

## GÜÇLÜ VE BİLGİLİ TEKNOLOJİ DÜNYASINDA EĞİTİM<sup>(\*)</sup>

Thomas K.LANDAUER<sup>(\*\*)</sup>

Gelecek otuzbeş yılda teknoloji insan yaşamını pekçok yönden değiştirecek. Bu nedenle, ben insanların dünya ile etkileşimde izleyecekleri yeni yollardan hareket ederek eğitimin rolünün nasıl değişeceği konusunda bazı soruları gündeme getirmek istiyorum. Özellikle "bilişsel araçlar" adını verdiğim yeni ve hızlı gelişen bir teknoloji türüyle yakından ilgileniyorum. Bilişsel araç, insanlara bilişsel işleri yapmada yardımcı olan teknolojik bir araçtır. Ray Nickerson'ın deyişiyle, bu araçlar insanların bilmesine, düşünmesine ve öğrenmesine yardım eder. Genellikle fiziksel işlerde yardımcı olan teknolojilere hepimiz alışık durumdayız ve bunların istihdam ya da eğitim için doğurgularına kaygılanmakta oldukça deneyimliyiz. Örneğin, otomasyon hakkında hiç endişe duymadan yaşamamız gerektiği sıkça söylenmiştir çünkü bu uygulamanın bizleri yalnızca insanların yapabileceği ilginç ve meydan okuyan düşünsel etkinlikler için özgürleştireceği belirtilmiştir. Ben "yalnızca insanların yapabileceği" işler konusunda gelecek otuzbeş yılda büyük bir değişme ortaya çıkacağına inanıyorum. Makineler yalnızca bir mektubu yazıya geçmek ya da bina çizimleri yapmak gibi sıradan etkinlikler konusunda insanların yerini almakla kalmayıp, bir mektubu doğrudan yazmak ya da binaların planlarını hazırlamak gibi her türlü düşünsel etkinlik için bizlerle etkileşebilecekler.

Bu gelişmeler özellikle eğitimle ilgili üç soruyu ortaya çıkaracak. Birincisi, yeni araçlar okuma, yazma ve hesaplama türünden temel yeterliklere dayanan eski becerilerin çoğunu yaparken eğitim nasıl olacak? İkincisi, teknoloji bizlere ne tür düşünsel becerilerde nasıl yardım edecek? Verimlilik, ekonomi ve insanın doyumuna ilişkin olarak hangi beceriler insan beynine bırakılmalı ve hangileri bilgi-işlem araçlarınınca yerine getirilmelidir? Üçüncüsü, varolan etkinliklerin çoğu doğrudan makineler ya da onların yardımıyla yapılırken eğitim insanların yaşam biçimine nasıl uydurulacak? Görünen o ki, yeni bilgi işlem teknolojileri bir yanetki olarak eğitimin şu andaki rollerinden bazılarını kendiliğinden yerine getirebilecektir. Bunun üzerinde iyice düşünülmelidir.

### Eski ve Yeni Bilişsel Araçlar

Eğitimin çoğu, bilişsel beceri ya da oyun için kullanılan araçların sağlanması olarak görülebilir. Okuma-yazma bir iletişim ve öğrenme aracıdır. Matematik ise sorun çözmek için kullanılan bir araçlar takımıdır. Bu araçlar, kağıt üzerine yazılan geleneksel işaretler gibi öğrenmesi son derece güç bilişsel becerileri de kapsayan ham fakat önemli teknolojiler üzerine oturtulmuştur. Bunları kullanmayı öğrenmek onbinlerce saat alan sabırlı bir öğretim ve uygulama sürecini gerektirir. Yeni bilişsel araçlara ilişkin geçerli satandartlara göre bu gereklilik korkunçtur. Bilgisayarlı işlem yapılarıyla ilgili bir reklam düşünün ki, onu başarılı biçimde öğrenmek için yüzbin saatlik uygulama gerekli olsun.

<sup>(\*)</sup>Landauer, T.K. (1988). Education in a world of omnipotent and omniscient technology. In R.S.Nickerson & P.P. Zoghates (Eds.), Technology in education: Looking toward 2020 (pp. 11-24). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

<sup>(\*\*)</sup> Bu makale, Yrd. Doç Dr. Ali Şimşek tarafından Türkçeye çevrilmiştir.

Okullarda öğretilen içeriğin önemli bir bölümü de bilişsel araçlar olarak görülebilir. Şu anda bilgi toplama ve kütüphane kayıtlarını incelemeyle ilgili başlıca teknolojiler son derece yavaştır. Önemli bilişsel beceriler için bilgiyi kullanma anında öğrenmek pek uygun değildir. Bunu ancak dinlenmek amacıyla bir süre izin almış profesörler yapabilir! Dahası, bilginin özümsemekle yeni görüşlere ya da uygulanabilir çözümlere dönüştürülmesi, onu yorumlamaya yarayacak çok büyük miktarda ön bilgiye sahip olmaya bağlıdır. Bu nedenle, çok şey öğrenmede, bilgiyi doğrudan kullanmak denli, gerekli olan ön bilginin miktarı da önemlidir. Belki de bu yüzden, öğrencilere verilmesi gereken bilgiyi seçmek okullaşma için güç ve sürekli tartışılan konulardan biri olmuştur. Okulda öğretilenler yaşam boyunca işe koşulan bilginin çok küçük bir bölümü olmaktan öteye gitmediğinden onları en üst düzeyde kullanışlı bir araç olarak tanımlamak eğitim programlarını planlamanın merkezil bir ilgi konusu olmuştur. Gerçekten, yeni bilgi kaynaklarının varlığı ve bunların bilgiyi anında elde edebilmedeki gücü eğitim programları üzerinde dramatik bir etki yapacaktır.

Ne tür bilişsel araçlar doğuyor? Bazı göstergelere bakalım. Bir kesim profesyonel düşünürler arasında geçerliliği artan görece yeni bir araç sembolik matematik işlemleri yapmaya yardımcı olan bir programlar dizisidir. Bu programların örnekleri MACSYMA ve muMATH'dir. Yakın bir geçmişte, elde taşınabilen ve belirli işlemleri yapabilen, hesap makineleri ortaya çıktı. Bir insan, bu programlar ya da makinelerle, cebirsel bağıntıları kurabilir ve makinede büyük rakamlara dayanan hem hataya yatkın hem de sıkıcı sıradan işlemleri yapmasını isteyebilir. Örneğin, makine sayıların katlarını bulabilir, polinomların köklerini hesaplayabilir ya da karmaşık bağıntıları sonuçlandırabilir. Öyle ki, makine değişkenlerde yahn bazı değişiklikleri bile yapabilir. Tüm bunlar aslında matematikçilerin göstermeye çalıştıklarından daha fazla insan hatasına yatkın ve duyarlıdır. Gerçekte bu programların klasik hesaplamalara ilişkin uygulamaları yıllardır kullanılan bazı formüllerde ciddi hatalar bulmuştur (Pavelle, Rothstein, & Fitch, 1981).

Bugüne değin sözkonusu araçlar sıradan insanlar yerine matematiğin profesyonel kullanıcılarını temel almıştır. En yeni uygulamalar "etkileşimli" olmaktan uzaktır. Ancak bunlara sahip olmak bir zaman sorundur ve bu zaman büyük bir olasılıkla otuzbeş yıldan daha kısadır. Okullarda acı verilerek öğretilen sıradan matematiğin ve cebirin sembolleriyle oynamaya dayanan beceriler şimdi artık teknolojik araçları kullanıyor. Ne var ki, bunlar genellikle kağıt ve kaleme dayanan son derece ilkel ortamlardan oluşuyor. Gelecekte bu araçlar bizim için kirli işlemleri yapabilen hafif araçlarla yer değiştirecek ve artık el araçları bugün düşünmeye dayalı güç araçlarına yol verecektir.

Bu önermenin moral çöküntü belirtilerine götürme olasılığı olduğunu biliyorum çünkü teknolojik parçalar bilişsel işlemlere girdikçe bu biraz kopyaya benziyor. Örneğin, yazı olayının aritmetik için nasıl bir son olarak karşılandığı konusunu düşünüyorum. Sanki yapmaya alıştıklarımız ve okulda öğrendiklerimiz bize doğal ve Tanrı vergisi gibi geliyor. Oysa bu yıl ortaya çıkan birşey daha önceki başka birşeyin bitimidir.

Bu konu şimdilik bir düzeye değin ele alınmıştır (National Science Board, 1983) ve deneyim ya da denemelerden elde edilen yanıtları bilmek iyi olacaktır. Hesap makinelerini kullanmanın aritmetik becerilerin öğretilmesi üzerindeki etkisi ne olmuştur? Çocukların toplama, çarpma, bölme ve çıkarma gibi bilişsel temel işlemleri yapabilir duruma gelmeden yetişmelerine izin vermek güvenli midir? Örneğin, ben elektronik yardım olmadan karekök

almayı çok önceleri bıraktım. Oysa büyük kökler üzerinde işlem yapan herkes logaritma çizelgelerince dışkırlığına uğrıtılıyor. Acaba bu nerede sona erecek?

İlgi çekici nokta şu ki, yeni araçlar insanların yalnızca matematik ve öteki bilişsel işlemleri daha kolay yapmalarına yardımcı olmakla kalmayacak fakat sorunların çözme biçimlerinde de köklü değışikliklere yolaçacak (Pea, 1985). Bu konuya tipik bir örnek benzetimlerdir. Uygulamada sorun çözmenin çoğu, benzetim yöntemlerini ya da deneme-yanılma tekniklerini kullanarak daha kolay başarılır. Sözkonusu yöntemler, yalın olmayan sorunlarda doğru sonuçlara ulaşmak için çok büyük rakamlar gerektirir. Üstelik bunlar kağıt, kalem ve beyinle yapılamaz. Uygulamalar şimdilik ekonomik olduğu kanıtlanmış geniş ölçekli işletmelerde ve bilimsel alanlardaki ana bilgisayarların kullanımıyla sınırlıdır. Bilgisayarların giderek ucuzlamasıyla bu teknikler geniş kitleler için de olanaklı duruma gelecektir. Belki işlem yaprağı programları bu akımın ilk dalgasını temsil edebilir. Büyük bir olasılıkla, insanlara bu araçları kullanmada gerekli olacak düşünme becerileri ve yollarını öğretmek isteyeceğiz.

Geleneksel bilgisayar programlarında ve pekçok benzetim yaklaşımında kullanılan yinelemeli adımları izlemeye dayalı işlemler, matematiğin ve mantığın okullarda öğretilen kapalı biçim çözümlerinden oldukça farklı bir düşünme ve sorun çözme biçimidir. Bir kişi "işlemsel" ya da "betimsel" açıklama yöntemleriyle sorun çözmenin "daha iyi" olup olmadığını tartışabilir. Ancak şu kesinlikle doğru ki, karmaşık sorunlarda yinelemeli ya da bağlantılı yaklaşımların ve arama yöntemlerinin kullanılması geçmişte pek uygun değildi. Herhangi bir sorun üzerinde, herbiri sağlıklı sonuç alabilme için mutlaka doğru yapılması gereken, binlerce adım izlemek gerekirdi. İnsanlar hız ve doğruluktaki yetersizlikleri yüzünden kağıt ve kalem kullanarak bunu sağlıklı yapamazlardı. Hatta bazıları matematiğin bu pratik sorunu ortadan kaldırmak için bulunduğunu bile söyleyebilir. Örneğin, analiz, aritmetikten kaçmada başlıca oyundu. Gereksinim, o günün kağıt-kalem gibi araçlarının yapmadığı uygulamalı geometri ve muhasebe sorunlarına bir çözüm yolu bulmaktı. Pratik açıdan denizcilik ve mühendislik sorunlarının çoğu, hatta fiziğin bazı ilkeleri, doğal biçimde bağlantılandırılabilir ve daha iyi bilişsel hesaplama araçlarının yardımıyla yinelemeli sayısal işlemler kullanılarak gereken doğrulukta çözülebilirdi.

Kuşkusuz, analizin bulunması insanlık tarihinin en büyük düşünsel başarılarından biridir. Ancak bunun ve öteki sistemlerin kapalı-biçim sembolik sorun çözümlerini elde etmede daha ne kadar böyle kalacağını sormak gerekir. Bilim, mühendislik ve matematiğin kendisi gibi temel araştırma alanlarında bile elde etme ve kanıtlama gibi kavramsal olarak yalın adımları içeren büyük rakamlara dayalı işlemleri bilgisayar yardımıyla yapmak artık oldukça yaygın. Eğitim açısından önemli olan, belki de, sıradan yurttaşların karşılaştığı günlük matematiksel sorunlarla ilgilenmektir. Örneğin, birikimli faiz hesaplama işini alın. Korkarım, halkın çoğuna çekici gelen doğrudan bir yol birinci dönem için faizi hesaplamak, buna anaparayı eklemek, ikinci dönemin faizini bulmak vb. işlemleri tamamlamaktır. Bu, anlaması oldukça kolay ve doğrudan bir iş. Üstelik, aşamalar günlük bilişsel becerilerle kolayca yapılabilir. Ne var ki, yirmi yıldır günlük olarak biriken faizi hesaplamak ve bunu doğrudan işlemlerle yapmak neredeyse olanaksızdır. Bu nedenle, sözkonusu işlemleri yapabilen çok az sayıda insan sonucu elde etmede uygulama ve analize dayalı formülleri öğrenmişlerdir. Oysa bazı insanlar uygulamalarda anlamlı gelecek, işlemleri doğru yapacak

ve bir sorunu açıkça nasıl koymak gerektiğini öğretecek bir makineyi sağlayabilirler. Eğer bu olanaklıysa, insanlar için yeni bulunmuş yardım teknikleriyle yapması kolay olacak öteki matematiksel işlemler nelerdir?

Benzer başka bir buluş daha iyi bir kitap türüdür. Kitapları elektronikte "hyperext" ortamına aktarmak ya da öğrenmesi ve karıştırılması inanılmaz ölçüde kolay olan daha iyi bir biçime sokmak herşeyi dramatik olarak değiştirecektir. İçinde istediğiniz her türlü bilgiyi istediğiniz anda bulabileceğiniz bir kitabınız olduğunu varsayın. Böylesi birbirine bağlı ve buldurulu müthiş kitaplardan oluşan bir kütüphaneniz olduğunu düşünün. Tüm bunların sonucu olarak, kendi başınıza şimdikinden daha çok şey öğrenebilirsiniz. Eğer öğrenme böylesine kolay olsaydı, bildiğimiz biçimiyle rehberlik ve disiplin sağlayan eğitim hiçbir yerde görülmezdi.

Doğmakta olan ve geleceği daha az kesin gibi görünen bilgisayara dayalı başka bir uygulama, kullanımı "saydam" olan makinelerdir. Bu kavramla, öğretime katılmadan kullanımı kolayca öğrenilen makineleri anlatmak istiyoruz. Günümüzde sorunları tümüyle çözme de, yeni ürünleri kullanma işini öğrenmeyi kolaylaştıran donanım tasarımları ortaya çıkıyor. Eskiden mühendisler önemli donanım parçalarını, güç küreleri ve lokomotif gibi, kullanma kolaylığına hiç dikkat etmeden tasarımlardı. Hiç kimse bir makineyi öğrenmek için yedi yıl çıraklık yapılması gereğini sorugulamazdı. Şimdiki tutum, en azından açıklanmış biçimiyle, tam bir değişme göstermiştir. Hedef, eldeki bir donanım parçasının kullanımını birkaç sayfalık komutları gözden geçirerek ya da makinenin sizle konuşmasını sağlayarak öğrenebilecek denli kolaylaştırmaktır. İnsan etkenleriyle uğraşan psikologlar, erken öndeneme ve değiştirilebilir tasarım yapmakla, başlangıçta kullanımı zor olan şeylerin yalın komutlarla öğrenilecek denli kolaylaştırılabileceğini bulmuşlardır.

Eğer bilgisayarda yazı yazma derslerine benzer etkinlikleri sayarsanız, eğitimin bir bölümü insanlara kullanımı zor makineleri öğretmek gibi yoğun çaba gerektiren şeylere ayrılmıştır. Sanırım, kullanımı kolay sistem ve aygıtları yapma yöntemlerimiz iyileştikçe bu gereksinimde büyük bir değişme olacaktır. Bu yordamanın bir nedeni, yeni teknolojilerin çok kısa sürede eskimesi yüzünden saydam makineleri yapmak için gerekli olan araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmadaki güçlü ekonomik güdüdür.

Bilgisayarda yazı yazma örneği kendi küçük sorununu birlikte getiriyor. Büyük bir olasılıkla, 2020 yılına değin tüm bilgisayarlar konuşmayı bir girdi olarak işleyebilecekler. Ancak "doğal" dilin taşıdığı çeşitlilik nedeniyle temel alınabileceğine inanmıyorum. Öte yandan, bu hedefe giderken ilginç bir menzille karşılaşabiliriz. Bilgisayarın konuşmayı tanıma işlevinin yaygın biçimde kullanılması belli bir zaman alacak. Benim kestirimim on yıldır. Bu süre içinde, belki ondan on yıldan sonra da, gittikçe güçlenen bilgisayarlarla gerçekleşecek etkileşim yazıyı kullanmayı gerektirecek. Gelecek on yıllarda, yazı yazma en önemli bilişsel araçlardan biri olacak fakat sonradan işlevsel bir beceri olma özelliğini tümüyle yitirebilir. Hızla yaygınlaşan olgulara güzel bir örnek oluşturan bu nokta, eğitim için meydan okuyan bir sorun niteliği taşıyor. Teknolojinin kendisindeki değişme çok hızlı olacak. "Şimdi öğrenip sonra kullanma" kavramı daha çok sorugulanacak.

Ciddi olan konu şu: Şimdi kullanılan sorun çözme yollarının gelecek yıl en iyi olmayacağını biliyorsak, çocuklarımıza ne öğretmeliyiz? Şu anda pazarda bulunan ve en ucuz ya da



en kullanışlı araçları öğretmeli miyiz? Sözkonusu araçlar için en az on yıl değişmeyecek ve dolayısıyla eğitime yapılan yatırımın değerini gösterecek standartlar yaratmalı mıyız? Yoksa bu becerilerin öğretimini tümüyle durdurmalı ve gelecekteki ticari aygıt'ın uygun öğretim gereçleriyle birlikte geleceğini mi umut etmeliyiz?

Bilgisayara dayalı sembolik matematik araçları genellikle matematikçiler tarafından matematikçiler için geliştirilmiştir. Ancak bilişsel yardımcıları olarak iş göreceği yeni bilgi işlem yöntemlerini bulmada psikologlar, eğitimciler ve bilgisayarlı sistemlerin sistematik biçimde işbirliği yaptıklarını görüyoruz. Örneğin, Bellcore'daki Bilişsel Bilim araştırma kümesi bu tür araçların bulunmasını kendine hedef olarak seçmiştir. İnancımız o ki, şu andaki yazılım ve donanım teknolojilerine inanılmaz ölçüde yardımcı olacak bir dizi yeni araç geliştirmeye hazırız. Bunun için gerekli olan şey ne yapacağımızı bilmektir. Strateji, insanlara düşünsel işleri yapmada güç gelen şeyleri analiz etmek ve bunları bilgisayar yoluyla kolaylaştıracak yöntemler bulmaktır (Landauer, in press). Çoğu zaman, insanların zorlandığı şeyler analiz edilince, çözümü bulmak kolaydır. Bunun bir örneği, izleyen satırlarda tartıştığımız, bilgiyi anımsama alanındaki yeni bilişsel araçları geliştirmede ortaya çıkmıştır.

Okuma ve yazma bilgi aktarma araçlarıdır. Aktarma, üretim ve tüketim arasındaki herhangi bir zaman aralığı boyunca bilgiyi tutmayı gerektirdiğinden, biz hemen depolama ve çağırma üzerinde dururuz. Uzun yıllar boyunca kitaplar ve yakınlarda magnetik teyp ya da diskler depolama aygıtları olarak önem kazanmıştır. Kapsamlı kayıtlarda bilgiyi bulma yöntemleri ilk kez kitaplarla başlamıştır. Bu alandaki başlıca öncü buluşlar "doğrusal giriş" rulolarının yerini alan "rastlantılı giriş" yaprakları, sayfa numaraları, farklı konular için farklı kitaplar anlayışı, içindekiler çizelgesi, buldurular ve kütüphane kataloglarıydı. Yakın zamanlarda yapılan eklemeler ise özetleme hizmetleri, kavram dizinleri ve komutlu dilleri içermektedir. Bugüne değin, elektronik teknolojinin durumu değiştirme biçimi, temelde daha fazla bilgiyi uzman kullanıcılara daha hızlı sunmak olmuştur. Eğer gerekli ödemeleri yapabilirseniz ve kullanmak için yeterli uzmanlığa sahipseniz, masanızdan hiç kalkmadan ilgi alanınızdaki milyonlarca makalenin özetlerini birkaç dakikada bulabilirsiniz ya da menkul değerlere ve ticari bir ürüne ilişkin çok kapsamlı bilgiyi anında araştırabilirsiniz. Bilginin gelişen varlığındaki bu özelliğin yaşamımızı ve eğitim kurumlarımızı nasıl etkileyeceğini her açıdan dikkate almalıyız.

Teknolojik gelişmeler hepimizi etkilemektedir. Çok uzak olmayan bir gelecekte telefon hatları aracılığıyla tüm kütüphanelere, veri tabanlarına ve dünyanın başlıca haber kaynaklarına girebileceğiz. Teknolojinin o aşamaya ulaşacağı neredeyse kesin görünüyor. Kitleleşen bilgi depolama ve iletme aygıtlarının maliyeti hızla düşüyor. Öyle ki, yirmibirinci yüzyılın başında Amerikalıların çoğu sevindikleri filmlere ya da Kongre Kütüphanesi'ndeki kaynakların içeriğine uygun bir maliyete rahatça girebilecekler.

Ortadaki sorun herkesin bunu yapıp yapamayacağıdır. Eğer bu olursa, bilgi selinin akmasını asıl kim isteyecek? Şu anda veri tabanlarında kapsamlı bilgi arayan insanların başarısı, yüzyıllar önce kütüphanelerde uğraşan insanların başarısından daha iyi durumda değil. Bildiğimiz kadarıyla, insanların geniş bilgi derlemelerini elde edebilmeleri her zaman güç olmuştur ve durum bugün de aynıdır. Herhangi bir şeyi ilk aradığınız yerde bulabilme şansınız yüzde on ile yirmi arasındadır (Furnas et al., 1987). En iyi bulduru ve çağırma sistemini kullanan aramalarda elde edilen ilgili belgelerin oranı ise yüzde ellinin altın-

dadır (Salton & McGill, 1983). Büyük bir olasılıkla, gereksinim duyduğunuzdan fazla bir-şeyler bulursunuz. Çağdaş elektronik teknoloji bu tür şeyleri daha hızlı ve geniş ölçekte yapmayı sağlar fakat başarı oranı pek de yüksek değildir.

Biz bu konuya insanların değişik alanlarda istedikleri bilgiyi nasıl betimlediklerine ilişkin ayrıntıları inceleyerek baktık. Gözlemlerimiz gösterdi ki, bilgiyi bulma konusundaki hatalar genellikle insanların kavramları betimlerken çağırma sistemlerinin anlayamayacağı terimleri kullanmalarından doğuyor. Kütüphaneciler, sistem çözümleneciler ve bilgi çağırma tasarımcıları bunun ciddiyetini her zaman küçümsemişlerdir. Bir çözüm oldukça açık gibi görünüyor. Bulduru terimleri işlevi gören daha çok isim girin ve sistemin hangi nesnelerin hangi isimler altında çağrılacağını bulmasını bekleyin. Kağıt ve kalemle pratik olmayan bu teknik bilgisayarlarda son derece kolaydır. Başka bir yerde ayrıntıları verilen denemeler (Furnas et al, 1987) göstermiştir ki, bu yöntem, bilgi çağırmada başarı şansını üç-beş kat artırabilir. Güçlük, insanların kullanacağı olası tüm terimleri bulabilmektir. Bu rakam genellikle otuz dolayındadır ve süreç otomatikleştirilebilir (Furnas, 1985).

Buradaki yöntem yalnızca standart bilgisayar bilimleri terminolojisine dayanır ve orta çaplı veri temelleri için iyi çalışır. Bunu herkesin kullanabileceği ve gelecekteki büyük bilgi derlemeleri için işe koşulabilecek pratik bir aygıt durumuna getirmek bilgisayar ortamlarında temel bazı iyileştirmeleri gerektirecektir. Özellikle, makineler birbirine koşut bağlandığında, iyileştirilmiş çağırma yöntemleri daha güzel çalışacaktır. Eğer bilgisayar dünyasındaki geçmiş gelişmelerden çıkarımda bulunursak, bu 2020 yılından önce olacaktır. O nedenle, sözkonusu zamana değin çok daha kolay ve etkili bilgi çağırma sistemlerinin bizimle olacağını söyleyebiliriz.

Ancak göstermeye çalıştığım temel nokta, geleceğin parçalarını yordamak değildir. Benim savım şu: Bilgi işleme teknolojisi, insanların düşünsel etkinlikleri öncekinden daha iyi yapmalarına izin verecek yeni bilişsel araçların bulunmasını olanaklı kılacaktır. Sanırım, bu gerçekleştiğinde, daha iyi anımsama ve düşünme konusunda insanlara yardım eden çabalarda bir patlama ortaya çıkacaktır. Bu bölümü sizlere şu soruyu yönelterek bitirmeme izin verin. Herkesin çözümlenme ve doğrusal programlamayı oldukça güzel yapan ve ayrıca istenen her bilgiyi saniyeler içinde bulan bir aygıtı sahip olduğunu düşünün. Ancak bu tür insanlara okulda ne öğretiriz?

### **Bilişsel Araçlar Ne Yapmalı ve Neye Benzemeli?**

Bu konu, büyük bir olasılıkla, teknolojinin eğitim üzerindeki etkilerini anlayabilme amacımızla az ilgilidir. Sorun, eğitimin teknoloji tarafından nasıl değiştirileceği konusuyla, eğitimin teknolojiyi etkilemesi denli ilgili değildir. Buna karşılık, bilişsel yeteneklere ilişkin yetiştirme sorumluluğu olan insanların bu alanda gerekli görülen araçların belirlenmesi ve tasarımına katılmaları gereği savunulabilir. Dahası, eğitimcilerin planlaması ve uygulaması gereken eğitsel etkinlikler büyük ölçüde sözkonusu araçların varlığına bağlıdır çünkü eğitim alanındaki uzmanlar bilişsel araçlar için neyin gerekli ve pratik olduğu konusunda çok şey biliyorlar. Eğitimciler, bu araçları bulmanın ve geliştirmenin sonuçlarıyla etkileştikleri için, ilgili araçların yaratılması sürecine katılmaları iyi olur.

Kafamdaki soruyu aydınlatayım. Temelde hangisi daha iyidir, okuma mı yoksa yazma mı? Yirmi yıl önce antropolog bir arkadaşım, teyplerin varlığına dayanarak, bugün öğrenci-

lerimize okumanın öğretilmeyeceğini yordamıştı. Belki gelecekteki yordamalar bunu doğrulayacak. Ancak o noktaya ulaşmanın güzel bir hedef olduğunu düşünüyor muyuz? Konuşma ve dinlemeyle karşılaştırıldığında, okuma ve yazma eylemlerinde bilgiyi aktarmada onları daha iyi araçlar haline getiren birşeyler mi var? El ile yazma, bilgisayar kullanarak yazma ve konuşma gibi etkinliklerden acaba hangileri düşünceleri oluşturmanın ve başkalarına iletmenin daha etkili yollarıdır?

Elektronik mektuplaşma sistemlerini kullanan bazı insanlar, bu ortamın yüzyüze ya da telefonda konuşmaya oranla, pekçok yönden daha iyi bir yol olduğunu düşünürler. Bu üstünlüğün ne kadarı yazı ögesinden ve ne kadarı sonradan düzeltmeyi de içeren depolama kolaylığından ileri geliyor? Eğer yazı çok önemliyse, insanlara okumayı öğretme üzerinde daha ciddi düşünmek zorundayız.

Bu konuyu daha değişik biçimde ortaya koyalım. Yazı ve basım ilk başta neden bulundu? Acaba bunlar ses dalgalarını iletmede karşılaşılan teknolojik güçlükleri ortadan kaldırmak ya da girdi, depolama ve değiştirme için daha yüksek yeterlikte bilişsel kanalları işe koşturmak için konuşma ve dinlemeye karşı bulunmuş ikinci sınıf seçenekler mi? Bu ve benzeri soruları yanıtlamanın pazarın kendisinden daha iyi bir yolu var mı?

Kuşkusuz, teknolojik okur-yazarlığı olmayan bir toplumun sahip olduğumuz zengin kültürel geçmişi anlama güçlüğüne düşünmek üzücüdür. Eğer çoğu insanın bugünkü dünya hakkında bilgi edindiği televizyon, film, radyo ve telefon gibi yöntemlere bakarsak geçmişteki başarıları yalnızca okuma yoluyla öğrenmelerini beklemek çok tehlikeli olabilir. Öteki ortamların belirleyici seçenekler olarak ortaya çıkma olasılığına karşı gerçekçi biçimde hazırlanmalıyız.

### **Öğrenme ve Eğitim Ne İçin Olacak?**

Şimdi insanların yaptığı bilişsel işlerin önemli bir bölümünün 2020 yılına değin makineler tarafından yapılabileceğine inanıyorum. Ne yazık ki, yalnızca insanların yapabileceği uğraşlar bulunduğunu savlamaktan ya da makinelerin, istedikleri daha "zeki" etkinlikleri yapabilmek için, insanları özgürleştireceğini ileri sürmekten mutluyuz. Ancak bunların çoğu karanlıkta ışık çalmaktan başka birşey değildir. Herşeyden önce, çoğu insanın kendi kendine derinden düşünmeyi "yeğleyeceği" ya da bunun nasıl yapılacağını öğrenmek isteyeceği gibi görüşler açık olmaktan çok uzaktır. Düşünmenin hiçbir zaman tarımsal el emeğinin karşılaştığı yokolma durumuna düşmeyeceği görüşü, elinizdeki gibi kitapları yazan ve okuyan aydınlar ya da zorunlu olmadıkları halde zor şeyleri düşünmekten hoşlanan insanlar için çekici ve rahatlatıcıdır. Ancak bu durum, düşünsel becerilerin en yüce değer olarak görüldüğü tarihsel evrimin geçici bir dönemine özgü ve ciddi biçimde benmerkezci ya da seçkinci olan bir anlayıştan kaynaklanmaktadır. Eğer benim yaptığım kestirimler doğruysa, 2020 yılına değin yalnızca çok az sayıda insan zor olarak görülen düşünsel işler için kapsamlıca eğitilmeyi isteyecektir. Buna karşılık herkes tarih, yurttaşlık bilgileri, etik değerler ve eğlence sanatlarını öğrenmeye büyük bir gereksinim duyacaktır.

Bu noktada, tartıştığımız konularda yanlış anlamayı önlemek için küçük bir ekleme yapmalıyım. Uygulamalı bilim dünyayı yönetmede daha ön plana çıkarken, uzmanların söylediklerini ortalama bir insanın değerlendirme gereksinimi de gittikçe artıyor. İnsanlar bugün bilimin kendisini bilimkurgudan ayırdetmekte ciddi zorluklarla karşılaşıyorlar. Bilim,

isimsiz bilgisayarlarca daha gizemli ve uzmanca yapıldıkça, bilimin tüketicileri için ne tür değerlendirme araçları ortaya çıkacaktır? Ortalama bir insanın en önemli bilimsel konular-daki ayrıntılı tartışmaları anlayabilecek bilgiye sahip olması bana oldukça kuşkulu görünmektedir. En güvenilir koruma ve yönlendirme, belki de, Sağlık Bakanlığı ve Ulusal Araştırma Konseyi gibi toplumsal kurumlarca sağlanacaktır. Yine de, değerlendirmeye yönelik bilgi, şüpheli bilimsel tutum ve hangi kanıtların hangi savları desteklediği ya da desteklemediğine ilişkin genel nitelikli bilgiler gelecekteki genel eğitimin önemli parçaları olmalıdır. Ayrıca insanların içinde yaşadıkları dünyayı anlayabilmeleri, kullandıkları makine ve nesnelere, onlar büyüklük yansımalarıyla değil de, doğal olgularıyla etkileşebilmeleri istendik şeyler olarak görülmelidir. Bu nedenle, bilim ve teknolojiye dönük eğitim, aydınlatıcı bir konu alanı ya da "bilime saygı duyan" bin insanlık türü olarak sürekli hedeflerimiz arasında olmalıdır.

Öyle inanıyorum ki, teknik bilgi ve özgün sorun çözme becerilerine duyulan istem temelinde gelişen teknolojilerin sonucu olarak azalacaktır. Toprağa ve onun dürüst çabasına yönelik zengin sevgi geleneğine karşın neredeyse tüm tarımsal etkinlik yok olup gitmiştir. Aynı-sı "bilgi çalışması" alanında da görülebilir. Geçmişte düşünsel açıdan zor olan büro işlerinde şimdiden önemli oranda "becerisizleştirme" ortaya çıkmıştır. "Sözcük işleme" ve "ileti" merkezleri, sekreterlik ve memurluk işlerinin çeşitliliğini azaltmıştır. Hem geleneksel beyaz yakalı hem de mavi yakalı işlerden hizmet mesleklerine doğru çok belirgin bir kayma sözkonusudur. Gelecekteki eğitimi düşündüğümüzde, insanların yaşamlarında gerek iş gerek eğlence açısından neler yapacaklarını ciddi biçimde düşünmeliyiz.

Makine zekası insan beyninin yerini aldıkça bilgisayar programlama ya da onu yenileyecek başka düşünsel etkinliklerle uğraşan insanların sayısında bir azalma olacaktır. Makine zekası daha şimdiden bilimadamlarını yüzyıllardır uğraştıran matematik ve fizik sorunlarının çözümünde kullanılmaktadır. Bu nedenle, bilimde bile, yalnızca insanların yaratıcılığının başarılı olacağına ilişkin düşünce biraz safça görünmektedir.

Benim de bağlandığım bir umut var ki, teknolojinin gücü, eldeki işi daha zevkli ve doyurucu yapmada kullanılabilir. Ancak istihdamda düşünsel becerisizliği yeğleyen güçlü ekonomik ve toplumsal etkenler var ki görünmektedir. İş "zenginleştirme" çabasına yalnızca yöneticiler değil, işçiler tarafından da karşı çıkılmakta ve tarihsel/istatistiksel bir gerçek olarak bu anlayış gittikçe kök salmaktadır. Örneğin, uğraşı-ekibi ile üretime ilişkin Volvo deneyimleri ve sıkıcı işi yasaklayan İsveç yasaları gibi çalışmalar başka yerlerde bir türlü yaygınlaştırılamamıştır.

Hedef olarak aldığımız 2020 yılına değin, çalışan kesimin kendisini üç ana kampa böleceğini sanıyorum. Birinci kampta seçkin teknolojistler, buluşçular, bilimadamları ve sanatçılardan oluşan küçük bir çekirdek küme yer alacaktır. Her zaman olduğu gibi, bu mesleklerin ön safları nüfusun yalnızca küçük bir yüzdesi tarafından doldurulacaktır. İnsanın düşünmesi için bırakılan parçalar bugünkünden daha zor olacağından geriye kalan uygulayıcı insanlar yüksek uçtaki sapmalar arasından seçilecektir. Bu insanların üzerinde çalıştığı sorunlar çok sınırlı olacaktır çünkü ender karşılaşılan yeni sorunların dışındaki tüm sorunlar makinelerin yardımıyla çözülebilecektir. Geleneksel sorun çözme, onu sürdüren oldukça az sayıdaki insan için daha zor ve belki de daha önemli olacak ama bu çok sayıda insana para ödeyerek yaptırılan bir iş olmayacaktır.



İkinci kamp, güdülenme ile ilgili konuların önemli olduğu insanlararası etkileşime yönelik meslekleri seçen insanlardan oluşacaktır. İnsanların güdeleri çoğunlukla onların dürtüleriyle, biyolojik değerleriyle, görme, duyma, koklama gibi duyularıyla ve öteki insanların eylemleriyle yakından ilişkilidir. Bana öyle geliyor ki, mal ya da hizmetlerin üretimindeki güç ve bireysel insan çabası, değerın başlıca belirleyicisi olacaktır çünkü bu az bulunan tek şey olma özelliğini kazanacaktır. Bu durum şimdiden oluşmaya başladı bile. Nitelik ölçütünün sürekli arttığı ve büyük oranda insan beceri ve dikkatinin gerekli olduğu restorancılık işini ele alın. Coşkusal ve zevk verici işlevleri yerine getiren insan olarak görüldüğü için değer verilen yıldız sporcu ve eğlendiricilerin inanılmaz gelirlerine bakın. Bu gibi işler gelecekteki çalışma dünyasının çok daha büyük bir bölümünü dolduracaktır.

Üçüncü kampta üretim sermayesi ve etkinliğinin yöneticileri yer alacaktır. Sahiplik ve yöneticilik işlevlerinin nasıl dağıtılacağıının yordanması zararlı ve daha az güvenli bir alandır. Yine de, okulların değerleri biçimlendirme ve insanlararası ilişkilerin yöntemlerini öğretme konusundaki geleneksel rolleri yalnızca önemli olarak kalmayıp belki de çok daha merkezî bir konum kazanacaktır.

Eğer bu senaryo kısmen bile doğruysa, insanı düşündürücü toplumsal ve eğitsel bazı sorunlar ortaya çıkacaktır. Bir örnek verelim. Teknoloji zorlaştıkça ve daha az insanın eline düştükçe "seçkinlere karşı geride kalan bizler" sorunu gündeme gelecektir. Yüksek teknolojiyi anlama ve iteleme gücünde olanlar buyurgan mı yoksa hizmetçi mi olacaktır? Kısa dönemde bile, teknolojinin mülkiyeti ve nasıllarını bilme olayı nüfusun genelinde nasıl bir dağılım gösterecek? Şimdiden bilgisayar kullanma konusundaki durumun çarpıklığını görüyoruz. Toplumun zengin kesimleri bunu çocuklarına sağlayabiliyor ve yoksullar geride kalıyor. Bu bizim toplumumuzu, değerlerimizi ve yaşamımızı nasıl farklılaştırarak? Bilgisayar teknolojisi alanındaki ilgi ve yetenek konusu da şimdiden erkeklere özgü bir bölge haline gelmiş gibi görünüyor. Bunun doğurguları ve sağaltımı nasıl olacak? Eldeki durum, eğitim için zorlu bir sorundur ve büyük bir olasılıkla daha da kötüleşecektir.

Bilgisayar becerilerini bir mesleki yetiştirme konusu olarak görmenin bir tehlike olduğunu sanıyorum. Bilgisayar yöntemlerinin tadını almak ve bunda yeterlik kazanmak temel bir düşünsel araç olarak görülmelidir. Geleceğin müzisyen, ressam ya da bilimadamı gibi aydınları kendi alanlarındaki insan zekası için bilgisayar yöntemlerini daha değerli kılabilmek için yeni beceriler yaratmaya gereksinim duyacaklardır. Ancak bu becerilerin etkili ve adil biçimde dağıldığından emin olmalıyız.

Ray Nickerson, eğitimi, gereken bilgiyi bulma ve öğrenme becerisi olarak tanımlar. Gelecekteki yurttaşların buna ne denli gereksinim duyacağı ya da isteyeceği düşünmeye değer bir konudur. Çoğu insan düşünmeyi ya da öğrenmeyi gerçekten ne kadar ve hangi yollarla gerekli görecektir? Eğer insanların çoğu geçmişin sorun çözme çalışmaları yerine temelde kişilerarası etkinlikler ve eğlenceyle uğraşıyorsa, onların bilmeye gerek duydukları ya da istedikleri şeyler farklı olacaktır. Yanılma olasılığını göze alarak biraz tehlikeli bir kestirimde bulunmak istiyorum. Düşünsel açıdan zor olan okulla ilgili etkinlikler hemen her zaman öğrencilerin çoğuna sevilmeyen bir şey olarak görünmüş, toplumsal etkinlikler ise çekici gelmiştir. Eğer düşünsel becerilerle ilişkili bireysel ve ekonomik gereksinimler dalgalı ama toplumsal beceriler belirginse, eğitim buna nasıl tepki göstermelidir?

İnsanların kendilerini ve başkalarını mutlu etmede, toplumsal ve sanatsal konularla ilgili sorunları çözmeye ve gerekli bilgiyi kolayca edinmelerinde eğitsel açıdan ne tür yeniden yapılandırmalara gidilmelidir? Okuma, yazma ve hesaplama gibi konular halâ nasıl öğretilmesi gerektiğini tam bilmediğimiz temel beceriler olarak kalacak mı? Yoksa etik değerler, estetik, oyun, spor, zevk için öğrenme, küme dinamikleri, karşılıklı konuşmaya ilişkin beceriler ve tümüyle açıklamalı sanatlarla mı daha ilgili olmalıyız?

Görece daha kısa dönemli başka bir konuyu da burada gündeme getirmeliyim. İş ve eğlence etkinliklerinin hızı gittikçe artıyor. Teknolojik değişme yüzünden her kuşaktan belirli sayıda insan işlerini yitiriyor. Çok yakında herkes yaşamını kazanma ve eğlenme biçimini her on yılda bir değiştirmek zorunda kalacak. Bu yalnızca hazırlanabilir. Uygulama zamanı geldiğinde hala kullanışlı olacak şeyleri bulmak ve onları okulda oniki yıl öğretmeyi düşünmek gün geçtikçe zorlaşıyor. Yaygın eğitim konularını seçmek bile güç. Örneğin, yerel telefon şirketlerinin çalışmasıyla ilgili derslerin planlaması kolay değil çünkü teknoloji çok hızlı değişiyor ve öğretmen en azından birkaç yıl doğru kalabilecek şeyleri güçlükle bulabiliyor. Uyarılan seçenekler ya yeni yöntemleri geçmiştekilerden iyi yaparak daha az yetiştirmeye gereksinim duyuracak ya da bilgisayara dayalı yetiştirmeyi de içeren ve öğrenmeyi işin bir parçası kılan "yerel" bilgilenme yollarını sağlayacaktır. Bu gerçekleştiğinde, teknik eğitim, iş ve oyundan ayrılma özelliğini yitirecektir.

### **Toparlayıcı Görüşler**

Bir yandan, buraya değin tartışılan ve eğitimin bugün bildiğimiz teknik ve düşünsel içeriğinin sürüp sürmeyeceği ya da bunun başka bir dünya için geliştirilip geliştirilmediği bizi düşündürmelidir. Ben güçlü bilişsel becerileri öğrenme olasılığının yalnızca küçük bir öğrenci kesimi için uygun olabileceğini önerdim. Öte yandan, aynı değişkenlerin birbirini tamamlayan etkisinin, kitle eğitiminin toplumsal ve kendini gerçekleştirme gibi işlevleri ön plana çıkarabileceği görüşünü ortaya attım. Eğitim her zaman ve her yerde toplumların siyasal ve ekonomik açıdan belirleyici olan gereksinimlerine karşılık vermiştir. Bu yerine göre dinin aşılması, sözel tarih, uğraşı, sanat ve askeri beceriler ya da daha yeni olmakla birlikte "temel" bilgiyi ayırtma de olabilir. Üzerinde durulması gereken ağırlıklı nokta şu ki, toplumsal beceriler her zaman eğitimin önemli bir ögesi olmuştur. Evrensel eğitimin gelişmesi, sanayileşmiş toplumların iyi davranan işçilere duyduğu gereksinim denli teknik yetiştirmenin gerekleri ya da toplumun bilgilendirme isteği tarafından da yönlendirilmiştir. Tanrıya şükür, okulların tümüyle disipline yönelik rolü azalmakta ama toplumun başat olan tutum ve davranışları edinmesine duyulan gereksinimde bir değişme olmamaktadır. Kitle kültürümüzün okullarda işlenen bu parçaları en azından küçük topluluklarda ve aile içinde öğretildiği denli önemlidir.

Son yüzyılların endüstri ve büro yaşamı hızla gelecek yüzyılın hizmet ve eğlence yaşamına dönüşürken bireysel uyum özellikleri, kişilerarası ilişki becerileri, küme ve toplumsal süreç bilgisi, ortak kültürel deneyim büyük bir olasılıkla daha ağırlıklı olacaktır. İnsanlar kendi mutluluklarını gerçekleştirmeyi isterken ve toplumlar ulusal ve uluslararası barışı korumaya çalışırken eğitilmiş yurttaşlara gereksinim duyacaktır. İnsanlar çalışma şartlarında ve terminaller önünde görece yalnız ve yakından denetlenmiş etkinlikler için daha az zaman harcarken sözkonusu gereksinimler daha da büyüyecektir. Aynı zamanda, yetişkin gözetimi altında çocukların güvenli biçimde zaman geçirecekleri yerler olarak okulların ya

da onların yerini alacak eğlence ve kültür kurumlarının artması olası görünen rolünü küçümsememeliyiz. Bu yerler, bireysel kafa yaşamının besleneceği ve toplumsal ilişkilerin gerçekleştiği ortamlardır.

Biraz ters gelmekle birlikte, teknolojik gücün ve teknolojik toplumun artan olası etkisiyle günlük yaşam gibi eğitim ve onun yansıması da hedefleri ve içeriğinde daha az teknik ve daha çok toplumsal olacaktır. Bu durum, düşünsel sorun çözme becerileri ya da bilimsel ve teknik bilginin hata olabileceğini öngören eğitim araştırmalarına kapsamlı bir ilgiyi gerektirecektir. Böyle birşeye gelecek onyıllarda daha yaygın bir istem olacaksa da, 2020 yılına değin eğitimin "insancıl", "toplumsal" ve "kültürel" boyutları daha büyük bir birikime gereksinim duyacaktır.

## KAYNAKLAR

Furnas, G.W. (1985, April). Experience with an adaptive indexing scheme. **Human Factors in Computer Systems CHI'85 Proceedings**, 131-135.

Furnas, G.W. , Landauer, T.K., Gomez, L.M., & Dumais, S.T. (1987). The vocabulary problem in human-system communication. **Communications of the Association for Computing Machinery**, 30 (11), 964-971.

Landauer, T.K. (in press) Research methods to support creation of computer systems for effective human use. In M.Helander (Ed.) **Handbook of human-computer interaction**. Amsterdam: North Holland.

National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics, Science, and Technology, (1983) **Educating Americans for the 21 st century**. Washington, DC: National Science Foundation.

Pavelle, R., Rothstein, M., & Fitch, J.(1981, December). Computer algebra. **Scientific American**, 136-152.

Pea, R.D. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. **Educational Psychologist**, 20,167-182.

Salton, G. & McGill, M. (1983). **Introduction to modern information retrieval**. New-York: McGraw-Hill.