

YENİ NESİL KIRTASIYEYE  
HOŞ GELDİNİZ  
E-KÂĞIT,  
E-MÜREKKEP,  
E-KİTAP...

Hangimiz okuma açlığını doymak için bir yandan sürekli yeni kitaplara, makalelere, kâğıt tomarlarına... sahip olmak isterken, bir yandan da masamızın üzerinde dağ gibi büyüyen kâğıt yığınlarından şikâyet etmeyiz? İşte derdimize derman olabilecek iki sihirli sözcük: elektronik kâğıt ve elektronik mürekkep. Son yıllarda elektronik, kimya ve fizik endüstrileri bir araya gelip harıl harıl bu iş için çalışıyorlar. Çok değil birkaç yıl içinde elektronik gazetemizi gazete bayiinden alabileceğiz, tek bir

parmak hareketimizle gazetemizin üzerindeki yazılar ve resimler güncellenebilecek; büyük reklam panoları ya da mağazalardaki etiketlerin her hafta sökülüp yeniden yapıştırılması gerekmeyecek. Ayrıca bu işin bir de çevreci tarafı var: kâğıt üretmek için ağaçların kesilmesine gerek kalmaması. İşte teknolojinin yaşamımıza katacağı bir lüks daha. Henüz yaygın olarak müşteriyle buluşmuş değilse de, e-kâğıt ve e-mürekkep çalışmaları dolu dizgin sürüyor.

Yeniden kullanılabilen, yazı ve görüntüleri saklayabilen, yansımali ışıkta ve dar açılarda da görülebilen, düşük enerjide çalışabilen, esnek ve görelili olarak ucuz bir ürün. İşte elektronik kâğıdı üretebilmek için bu kadar zahmete giren araştırmacıları ve bu işe para yatıran girişimcileri heyecanlandıran özelliklerden yalnızca birkaçı. Bildiğimiz kâğıdın hemen hemen tüm özelliklerinin yanında elektronik kâğıt, binlerce kez silinip üzerine yeniden yazılabiliyor ve hiç yıpranmıyor. Bu nedenle birçok uygulama alanına sahip. Elektronik gösterge birimleri-

nin çok kullanıldığı sayısal (dijital) kitapların, düşük enerjili taşınabilir, katlanabilir ve dev gösterge birimlerinin, reklam panolarının, mağazalardaki



Mart ayında yapılan GlobalShop Ticaret Fuarı'nda Gyricon Media ilk ürünü tanıttı.

etiketlerin, restoranlardaki menülerin önümüzdeki yıllarda vazgeçilmez maddesi olma yolunda elektronik kâğıt.

Elektronik kâğıt üretme ve geliştirme yarışında birçok şirket ve araştırmacı bulunuyor. Herkes bir yol tutmuş gidiyor dersek yanlış olmaz herhalde. Çünkü, her grubun izlediği, geliştirmeye çalıştığı ayrı bir yöntem, ayrı bir teknoloji var. Bu yarışta çoğu zaman kimi şirket ya da araştırma gruplarının ortaklıklarına ya da işbirliklerine rastlıyoruz. Bunun en önemli nedeni, birinin sahip olduğuna diğerinin

gereksinim duyması. Örneğin, birinin geliştirdiği teknolojiyle diğersinin geliştirdiği model çok uyumlu olabiliyor ya da birinin parasıyla diğersinin aklı birini tamamlıyor.

Her şey iyi güzel de, bu kâğıt nasıl kullanılacak, kolayca basılabilecek mi, çoğaltılabilecek mi diye kaygılanmayın. Yeniden kullanılabilir elektronik kâğıt üzerinde bir görüntü oluşturmanın birçok yolu var. Örneğin, bu iş için geliştirilen yazıcılar yardımıyla e-kâğıdın üzerindeki yazı ve görüntüler silinip yerlerine yenileri yazılabilir. Yazıcı denilince aklınıza bildiğimiz yazıcıların boyutunda bir şey gelmesin; bunlar çantanıza koyup yanınızda taşıyabileceğiniz büyüklükte elaygıtları. Araştırmacılar bunlardan çok umutlu; gelecekte bunları çok işlevli olarak faks makinesi, fotokopi makinesi ya da tarayıcı olarak kullanabilmeyi umuyorlar. Bu sayede elektronik kâğıdın kullanımı hem daha kolay hem de daha yaygın hale gelebilecek.

## Elektronik Kâğıt Serüveni

Geçtiğimiz otuz yıl boyunca kesintili olarak süren elektronik kâğıt üretme çalışmaları, son yıllarda tam gaz devam ediyor. Bu alanda sıkı bir rekabet halinde olan Xerox Palo Alto Araştırma Merkezi (PARC) ve Massachusetts Institute of Technology Media Laboratuvarları gibi merkezlerin çalışmaları sayesinde kim bilir belki de birçok dergi 2010 yılından önce e-kâğıt olarak yayımlanmaya başlanacak.

Bilinen ilk adıyla "elektronik kâğıt"la ilgili çalışmalar, 1970'lerin başında bilgisayar görüntülerinin kalitesini artırmak için yapılıyordu. Katod ışınlarının çok yetersiz olduğunu düşünen araştırmacılar, gösterge birimlerinin olabildiğince çok kâğıt özellikleri taşımasını istiyorlardı. 20 yıl önce PARC'ta araştırmacı olarak çalışan Nicholas Sheridan, böyle bir gösterge birimi için, plastik tanecikleri saç teli kalınlığında, esnek ve saydam bir filmin içine yerleştirme fikrini uygulamaya koyuldu. Sheridan'ın prototipinde, her bir taneciğin bir yarısı beyaz ve diğers yarısı siyah. Ayrıca bu yarıkürerler zıt elektrik yükü taşıyorlar. Saydam yüzeye uygun elektrik alan uygu-



landığında, tanecikteki siyah ve beyaz noktalar görüntü alanında birbirleriyle kaynaşiyor. Sheridan bu oyuncakına Yunanca'da dönen görüntü anlamına gelen "Gyricon" adını vermiş. Ne var ki, Xerox yönetiminin zamanında bu projeye fazla ilgi göstermemesi Aralık 2000'de Sheridan'ı Gyricon Media adıyla kendi şirketini kurmaya itti. 2001 Mart'ında da yeni şirket ilk ürününü kamuoyuna duyurdu. Alüminyum bir stand üzerindeki 11-14 inç'lik (1 inç=2,54 cm) duman yeşili panel, alıcıların beğenisine sunuldu. Fiyatı yalnızca 90 dolar olan bu alet, üç adet



Xerox'un 3M ile ortaklaşa ürettiği elektronik kâğıt, ticari uygulamalar için büyük boyutlarda tasarlanıyor.

AA boyutunda pille iki yıldan uzun süre idare edebiliyor. İlk ilhamdan neredeyse 30 yıl sonra Sheridan'ın elektronik kâğıdı sınırlı da olsa ulaşılabilir hale geldi.

"Akıllı Kâğıt" olarak pazarlanan bu prototipin alan denemeleri 2001'in ikinci yarısına doğru ABD'deki Macy mağazalarına ait 15 tabelada gerçekleştirildi. Çözünürlük her inç için 100 noktaya eşitti. Bir başka söyleyişle 100 dpi'lık çözünürlüğe sahipti. Bir karşılaştırma yapabilmek için basılı bir derginin ortalama çözünürlüğünün 1200 dpi olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca akıllı kâğıdın esnekliğini artırmak için kullanılan elektrodlar nedeniyle kâğıdın bu hali oldukça sertti. Bu nedenle Akıllı Kâğıt konusunda geliştirme çalışmaları devam ediyor.

Sheridon 2002'de kablosuz ağ aracılığıyla kolayca güncellenebilen bu tabelaların ya da panoların ticari satışını gerçekleştirebilmeyi umuyor. Her hafta tabela, etiket ya da ilan panolarının değiştirilmesi ya da güncellenmesi için ortalama 250.000 dolar harcayan dev mağazalar zincirine sahip büyük firmalar için, bu oldukça hesaplı bir yatırım olacağı benziyor.

Bu iyimser ortamda, katlanabilir ve yeniden kullanılabilir e-gazete ve e-dergilerin de birkaç yıl içinde elimizde olacağı söyleniyor. Projelerinin arasına bunu da katan Sheridan'ın kafasında bir model var zaten. Modelde, alüminyum bir silindirin kenarı boyunca sıralanan elektrodlar yeni haberleri ya

da bir sonraki yazıları kauçuk ve esnek kâğıda basabiliyor. Plastik yaparak, kâğıdı zarar görmekten korurken, küçük boyutlu tanecikler daha yüksek çözünürlük sağlamak için kullanılıyor. Geniş bir renk aralığı sağlayabilmek içinse, Sheridon'ın modelinde, her bir rengin farklı bir voltaj düzeyine karşılık geldiği ince renk filtresi diskiyle, saydam Gyricon tanecikleri kullanılıyor. Bütün enerjisini bu projelere harcayan Sheridon'a göre yine de elektronik kâğıdın bildiğimiz kâğıttan bir eksiği var; onun kadar hafif değil. Kâğıdın kalınlığı ortalama 0,01 cm karken elektronik kâğıdın kalınlığı ortalama 0,3 cm kadar. Ancak Sheridon yine de kullanılabilirlik açısından kâğıdın pabucunu dama atacağını da söylemeden edemiyor.

## Elektronik Mürekkep

Elbette elektronik kâğıdın üzerinde kullanılan mürekkep yerine geçecek madde de en az kâğıt kadar önemli. Ayrıca yalnızca elektronik kâğıtta değil, bildiğimiz kâğıt, plastik ya da herhangi bir şey üzerine de kolayca yazılıp, silinebilecek bir mürekkep geliştirme düşüncesi araştırmacılara çekici geliyor.

Gerçek kâğıdın basılabilmesi, Gyricon Media'nın sayısal kâğıt piyasasındaki serüveninin çıkış noktası olmuştu. Sheridon'dan bağımsız olarak, 1995'te Stanford Üniversitesi'nden Joseph Jacobson, üstesinden gelmek için uğraşacağı bir iş arıyordu kendisine. Kral Lear gibi birkaç yüz sayfalık



Elektronik kâğıdın ilk kullanımlar yerlerinden biri süpermarket tabelaları.

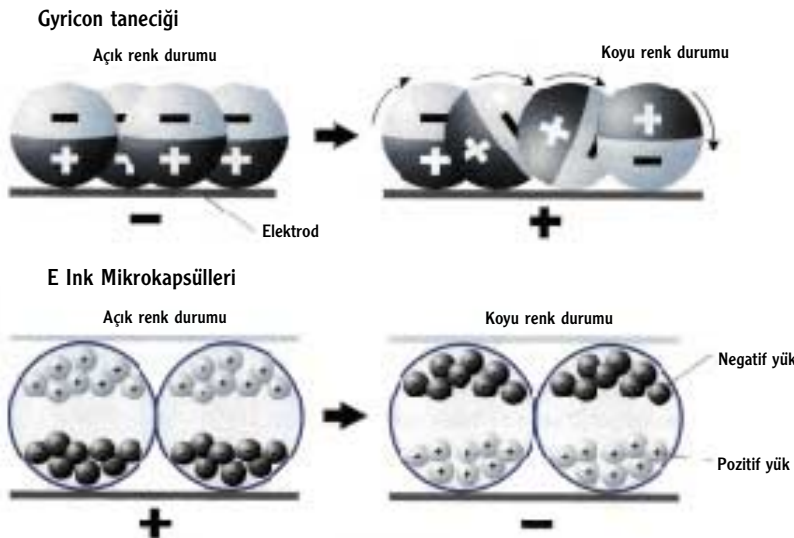
bir kitabın, silikon bir hafızaya depolanıp, elektronik olarak yeniden dizilmesini ve görselleştirilmesini araştırmaya koyuldu. Jacobson bu hayali teknoloji için elektroforezle ilgilenmeye başladı. Elektroforezde, bir sıvı içinde asılı duran yüklü parçacıkların hareketleri elektrik alan tarafından belirlenir. Jacobson, pigment taşıyan parçacıklar yerine, mavi boya içeren saydam polimer kapsüller ve beyaz tanecikler kullandı. Pozitif yüklü beyaz titanyum dioksit parçacıkları mikrokapsülün görülebilen tarafında kaldığında beyaz bir sayfa oluşturuyor. Kapsüldeki negatif yükse, zıt bir elektrik itmesiyle beyaz pigmenti geri gönderene kadar bu parçacıkları diğer tarafa çekiyor ve yerlerinde renkli bir görüntü yaratıyor. Böylece beyaz zemin üzerinde koyu renk harfler ya da görüntüler elde ediliyor. Bu işlem tersine çevrildiğin-

deyse bu defa koyu renk zemin üzerinde beyaz harfler elde ediliyor. Suda asılı duran mikrokapsüller, kâğıda ya da elektrod-tanecik malzemelere tıpkı bir mürekkep gibi basılabilir. Jacobson'un buna verdiği ad "elektroforetik mürekkep" ya da namı diğer "e-mürekkep".

1997'de Jacobson ve arkadaşlarından oluşan bir ekip, Cambridge'de E Ink Corporation adında bir şirket kurdular. 1999'da geliştirdikleri bu teknolojiyi kullanarak E Ink, ilk mağaza tabelalarını üretti. Geleneksel sert ve sabit tabelalar, 180-120 cm boyutunda, mavi zemine beyaz italik karakterli, Immedia adı altında piyasaya sunulan geniş ekranlara bıraktılar yerlerini. Bu tabelalar, ABD'deki J.C. Penny mağazaları ve Arizona Cumhuriyet Gazetesi'nde ilk sınavlarını verdiler.

Pazar araştırmaları perakende satışların arttığını, ancak müşterilerin daha zengin yazı karakteri, renk ve grafik seçeneği beklediğini ortaya koydu. Bu nedenle, E Ink üretim yerine, yeni nesil ürünler geliştirerek portföyünü zenginleştirmeye ağırlık verme kararı aldı. Firmanın atmak istediği bir sonraki adımsa, taşınabilir cihazlar için yüksek çözünürlük sağlayabilmek. Örnek olarak, elbilgisayarlarında kullanılan standart siyah-beyaz LCD ekranlara oranla çok daha dar açılardan görünebilirliğe sahip, 80 dpi çözünürlükte ve yüksek kontrastlı, sert Palm Pilot türü ekranları gösteriyorlar.

Philips firmasıysa, geçtiğimiz Şubat ayında 7,5 milyon dolarlık yatırım yaptığı E Ink teknolojisi kullanılarak



Gyricon Media'nın akıllı kâğıdında iki renkli katı tanecikler kullanılıyor (solda ve yukarıda). Taneciklerin bir yarısı siyah, diğer yarısı beyaz. Zıt elektrik yüküne sahip yarıküreler birbirlerini iterek kâğıdın rengini oluşturuyorlar. E INK'in e-mürekkebinde yüksek pigment çözümleri barındıran mikrokapsüller kullanılıyor (solda ve aşağıda). MIT Media Laboratuvarları'nda çalışan e-mürekkep yüksek kontrast, esneklik ve düşük enerji gibi özellikleriyle geniş uygulama alanı buluyor.



üretilen PDA (Personal Digital Assistance) gösterge birimleri ve elektronik kitaplarla ilgili yasal hakları saklı tutma niyetinde. LCD ekranların sahip olduğu enerjinin yüzde biri kadar enerji gerektiren bu elektronik kâğıt çeşidiyle Philips, iki yıl içinde piyasaya süreceği elbilgisayarları, PDA'ler ve diğer taşınabilir aygıtlarda batarya ömrü konusunda şimdiden avantajlı duruma geçti bile.

Bütün bu gelişmeler arasında Lucent Technologies, Kasım 2000'de 5x5 inç boyutlarında, bir mousepad kalınlığında, 256 pixel'lik ilk esnek, elektronik mürekkep gösterge birimini tanıttı. İnce plastik bir levha üzerine basılan, plastik malzemelerden üretilen aktif matris devresi, E Ink'in mikrokapsüllerinin de işin içinde olduğu gösteriyordu.

Nisan ayındaysa E Ink ile bir başka ortağı, IBM Research, geliştirdikleri yüksek çözünürlüklü aktif matris elektronik mürekkep gösterge birimini kamuoyuna duyurdu. Bu yeni doğan aygıt, 12,1 inç'lik diagonal ekranlarla (83 dpi çözünürlükte) ya da tipik bir dizüstü bilgisayar ekranıyla benzerlik gösteriyor. IBM'in taleplerini karşılayabilmek için E Ink'teki araştırmacılar, orijinal tasarımdan 10 kat daha hızlı renk değiştiren mikrokapsüller ge-



liştirdiler. Daha iyi kontrast sağlamak içinse kapsüllü boya rengi, maviden koyu siyaha çevrildi.

Mayıs ayına geldiğimizde, E Ink'in Japon Toppan Printing Company ile birlikte geliştirdiği renkli elektronik mürekkep gösterge birimleri çıktı karşımıza. Bugünlerde standart LCD ekranlarda da geniş kullanım alanı bulan Toppan Firması'nın renkli filtre birimlerinin kullanıldığı bu ekran sekiz renkli. E Ink bu teknolojiyi kullanarak elbilgisayarları ya da oyun ekranlarındaki gibi 4096 renk gösterebilen bir gösterge birimi üretmeyi

hedefliyor. Bu son prototipeyse E Ink "radyo kâğıt" adını verdi. Bunun, kablolu network verileri aracılığıyla yeniden düzenlenebilecek, yüksek çözünürlükte, renkli, esnek sayısal kâğıt üretmenin kapısını araladığını düşünüyorlar. Radyo dalgaları aracılığıyla elinizdeki gazete ya da kitap kolayca güncellenebilecek. E Ink, radyo kâğıdı 2005'te ticari anlamda yaşama geçirmeyi planlıyor.

E Ink'in üzerinde çalıştığı bir başka ürünse, ışık yayıcı organik diotlar. Lucent ya da E Ink'in esnek gösterge birimlerinde kullandıkları plastikler gibi, karbon bazlı bileşikler, esnek ve enerji verimli ışık yayıcı yarı iletkenler üretmede kullanılabilir. Bu yöntemin, Eastman Kodak, IBM ya da diğer zengin firmaların geliştirdiği elektronik kâğıt teknolojisine alternatif olabileceği düşünülüyor.

Bütün bu gelişmeler, geleneksel medya, reklamcılık ve yayıncılık sektörlerine daha da dinamik bir yapı kazandıracak. Belki bazı işkollarının kapanmasına, çalışanların işsiz kalmasına neden olacak, ama öte yandan yeni işkollarının kurulmasına ve yeni iş olanaklarının yaratılmasına fırsat tanıyacağı da kesin. Kesin olan bir şey daha var, o da çok yakın bir zamanda artık gazeteleri çöpe atmayacağımız ve biriken kâğıt yığınlarını düşünmek zorunda kalmayacağımız.

Elif Yılmaz

## Son Kitap

Jacobson'ın neredeyse e-mürekkep projesine atıldığı ilk günden beri kafasında olan bir başka şey de "son kitap" projesi. Kitap, kendi kendini yazdırabilen, birbirine bağlı çok sayıda sayfa ile her sayfayı izleyebilen ayrı bir işlemci ve çok geniş bellek çiplerinden oluşuyor. Bu kitabın bilgisayar ekranlarından ayrılan en büyük özelliği çok sayıda ve kendiliğinden yüksek çözünürlüklü gösterge biriminden oluşması. Kitabı kurcalarken, sayfayı çevirdiğinizde bir önceki sayfa kaybolmuyor. Kitabın sağ ya da sol kenarında okuyucuya yol gösterecek minik işaretler bulunuyor. Bu sayede okuyucu, kitapta ileri geri gitmek için ya da belirli bir paragrafı, resmi ya da grafiği bulmak için ne yapması gerektiğini bilebilecek. Yalnızca bir kitap boyundaki bir alanda başparmak yardımıyla aranan bir paragrafın ya da görüntünün bulunması hiç de zor olmasa gerek.

Kimilerine göre, geleneksel kitapların en büyük dezavantajı, değiştirilemiyor olmaları. IBM'in elektronik kitap projesindeyse ilk amaçlanan şeylerden biri, kitabın güncellenebilir olması. Ayrıca



tek bir kitap görüntüsü altında okuyucuya birçok seçenek de sunulabiliyor. Örneğin, önce bir roman, ardından bir şiir kitabı okuyabilir sonra da bir karikatür kitabına göz gezdirebilirsiniz. Bunun için yapmanız gereken tek şey, elinizdeki aygıtta yüklü kitaplar içinden seçim yapmak.

Araştırmacıların gündemindeki bir başka şey de bu kitabın daha basit ve ucuz bir şeklini üretmek. Bu prototipte bellek, batarya ya da veriyok. Herhangi bir kütüphanedeki bir kitabı elinizdeki kitaba aktarabilmek için bir bilgisayarın yardımı yeterli. Böylece tek kitapla birçok kitaba birden sahip olabileceğiz.

1999'da IBM kauçuk kaplı, esnek, portfolyo türünde iki taraflı sekiz sayfadan oluşan ve sayısal kâğıttan üretilen e-gazete prototipinin tasarımıyla ilgili ipuçlarını kamuoyuna duyurmuştu. Yayıncılar ve okuyucularla yapılan görüşmeler sonucunda, onların talepleri dikkate alınarak hazırlanan prototip, tek bir parmak hareketiyle yazılar arasında ileri geri gidebilme, arşivdeki yazılara ulaşabilme ve anında güncelleme gibi daha birçok yeteneği barındıracak biçimde tasarlandı.

Kaynaklar  
Dittae, S., "The Electronic Paper Chase", Scientific American, Kasım 2001  
www.research.ibm.com/journal/sj/jacobson.html  
www.parc.xerox.com/dhl/projects/gyricon/  
www.gyriconmedia.com/smartpaper/index.asp  
www.eink.com/technology/index.htm