazdığını da bilmesi gerekir.”* (1)

Sone yazmak ya da konçerto bestelemekten ziyade -ki bu konuya yazının sonraki bölümünde değineceğiz- vurgulanması gereken “... yazdığı gibi yazdığını da bilmesi gerekir.” kısmıdır. Ancak bu kez de *başka zihinler probleminde* bahsedebiliriz. Makinenin bu eylemleri yaparken *gerçekten* düşünüp düşünmediğini nasıl anlayabiliriz ki? Daha somut bir şekilde düşünelim. Karşımızdaki insanın etten ve kemikten olan biyolojik yapısını ve ses tınısını ortadan kaldırdığımız bir durumu, örneğin biriyle mesajlaştığımızı düşünelim. Mesajlaştığımız kişinin insan olduğunu, düşünebildiğini ya da daha da ötesi o kişinin gerçekten arkadaşımız olduğunu ve telefonunun iyi bir taklitçi tarafından ele geçirilmediğini anlamamızın bir yolu var mıdır? Bunun tek yolu verdiği cevapların içeriğinden, kullandığı noktalamalardan, kelimeleri kısaltış biçiminden anlamaktır. Düşünen makineler yapmanın ihtimali ile o kadar çok meşgulüz ki bu taklitçilik oyununu her gün etrafımızdaki insanlara bir şekilde uyguladığımız gerçeğini unutuyoruz. Eleştirilerde kesinlikle doğruluk payı vardır. Ancak bu bilinmezlik sadece makinelerin üstüne atılamaz, o halde insanlar arasında da geçerli olmalıdır. Bu şekilde bir yerlere varabilir miyiz? Solipsizm kavramı işte burada devreye girer. Bir kişinin *gerçekten* düşünebildiğini bilmenin tek yolu o kişi olmaktır (11). Bizim günlük hayatımızda yaptığımız isabetli bir tahminden öteye gitmez. Görüldüğü gibi bu tip konularda işi, içinden çıkılmaz hale getirmek için çok uzun düşünmeye gerek yoktur. Bu durumu örnekleyen bir hikaye vardır:

*“İki bilge bir derenin üzerinde köprüde duruyormuş. Biri ötekine, “Keşke ben bir balık olsaydım. Balıklar ne kadar mutlu” demiş. Diğer bilge, “Sen balık değilsin ki balıkların mutlu olup olmadıklarını nereden biliyorsun?” deyince bu sefer ilk bilge şöyle yanıtlamış: “Ama sen ben değilsin, öyleyse balıkların ne hissedip hissetmediğini bilmediğimi nereden biliyorsun?”*” (13)

“Ancak bu dediklerimizle yaklaşık 70 yıllık yapay zeka çalışmalarını kaldırıp atmaya niyetleniyoruz, geldiğimiz seviye hayatımızı kolaylaştıran cihazlardan öteye gidemeyecek mi? O zaman tüm bu konuştuklarımız, Turing testi de bir zaman kaybı.” diyebilirsiniz. Turing de bu sıkıntının farkındaydı. Ben de bu yolda çabalarırken, doğru ya da yanlış “Hiçbir zaman bilemeyeceğiz.” cümlesinin zihnimin köşesinde beni rahatsız ederek durduğunun

farkındayım. Bu konuda yazdığımı bilen arkadaşlarım bana şu soruyu soruyor: “Gerçekten bir gün, makineler düşünebilir mi?”. Yutkunduktan sonra şöyle diyorum: “Düşünemeyeceklerini söylemek için hiçbir kanıtım yok. Ancak bir gün düşünecek olsalar bile, bunu *gerçekten* bilemeyecek olmam çok daha olası.”. Bu durum kendi çelişkisini içinde taşıyor. O yüzden yolumuza devam ederken daha olumlu olan, elimizi kolumuzu bağlamayan varsayımı kullanıyoruz. Biz de Turing gibi herkesin düşündüğünü varsayarak (1) bu itirazı bir sonraki beyin fırtınasına kadar tekrar zihinlerimize gömüyoruz.

Turing Testi’ni eleştirenlerden en ünlüsü ise şüphesiz, Çin Odası deneyiyle John Searle olmuştur. Searle sert eleştirilerine başlamadan önce yapay zekayı iki sınıfa ayırır. Ona göre *zayıf yapay zeka*, zihin araştırmalarında kullanılan çok güçlü bir araçtır. Ancak *güçlü yapay zeka*, bir araç olmaktan çıkar ve zihnin ta kendisini ifade eder. Bu tip yapay zeka programları bir şeyleri açıklamak için kullanılamaz, çünkü programların kendisi bizzat açıklamadır. Searle eleştirisini güçlü yapay zeka üzerine yaptığını ifade eder ve Çin Odası deneyini şöyle anlatır. Diyelim ki bir odada kilitlisiniz ve elinizde Çince yazıların olduğu bir yığın fiş var. Ama kesinlikle Çince bilmiyorsunuz, yazının Çince olduğunu anlayabileceğinizden bile şüphelisiniz. Daha sonra size ikinci bir yazı yığını ve bu iki yığındaki yazılar arasındaki ilişkiyi gösteren bir kural kitabı veriliyor. Bu kural kitabı Türkçe ve gayet anlaşılabilir. Bir başka deyişle kural kitabında, şekillerinden ayırt edebileceğim sembollerin birbiriyle nasıl eşleştiğini gösteren kurallar bulunuyor. Odanın küçük penceresinden size üzerinde Çince bir soru olan bir fiş atıyorlar -tabi ki siz bunun bir soru olduğundan bile bihabersiniz. Elinizdeki kural kitabında soru fişiyle eşleşen cevap fişini bulup dışarıya yolluyorsunuz ki bu aslında sizin için zor bir görev. Sorulan sorunun ve verdiğiniz cevabın niteliği adına hiçbir fikriniz yok ama bu konuda gittikçe o kadar ustalaşıyorsunuz ki Çince bilmemenize rağmen dışarıdaki kişi bunu anlamıyor bile. Searle bu kural kitabını “bilgisayar programı” olarak tanımlıyor (14). Deneyin bize anlatmak istediği, Turing testinde bilgisayarın ikna edici oluşuna kanmamak gerektiği. Bilgisayar davranışsal olarak düşünüyormuş gibi görünebilir. Ancak bunun sebebi çok iyi yazılmış bir program olabilir ve bilgisayarın sizin söylediğiniz şeyden aslında hiçbir şey *anlamıyor* olması olasıdır. Bu itiraz Profesör Jefferson’ın itirazıyla örtüşen özellikler göstermektedir.

Ancak Searle’in savunduğu bir husus daha var ki pek çok çevreden tepki çekmişe benziyor. Searle, Çin Odası’nda gerçekleşen ayrı ayrı olayların bilinçli bir anlayıştan uzak olmasının, burada gerçekleşen girdi-çıkıtı ilişkisinin de bilinçli bir anlayıştan uzak olduğuna işaret ettiğini savunuyor. Ve bu düşüncesini aksiyomatik bir söylemle genelleştiriyor: eğer bir nesne seti bilişsel bir anlayıştan yoksunsa, bu nesnelere oluşturulan herhangi bir sistem de bilişsel anlayıştan yoksun olacaktır (15). Çin Odası ya da başka bir sistem için mantıklı gelebilecek olan bu söylem, bir sistem olarak insanı ele aldığımızda yanlışlanabilir gibi görünüyor. Kendi başına bilinçsiz moleküllerden oluşmuş insanı ve hatta kendi başına bilinçsiz nöronlardan oluşmuş sinir sistemini düşündüğümüzde, bu eleştiriyi neden yaptığımı anlayabiliriz.

Yapay zeka çalışmalarındaki temel felsefi engeli fonksiyonalizmin doğruluğu ya da yanlışlığı tartışmalarına indirgemek mümkündür. Searle’in eleştirisi de buna çok güzel bir örnek oluşturur. Zihin bağlamında fonksiyonalizm nöronlardaki girdi ve çıkıtı niteliklerinin nöronların fiziksel durumlarından bağımsız olduğunu öne sürer. Yani aynı fonksiyonları, nöronlar gibi, doğru bir düzen içindeki silikon parçalar da gerçekleştirebilir. Buna karşın Searle “Zihne beyin sebep olur.” demektedir. Bu problemi somutlaştırmak için Searle ve Moravec’in katkılarıyla “Beyin Protezi Deneyi” adında bir düşünce deneyi oluşturulmuştur. Diyelim ki ileri bir tarihte nöral ağı ve etkileşimini tamamen anlamış durumdayız. Ve ameliyatla bir kişinin beynindeki tüm nöronları, bu nöronların fonksiyonlarını gerçekleştirebilecek elektronik parçalarla değiştiriyoruz. Biraz bekledikten sonra elektronik parçaları çıkarıp nöronları tekrar eski yerlerine yerleştiriyoruz. Buradaki soru şudur: kişi bu süreçte davranışlarında ve zihinsel durumunda bir değişiklik hisseder mi hissetmez mi? Moravec fonksiyonalizme uygun olarak bilincin bu durumdan etkilenmeyeceğini düşünüyordu çünkü maddesel yapı değil nedensel mekanizmaların beklenen çıktıları vermesi önemliydi. Ancak anlaşılacağı üzere Searle buna kesinlikle karşı çıktı ve bilincin tamamen yok olacağını öne sürdü (15). Anlaşılan o ki düşünen makineler üzerine yapılan



çalışmalarda, bilinci destekleyebilecek ortamların tespit edilmesi büyük önem taşıyor. Düşünme kurallarının nöral ortamda uygulanabildiği gibi, silikon bir ortamda da uygulanıp uygulanamayacağını anlamaktan bahsediyorum. Ancak bu tip yapısal keşiflerin, fonksiyonel geliştirmelere oranla daha zor olduğu da açıktır. Bu sebeple öncelik insan davranışlarını taklit etmeye verilmiş gibi görünüyor. Bu fonksiyonlar elbette çok sayıda, ancak bazı şaşırtıcı olanları paylaşmaya değer görüyorum.

## ÖNEMSEYEN BİLGİSAYARLAR: EMPATİ SEMPATİ YARATIR MI?

Duygu sahibi olmak makineler için şimdilik daha uzak gelecek olarak gözüke de onları duygularla tanıştırmak uzun zamandır gündemde olan bir mesele. Aslında belki de çoğumuzun her gün kullandığı bazı müzik uygulamaları bunun bir örneği olabilir. Otobüste giderken o günkü ruh halinize göre çalma listenizden bir şarkı seçip dinlemeye başlıyorsunuz ve uygulama o şarkının ritmini, tınısını ve hatta sözlerinin içeriğini yapay zeka kullanarak analiz ediyor. Temel duygular kullanılarak daha önceden eğitilmiş bu uygulama, duygu halinizle daha önceden etiketlenmiş şarkıları eşleştiriyor (16). Daha sonra bunlardan bir çalma listesi oluşturarak “belki bundan hoşlanabilirsiniz” diyor. Her ne kadar duygusal durumu hatasız olarak tahmin etmek zor olsa da beğenilerinizden anlayan bu uygulama hoşunuza gitmiş oluyor. İnsan-bilgisayar etkileşimi yapay zeka aracılığıyla bu kadar kolay güçleniyor. Bunun ticari geribildirimi de cabası.

Bu etkileşimin başka hangi şekillerde güçlendirilebileceğine yönelik pek çok çalışma mevcut. Metinlerdeki duygusal içeriğin tanımlanması için çocuk hikayelerinin ve metin tabanlı duygu tahmini yönteminin kullanıldığı bir çalışma bu konudaki araştırmaların onlarcasından biridir (17). Başka bir örnekte ise konuşmalardaki duygusal çıkarımları yapabilmek için derin nöral ağ (DNN) ve ekstrem makine öğrenmesi yöntemi kullanılıyor. Derin nöral ağ kullanımının ortaya çıkışı henüz birkaç yıl öncesinde gerçekleşti. DNN, girdi ve çıktı arasında bulunan birkaç -bazen yüzlerce- saklı seviye ile etkili öğrenme, ham veriden yüksek verimlilikte temsiller oluşturma ve sınıflandırma yapmak için kullanılıyor. Bu araç kullanılarak, konuşmada sözler ve ses tonu dahil bazı parametreler sınıflandırıldı ve yine müzik tanımada olduğu gibi belli gruplarla eşleştirildi (18). Bu yöntem, dijital ev asistanları ya da *eller serbest* özelliğini kullanan uygulamaları olabildiğince kullanıcı dostu haline getirmek için iyi bir yoldur, onları talep etmemizi sağlar. Kim peri masallarındaki “ayna ayna söyle bana...” ile başlayan soruya empatiden yoksun, soğuk cevaplar almak ister ki? Cevap bariz olduğundan empatinin insan-bilgisayar etkileşimindeki önemine dikkatleri çekmek gerekir. Deyim yerindeyse bilgisayarların varlığını normalleştirmek ve günlük hayatımıza sızmalarını sağlamak için onları sempatik hale getirmeye çalışıyoruz. Bilgisayarlar da artık bu özellikleri ile sosyal aktörler olarak tanımlanabilecek hale geldiler. Dünya çapında katıldığı programlarla, tanıştığı ünlü kişilerle ve hatta Suudi Arabistan’a vatandaş olarak kabul edilmesiyle (19) ünlü olan insansı robot Sophia bunlara en güzel örnek.

Empati toplumsal bütünlük için en kritik sosyal becerilerden bir tanesidir. Makineler de bu beceriyi geliştirmeye çalışıyorlar. İnsanların duygularını daha önce söylediğim yöntemleri kullanarak tanıdıkları gibi buna yine duygusal içerikli cevaplar verebiliyorlar ve insanlar da bu ifadeleri anlamlı buluyor. Yapılan bir deneyde, insan ve bilgisayar programının taraflar olduğu bir online oyun tasarlandı. Oyunda kazanma ya da kaybetme durumlarına göre iki taraf da görüşlerini belirtebiliyorlar. Deneyde ayarlanan iki durum mevcut: birinde taraf kendi tarafından olayları yorumluyor diğer durumda ise rakibi adına konuşuyor. Örneğin yapay zeka “Oyunu kaybettiğim için üzüldüm.” ya da “Üzülme, bir dahakinde sen kazanırsın” diyebiliyor. Deneklerin değerlendirmelerine göre empatik davranışlar içerisinde olan uygulama daha kabul edilebilir ve sevilir olarak belirleniyor (20). Tabii ki tüm bu gelişmeler duyguya sahip olmakla duygularını ifade etmek arasındaki çizginin geçilemediği gerçeği göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.

## MAKİNELERDE AHLAKİ DEĞER YARGILARI

Yapay zekanın hayatlarımızın en hassas noktalarında söz sahibi olabileceği şu zamanların yaklaşması, bizleri onların ahlaki değer yargılarını sorgulamaya da yönlendiriyor. Ahlak felsefesinde özgür iradede bahsedemediğimiz ve verilen görevlere köle oldukları sürece, insanların davranışlarında ahlak düşüncesi arayamayacağımıza dair görüşler mevcuttur (21). Aynı düşünce makineler için de geçerlidir. Ancak makineler için zaten henüz özgür iradede bahsedemediğimiz için başka bir soru, ahlaki yargılamayı makinelere mi yoksa onları programlayanlara mı yöneltmeliyiz biçiminde olabilir. Şimdiye dek hiçbir şekilde kimin öleceği, kimin yaşayacağı bir makinenin otomatik kararına bırakılmamıştır. Ortada ders çıkaracağımız, emsal alacağımız hiçbir uygulama yok. Bu sebeple hızla bu uygulamaların ahlaki yükümlülükleri, sınırlılıkları ve yapılacak hataların sorumluları hakkında birtakım kararlara varmak gerekmektedir. Bu uygulamalara verilebilecek en iyi örnek, insansız araçlardır. Hatta onların ticari olarak sunulmalarının önündeki en büyük engelin ahlaki problemler olduğu söylenebilir. Çünkü trafikte öyle durumlara karşılaşıma ihtimali vardır ki araç içindeki yolcuları korumak pahasına, karşıdan karşıya geçen kişilere çarpma söz konusu olabilir. Bunun kararı nasıl verilecek? Kimin hayatının kurtarılmaya değer olduğu ya da kimden vazgeçilebileceği öyle bir çırpıda verilebilecek kararlar değildir. Üstelik bu kararlar; kültürlere, dinlere, yaşam standartlarına ve yaşa bağlı da değişebilir. Bu durum hakkında bir kamuoyu yoklaması yapmak amacıyla 2016 yılında “Ahlak Makinesi Deneyi” yapıldı. Bu deney internet ortamında tüm dünyadan şimdiye dek en az 40 milyon kişinin doldurduğu 13 soruluk bir testtir. Olası kaza senaryolarında şu ikililerden bir seçim yapılması istenir: çocuk-yaşlı, az kişi-çok kişi, zayıf-kilolu, hayvan-insan, kadın-erkek, doktor-evsiz, kurallara uygun davranan-kırmızı ışıkta karşıya geçen (22). Bu tip seçimleri kimin yapacağı kuralların geçerliliği için önemlidir. Tüm dünyayı bu seçime dahil etmeye çalışmak başlangıç için iyi bir adım gibi gözüküyor.

Bu ahlaki çıkmazı anlatabilmek için sağlık sigortasını da kullanabiliriz. Diyelim ki bir sigorta şirketi, sağlık sigortası başvurusunu kabul edeceği kişileri yapay zeka kullanarak belirliyor. Sağlık verileri, yaşam standartları gibi pek çok unsura bakılarak bazı başvurular reddediliyor. Başvurusu reddedilen biri uygulamada ayrımcılık yapıldığını iddia ederek dava açarsa bu suçlamanın muhatabı kimdir; sigorta şirketi yetkilileri mi, programcı mı yoksa yapay zekanın kendisi mi? Isaac Asimov’un ünlü kitabı “Ben Robot”taki robot kanunlarının ilk maddesi şudur: “Bir robot bir insana zarar veremez ya da bir insanın zarar görmesine seyirci kalmaz” (23). Şu anda görüyoruz ki özünde hepimizin temennisi olan bu cümlenin 21. yüzyılda içinden çıkılmaz problemlerimizi çözemeyeceği açıktır.

## SANAT YAPMAK ÖĞRENİLİR Mİ?

Bundan iki yıl önce, bu yazıda anlattıklarım hakkında düşünürken büyük bir özgüvenle söylediğim bir şey vardı. “Yapay zekanın yaratıcılığı arttıran desteklerde bulunması dışında tamamen özgün bir sanat eseri oluşturması imkansızdır.” diyordum. Ancak şu an bu cümleleri bile bestecisi bir yapay zeka olan klasik müzikleri dinleyerek yazıyorum. Zannediyorum yapay zeka gelişmelerindeki dinamizmi daha iyi anlatamazdım. Bahsettiğim besteci AIVA olarak biliniyor. Ortaya çıkışındaki amaç esasen kişiselleştirilmiş duygusal film müzikleri oluşturmak. AIVA; Bach, Mozart, Beethoven gibi büyük bestecilerin neredeyse tüm müziklerinden oluşan büyük bir koleksiyonu öğrenerek, uyumlu tınıları ve ses geçişlerini değerlendirerek, beste yapmayı öğreniyor. Nota kağıtlarını oluşturduktan sonra bu parçaları insanlardan oluşan bir orkestra çalışıyor ve gerçekten insan bestecilerin eserlerinden ayırmanın zor olduğu şarkılar ortaya çıkarıyorlar. Üstelik AIVA eserlerinin yayın haklarına sahip olan ve önemli yerler tarafından tanınmış ilk yapay zeka besteci (24). Elbette insan ile olan işbirliği devam ediyor. Çünkü müzikteki notaların uyumu kadar enstrümanların tınısı da etki bırakıyor. İleri zamanlarda bu işi de yapay zeka devralır mı bilmiyorum, ancak bildiğim bir şey varsa o da geleceğe ait öteki şeyler gibi, makinelerin yaratıcılıkları konusunda da bir daha kesin konuşmayacağım.

Yapay zekanın bize yaptığı sürprizler bununla da sınırlı değil, bir başkası da resim hakkında. 2017’de Rutgers Sanat ve Yapay Zeka Laboratuvarı’nın geliştirdiği AICAN, derin öğrenme tekniklerini kullanarak var olan

sanat yapma biçimlerini ve eserleri öğreniyor. Yapmaya çalıştığı, bu stilleri kullanmadan, ancak yine de sanat olarak sınıflandırılabilir özgün eserler üretmek. Çalışmalar sergileniyor, beğeniliyor ve *kabul ediliyor* gibi görünüyor (25,26). Kabul edilmek derken anlatmaya çalıştığım, bu beceriyi sınavan bir çeşit Turing Testi'ni geçiyor gibi görüldüğü. Bu sayede sanat algısı hakkında yeni normalin yavaş yavaş değişmeye başladığına şahit oluyoruz.

## NEREDEYSE İNSAN OLMANIN ÜRPERTİCİ TARAFI

Turing Testi'ni geçmeye çalışmak artık bir hedef haline geldi demiştim. Bu amaçla makineleri olabildiğince insansılaştırmaya, dünyaya onların varlığını kabul ettirmeye, sempati kazanmalarını sağlamaya uğraşıyoruz. Onları biyonik parçalarla süslüyoruz, onlara baktığımızda bizimle göz teması kursunlar diye sensörlerle donanmış iki çift göz veriyoruz, şaka yaptırıyoruz, cinsiyet kimlikleri tanımlıyoruz. Mutfağımızın bir köşesinde sessiz sedasız bekleyen tost makineme göre parkur yetenekleriyle göz dolduran insansı robot Atlas daha ilgi çekici, daha “bizden” biri gibi geliyor. Ancak onlara duyduğumuz sempati ile onların insansılaşması gerçekten birbirini doğru oranda mı etkiliyor? Pek çok yapay zeka programının yeteneklerinden etkilenirken aynı zamanda tüylerimiz ürperiyor. Besteci AIVA'nın şarkılarına sosyal medya platformlarında yapılan yorumları gördüğümde bu ürperti hissedebiliyorum örneğin. Yorumların çoğu herhangi bir sanatçıyı onurlandıracak takdir cümleleriyle başlıyor, bir insan besteciden ayırt etmenin zor olduğu vurgulanıyor ve daha sonra sanatın geleceği hakkında endişeler dile getiriliyor. Halihazırda beste yapmakta olan sanatçılardan iş kaygıları hakkında birkaç değinme görüyoruz. Yapay zeka uygulamalarının yarattığı kaygının bir başka çeşidini insansı robotlar için de görmek mümkün. Görünüşteki şaşırtıcı benzerlik ancak fonksiyonlardaki tuhaf yapmacıklık bir süre sonra bizi rahatsız etmeye başlıyor. İşin enteresan tarafı, bizi neyin rahatsız ettiğini de tam olarak tanımlayamıyor oluşumuz.

Aynı rahatsızlıktan muzdarip olanlar tarafından 1970 yılında robotlara olan sempatimiz ve robotların insansılıklarını kıyaslayan bir grafik oluşturuldu. Bir süre doğru orantılı bir artış olmasına rağmen, bir noktadan itibaren sempati-benzerlik eğrisi aşağı doğru yöneliyor ve robot insana tamamen benzeyince tekrar maksimum değerlere çıkıyor. Bu çukura *esrarengiz vadi* deniyor. Bu vadiye androidler -insana benzemesi hedeflenmiş robotlar-, animasyon karakterleri gibi “neredeysel” insan olan bazı kurgusal biçimler yer alıyor (27). İnsansı robotların neden bu kadar ürkütücü olduğunu anlamak için yaptıkları güzel bir deneyi Dr. Burcu Ayşen Ürgen hocamdan bir sempozyumda dinleme fırsatı buldum ve oldukça etkilediğimi söyleyebilirim. Bu deneyden bahsetmek, yapay zekanın ihtişamı yanında öteki yüzüne de bakmak açısından etkili olacaktır.

Diğer insanların eylemlerini nasıl anlamlandırırız? Beynimizde hareket eden şeyin ne olduğunu algılayan ventral yolak ve hareketinin ne olduğunu algılayan dorsal yolak dışında işlevini bir nevi akıl okuma olarak tanımlanabileceğimiz ayna nöronlar mevcuttur. Bu nöronlar hem o kişi hareketi yaparken hem de aynı hareketi başkası yaptığında onu izlerken işlev görürler (28). Sormamız gereken vurucu soru şu olacaktır: gözlemci ve gözlenen arasındaki biçimsel benzerliğin, ayna nöronların harekete olan duyarlılığı üzerinde kayda değer bir etkisi var mıdır? Yapılan deney bu etkinin gerçekten var olduğunu; bir robot, bir android ve bir insan kullanarak göstermeyi ve daha da ötesinde androidlerin ürkütücülük hissini de açıklamayı hedefliyor. Ayna nöron duyarlılığını test etmek için deneklerin koluna EMG bağlanıyor ve denekler; robot, android ve insanı kollarını kaldırırken izliyorlar. EMG sonuçlarına göre gerçekten de deneklerin kollarındaki kasılma kuvveti yani dolaylı olarak ayna nöron aracılığında kol kaldırma eğilimi en az robotta, en fazla insanda görülüyor (29). Ürkütücülüğün sebebine gelindiğinde ise öncelikle anlamalıyız ki aslında her şey Turing Testi'nde olduğu gibi bir beklenti meselesidir. İnsana hiç de benzemeyen bir robottan mekanik hareketler gördüğünüzde buna şaşırırsınız. Bir insanın biçim ve hareket uyumu da sizi heyecanlandırmaz. Ancak insana benzeyen bir android gördüğünüzde akışkan hareketler beklerken birden mekanik hareketlerle karşılaşırırsınız. Oysa ayna nöronlar kendisine benzer bu şeyden gelen görsel uyarana tepki vermeye hazır beklemektedir. Ortaya çıkan görünüş ve hareket uyumsuzluğu yani beklentilerin karşılanamaması deneklerin EEG taramalarında herhangi



bir anlamlı uyarının varlığını belirten N400 cevabında belirgin bir farklılığa sebep olmuştur (30). Deneysel olarak da gösterildiği gibi bizde tuhaf duygulara sebep olan beklediğimiz tepkiyi alamamaktır yani, daha pek çok formunda sarsıcı olan hayal kırıklığıdır.

Tabii ki tüm bu yazıyı, Turing Testi ışığında insan ve makineler adına gerçekleşen heyecanlı gelişmeleri anlattıktan sonra ürkütücülüğü vurgulayan bir sonla bitirmek değil amacım. Karamsar bir tablo sunmaktan ziyade gerçekçi bir üslupla bir geçiş aşamasına dikkat çekmeyi hedeflemekteyim. Ben ve benim neslim her ne kadar etraftaki değişime alışmış gibi görünsek de çocukluğumu yine de tüm bunlardan uzakta yaşamış olmak yeni gelişmeler karşısındaki tavrımı etkiliyor. Bir rahatsızlık hissinden açıkça bahsedebiliyorum örneğin. Ancak benden sonraki nesli gözlemlediğimde, onların tüm bunlara ne kadar adapte olduklarını görüyorum. Bu da ister istemez düşünen makineler fikrine olan bakış açılarını ve bilim yapma biçimlerini etkileyecektir. Bir fikri hayata geçirmek mümkünse, onu yapmak için olanca güçleriyle çaba sarf edeceklerdir. Önlerine bir imkan sunuluyorsa, o imkanı değerlendirirken benim neslimden daha farklı şeyleri göz önünde bulunduracaklardır. İşte tam bu noktada bazı endişeleri dile getirmekte fayda var. Gerek politik gerek ticari amaçlarla birtakım kişilerin önümüze koyduğu, dogmatik gelecek tasarısına gözümüz kapalı hazırlanmamamız gerekir. Erwin Schrödinger, "*Sanırım biz ciddi şekilde mükemmellik yolunu kaybetme tehlikesi içindeyiz.*" derken sadece makinelerin düşünebilmesinden değil, aşırı makineleşme ile insan düşüncesinin yozlaşacağından da bahsediyordu (31). O halde Turing Testi ile hedeflenen düşünen makine gelişiminin, insanlık olarak düşünsel gelişimimizi tüketmeyeceğine emin olmak gerekir. Bu da ancak etrafta olup biten hakkındaki duyarlılığımızı koruduğumuz kadar, kendi düşünsel yeteneğimizin körelmesini engelleyerek ve dünyaya etki etmekten korkmayarak gerçekleşebilir. Geldiğimiz bu seviyeye hangi fikirleri üreterek, hangilerini çürütmeye çalışarak, neler kazanarak ve neleri tehlikeye atarak geldik; işte bunu bilmek bu yüzden önemlidir. Bu üç bölümlü yazıda okuyucuların almasını hedeflediğim mesaj da budur.

## KAYNAKÇA

1. Turing AM. Computing Machinery and Intelligence. Mind. 1950;LIX(236):433–60.
2. Mori G, Malik J. Recognizing objects in adversarial clutter: breaking a visual CAPTCHA. 2003 IEEE Comput Soc Conf Comput Vis Pattern Recognition. 2003;I:134-141.
3. Von Ahn L, Blum M, Langford J. Telling humans and computers apart automatically. Communications of the ACM. 2004;47(2):57–60.
4. Von Ahn L, Maurer B, McMillen C, Abraham D, Blum M. ReCAPTCHA: Human Based Character Recognition via Web Security Measures. Science. 2008;321(12):1465–1468.
5. Anonim. What is reCAPTCHA?. Erişim: <https://developers.google.com/recaptcha/>. Erişim Tarihi: 28.01.2019.
6. Koch C, Tononi G. Can machines be conscious?. Ieee Spectrum. 2008;45(6):55-59.
7. Geman D, Geman S, Hallonquist N, Younes L. Visual Turing test for computer vision systems. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2015;201422953.
8. Ackerman E. A better test than turing. IEEE Spectr. 2014;51(10):20–1.
9. Morgenstern L, Davis E, Ortiz CL. Planning, executing, and evaluating the winograd schema challenge. AI Mag. 2016;37(1):50.
10. Adams SS, Banavar G, Campbell M. I-athlon: Toward a multidimensional turing test. AI Mag. 2016;37(1):78–84.
11. Saygin AP, Cicekli I, Akman V. Turing test: 50 years later. Minds and Machines. 2000;10(4):463–518.
12. Isaacson W. Geleceği Keşfedenler: Dijital çağın biyografisi. çev. Duygu Dalgakıran, Domingo Yayıncılık; 2017.

13. Hofstadter DR, Dennett DC. Aklın G'özü: Benlik ve Ruh Üzerine Hayaller ve Düşünceler. çev. Füsün Doruker, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi; 2008.
14. Searle JR. Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain sciences. 2013;3(03):20–31.
15. Russell S, Norvig P. AI - A modern approach. New York: Prentice Hall; 1994.
16. Yang YH, Chen HH. Machine Recognition of Music Emotion. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST). 2012;3(3):1-30.
17. Alm CO, Roth D, Sproat R. Emotions from text: machine learning for text-based emotion prediction. In Proceedings of the conference on human language technology and empirical methods in natural language processing. 2005;(October):579–586.
18. Han K, Yu D, Tashev I. Speech Emotion Recognition Using Deep Neural Network and Extreme Learning Machine. In Fifteenth annual conference of the international speech communication association. 2014;(September):223–7.
19. Anonim. Dünya'nın ilk robot vatandaşı Suudi Arabistanlı. Erişim: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-41780346>. Erişim Tarihi: 30.01.2019.
20. Brave S, Nass C, Hutchinson K. Computers that care: Investigating the effects of orientation of emotion exhibited by an embodied computer agent. International journal of human-computer studies. 2005;62(2):161–78.
21. Rousseau JJ. Toplum Sözleşmesi. çev.Vedat Günyol. 14.Baskı. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları; 2015.
22. Awad E, Dsouza S, Kim R, Schulz J, Henrich J, Shariff A, Rahwan I. The moral machine experiment. Nature. 2018;563(7729):59.
23. Asimov I. I, robot. Spectra; 2004.
24. Anonim. About AIVA. Erişim: <https://www.aiva.ai/about>. Erişim Tarihi: 31.01.2019.
25. Anonim. Events. Erişim: <https://sites.google.com/site/digihumanlab/products-services>. Erişim Tarihi: 31.01.2019.
26. Anonim. AICAN. Erişim: <https://www.aican.io/>. Erişim Tarihi: 31.01.2019.
27. Mori M. The uncanny valley. Energy. 1970;7(4):33-35.
28. Decety J, Grèzes J. Neural mechanisms subserving the perception of human actions. Trends in cognitive sciences. 1999;3(5):172-178.
29. Hofree G, Urgen BA, Winkielman P, Saygin, AP. Observation and imitation of actions performed by humans, androids, and robots: an EMG study. Frontiers in human neuroscience, 2015;(9):1-14.
30. Urgen BA, Kutas M, Saygin AP. Uncanny valley as a window into predictive processing in the social brain. Neuropsychologia. 2018;(114):181-185.
31. Schrödinger E. What is life?: With mind and matter and autobiographical sketches. Cambridge University Press; 1992.