

# DOKUNMATİK EKRANLAR NASIL ÇALIŞIYORLAR?

Dokunmatik ekranlar hayatın hemen her alanında artık daha sık karşımıza çıkar oldular. Kimi zaman bankamatiklerde işlem yaparken, düğmelere basmak yerine ekranın belli yerlerine dokunurken buluyoruz kendimizi. Kimi zamansa süpermarketlerde kiosk adı verilen bilgi cihazlarında kampanyalardan ve ürün fiyatlarından haberdar olmak için kullanıyoruz. Kimi zaman da uçağa binmeden önce check-in işlemi kolayca gerçekleştirmek için yararlanıyoruz bu ekranlardan. İnsanın en temel algılama şekillerinden biri olan dokunma duygusu sayesinde, karmaşık özellikleri bünyesinde barındıran teknolojiler bir anda herkes için çekici ve kolay kullanılabilir hale geliyorlar.

Peki bu cihazların, ekranın neresine dokunulduğunu nasıl anlayabildiklerini hiç merak ettiniz mi?

## Kullanılan Teknolojiler

Dokunmatik ekranlar, sizin tam olarak nereye dokunduğunuzu algılayabilmek için temelde dört farklı teknolojiden faydalanıyorlar: Rezistif (dirençli), kapasitif, yüzey dalgası (surface acoustic wave) ve kızılötesi (infrared). Rezistif ve kapasitif teknolojilerin birbirine yakın olduğu düşünülürse, dokunmayı algılamak için birbirinden ilke olarak ayrılan üç farklı teknoloji bulunuyor: Elektriksel algılama, ultrasonik sesle algılama ve kızılötesi ışıkla algılama.

## Rezistif Teknoloji

Rezistif (dirençli) ve kapasitif teknolojiler, dokunmayı algılamak için bir tür devre anahtarlama sistemiyle



çalışıyorlar. İçi açılmış bir uzaktan kumanda veya hesap makinesi gördüyse, tuşların temasını sağlamak üzere basınç noktalarında birbirine çok yakın iki yüzey yerleştirildiğini ve bunların üzerine baskı uygulandığında temas ederek devreyi tamamladıklarını görmüşsünüzdür. İşte rezistif ve kapasitif dokunmatik ekran teknolojilerinin de, dokunulan yeri algılamak için kullandıkları prensip aynı. Ancak kapasitif teknoloji artık biraz eskimiş ve pratikte pek bir kullanım alanı kalmamış durumda.

Rezistif teknolojiye önemli olan, öncelikle tüm ekranı, basınçla çalışan bir anahtarlama sistemi haline dönüştürebilmek. Bunun için de özel bir yapıya sahip kaplama, ekran üzerine sıkı bir şekilde yerleştiriliyor. Bu kaplama iki kısımdan oluşuyor: Üstte dış etkilere dayanıklı polyester panel, alttaysa direnç özelliği gösteren panel. Üstteki panelin de ön ve arka yüzeyle-

ri farklı özelliklere sahip. Ön yüzey dış etkilere dayanıklı bir yapı sunarken, arka yüzey yarı iletken bir yapıya sahip. Dokunma işleminin algılanması için, öncelikle üst kaplamadaki iletken yüzey ve alttaki dirençli kaplamanın bir şekilde birbiriyle temas etmesi gerekiyor. Ancak, bunun bir dokunma etkisiyle olması gerektiğinden, her iki kaplama arasına yerleştirilen yüzlerce şeffaf ayıraçla, paneller arasında bir hava boşluğu oluşturularak iki kaplamanın durup dururken birbiriyle temas etmesi engelleniyor.

Ekranı kocaman bir anahtar haline getirdikten sonra, sıra dokunulan pozisyonun nasıl algılanacağını ayarlamaya geliyor. Altındaki dirençli kaplama, dört adet tel tarafından sürekli olarak sırayla düşey ve yatay eksenlerde hareket eden +5 volt gerilimle besleniyor. Kaplamanın direnç özelliği sayesinde de bu voltaj, bir taraftan öteki tarafa doğru azalan bir değerle ilerli-

yor. Yani dirençli kaplamaya voltajı verdiğinizde bir tarafta +5 volt ile yola çıkan voltaj, diğer tarafa doğru yol alırken giderek azalıyor ve diğer uçta top-raklamayla sonlanıyor. Ancak X ve Y eksenlerinde dönüşümlü olarak verilen bu elektrik akımının voltajındaki azalma, dirençli kaplamanın özelliği sayesinde ekran üzerinde çok düzenli bir dağılım oluşturuyor. Öyle ki, örneğin X eksenini üzerinden akım verilirken +2.5 volt ölçüm yaptığımız bir noktanın, ekranın X eksenini üzerinde tam olarak nereye denk geldiği konusunda tutarlı bir tahmin yapabiliyorsunuz.

Gelelim iletken kaplamaya: Herhangi bir dokunma olmadığında iletken kaplama üzerindeki voltaj değeri doğal olarak sıfır, ve bu değer bir kontrolcü tarafından sürekli olarak takip ediliyor. Ancak, ekranın herhangi bir yerine dokunarak iletken ve dirençli kaplamalar arasındaki teması sağladığınızda, bir anda iletken yüzey üzerindeki voltaj değişiyor kontrolcü bunun farkına varıyor. Daha sonra kontrolcü, koordinatları belirlemek için sırayla şu işlemleri gerçekleştiriyor:

1- Öncelikle X eksenini üzerinde hareket eden bir elektrik akımı oluşturarak iletken yüzeye bağlı kontrolcüde beliren voltaj değeri okunuyor ve kontrol kartındaki işlemci tarafından X konumu belirleniyor.

2- İkinci olarak aynı işlem bu kez Y eksenini üzerinde hareket eden bir elektrik akımı üzerinde gerçekleştiriliyor ve Y konumu belirleniyor.

Özetle, elde edilen X ve Y konumlarına dair elde edilen voltaj ölçümleri kontrolcü tarafından ölçülüp yorumlandığında, iletken kaplamanın dirençli kaplamaya hangi noktada değdiği anlaşılıyor ve bu bilgi, sayısal hale çevrilerek ilgili yazılıma gönderilip, ilgili işlemin yapılması sağlanıyor.

Bu teknolojinin kullandığı kaplama, görüntü kalitesini bir miktar etkilemekle birlikte, yine kaplamanın özelliklerinden ileri gelen ciddi avantajlar taşıyor. Örneğin, kaplama olarak kullanılan polyester malzeme, dış ortam koşullarına ve ağır kirlilik şartlarına camdan daha fazla dayanıklılık gösterebiliyor. Ayrıca, üzerine yapışan toz, kir gibi etkenler dokunma etkisi yaratmadığından, eldiven, kalem gibi ekrana baskı uygulayabileceğiniz her türlü dokunma etkisiyle çalışabiliyor. Bu



Bazı durumlarda gerekli malzemelerin dışarıdan montajıyla dokunmatik olmayan ekranlar da bu yeteneğe kavuşabiliyorlar.

özelliği nedeniyle, açık alan uygulamalarında ve ağır kirlilik koşullarında çalışılması gereken durumlarda, örneğin, endüstride, hastanelerde, sürekli yanınızda dere tepe gezdireceğiniz el bilgisayarlarının ekranlarında ve kamuya açık alanlarda kullanılan cihazlarda bu teknolojiye faydalanılıyor.

## Yüzey Dalgası Teknolojisi

Yüzey dalgası teknolojisi, dokunmayı algılamak için görece daha ilginç bir ilkedden yararlanıyor. Ekran yüzeyini ultrasonik ses dalgalarından oluşan bir ızgarayla kaplamak ve olası bir dokunmanın ızgarada oluşturacağı kesintinin yerini saptayarak konum belirlemek.

Bu ilginç yöntem, yine taşıdığı fikirle paralel olarak ilginç bir şekilde işliyor. Öncelikle ekran üzerine yüzey dalgası sistemini oluşturmak için, özel bir cam plaka yerleştiriliyor. Aslında, dokunmatik ekran üreticilerinden ELO'nun, bu sistemi ekran tüpü içine de ekranın üzerinde herhangi bir kap-

lamaya gereksinim bırakmayan iTouch adlı bir teknolojisi de var. Ama kaplama modeli olayın daha iyi anlaşılmasını sağlıyor.

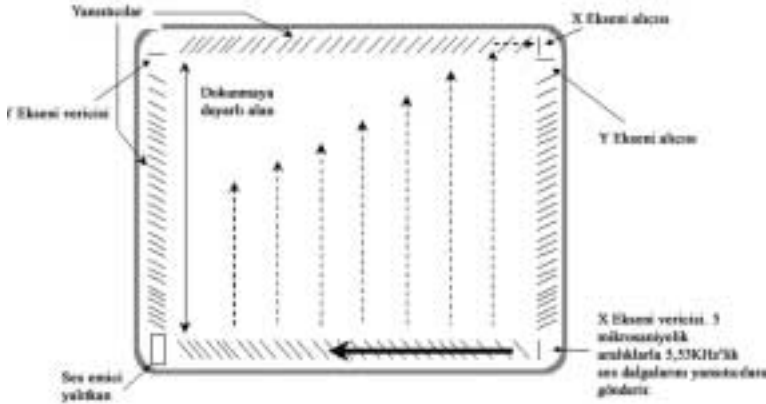
Bu cam plakanın her iki tarafında, X ve Y eksenleri üzerinde iki adet, yaklaşık 5,53 kHz'lik ultrasonik ses dalgaları oluşturan verici yerleştiriliyor (bu frekans tıpta ultrason muayenesi için kullanılan frekansa oldukça yakın). Cam kaplamanın dört bir yanına, gelen ultrasonik ses dalgasını doğrudan ekran üzerine yönlendirecek şekilde 45 derece açıyla yerleştirilmiş gümüş kabartma yansıtıcılar bulunuyor. Bu kabartma yansıtıcılar, aynı zamanda üzerlerine gelen ses dalgasının yaklaşık %99'unu geçirirken, geri kalan %1'lik bir kısmı ekranın üzerine yansıtma özelliğine sahipler.

Vericiden çıkan ses dalgası, yansıtıcıya çarpıp ekranın üzerinde bir uçtan diğer uca geçerek karşı tarafa ulaştığında, bu kez ters açıyla yerleştirilmiş diğer bir yansıtıcı grubuyla karşılaşılıyor ve ekranın bir diğer ucundaki alıcıya yönlendiriliyor. Bu verici ve alıcı sisteminden hem X eksenini için, hem de Y eksenini için birer tane bulunuyor. Böylece ekran üzerinde ultrasonik seslerden bir ızgara oluşuyor.

Gelelim algılamanın nasıl yapıldığına... Vericiden yansıtıcılara gönderilen tek bir ultrasonik ses dalgası, tek tek tüm yansıtıcılardan geçerek alıcıya ulaşıyor. Ancak her yansıtıcı, ultrasonik ses kaynağına olan uzaklığına bağlı olarak değişen sürelerde bu cevabı alıcıya ulaştırıyor. Örneğin, ekran



Rezistif dokunmatik ekranlardaki katmanlar.



Yüzeysel dalgaların X ekseninde nasıl dolaştığını gösteren şema. Aynı şekilde eş zamanlı olarak Y ekseninde de geçerlidir.



Yüzeysel dalgası teknolojisinde kullanılan cam kaplama. Gümüş yansıtıcıların yerleşimini ve nasıl giderek sıklıklaştıklarını görebilirsiniz.

üzerinde toplam 10 adet yansıtıcı olduğunu düşünürseniz; vericiye en yakın yansıtıcıdan ekrana yönlendirilen ultrasonik ses dalgasının alıcıya ulaşması diğerlerine oranla en kısa zamanı alıyor ve en uzaktaki yansıtıcıdan gelen ses dalgası vericiye en uzun sürede ulaşıyor. Dolayısıyla alıcı, tek bir ultrasonik ses dalgasına karşılık birbirinden farklı zamanlarda kendisine ulaşan 10 farklı cevapla karşılaşır. Yani, ses dalgasının vericiden çıktığı yerdeki ilk yansıtıcıdan ekrana dolaşarak alıcıya ulaşması, örneğin, 10 saniye sürerse, 2. yansıtıcıdan gelen ses dalgası için 2 saniye ve 3. yansıtıcıdan gelen için 3 saniye sürüyor.

Alıcıya bağlı olan kontrol kartında, kullanılan cam kaplamanın boyutu gibi özelliklere bağlı olarak kaç yansıtıcı olduğu ve her yansıtıcıdan ekrana yönlendiren ses dalgasının alıcıya ne kadar sürece ulaşacağı tanımlı durumda. Dolayısıyla, ultrasonik ses dalgası vericiden bir kez gönderildikten sonra, alıcı bunun yansımalarını kontrol etmeye başlıyor. A süresinde ulaşması gereken birinci yansıma yerine ulaştı mı? Ulaştı... B süresinde ulaşması gereken ikinci yansıma ulaştı mı? Ulaştı... C süresinde gelmesi gereken 3. yansıma yerine ulaştı mı? Ulaşmadı... Bu durumda alıcı, 3. yansıtıcının ekrana gönderdiği ses dalgasının bir engelle karşılaştığını düşünüp, bu noktada bir dokunma gerçekleştiğini anlıyor. Aynı işlem Y eksenine de uygulanarak hangi yansıtıcıdan cevap gelmediği belirlendiğinde, dokunmanın koordinatı belirlenmiş oluyor ve bu bilgi kontrol yongalarında işlenerek yazılıma gönderiliyor. Bu süreç, yani vericinin ses dalgaları göndermesi ve alıcı tarafından yansıtıcılardan

gelen bütün cevapların kontrol edilmesi işlemi her saniye 25-50 kez tekrarlanıyor.

Bu teknoloji, dirençli teknolojiye oranla daha modern bir tekniğe sahip. Ekranın üzerinde polyester bir kaplama olmadığından dolayı, bu teknolojiye sahip dokunmatik ekranlar kullanıcılarına daha canlı bir görüntü sunabiliyorlar. Yine önceden belirttiğimiz gibi, bu teknolojinin herhangi bir kaplamaya ihtiyaç olmadan doğrudan ekran tüpü içine yerleştirilme şansı da var. Bu nedenle, sunumun ön plana çıktığı durumlarda, örneğin pazarlama, bilgi sağlama, oyun, elektronik katalog gibi uygulamalarda bu teknoloji tercih ediliyor. Ancak, ses dalgalarının uzun mesafede giderek etki yitirmesi yüzünden, belli bir boyutun üzerindeki ekranlar için verim düşüyor.

## Kızılötesi Teknolojisi

Bu teknoloji, ötekilere oranla en basit olanı. Kızılötesi teknolojisini kullanan dokunmatik ekranlarda X ve Y eksenlerine belli sayılarda kızılötesi diyet, bunların tam karşılıklarına da birer kızılötesi algılayıcı yerleştiriliyor. Sonrası, tahmin ettiğiniz gibi: Elinizi bu ekranın bir yerine dokundurduğunuzda kızılötesi diyet ve algılayıcı arasındaki bağlantı engelleniyor ve X-Y eksenlerindeki algılayıcılardan hangilerinin bağlantısının kesildiği bulunarak kesişme noktalarındaki koordinat hesaplanıyor. Bu teknolojiye sahip cihazlar, geniş mesafede dokunma algılama yeteneğine sahipler ve direkt güneş ışığından veya sudan etkilenmiyorlar. Bu nedenle özellikle dev plazma ekranların dokunmatik hale getirilmesinde tercih ediliyorlar. Kızılötesi

teknolojisi, kolay monte edilen bir çerçeve sayesinde hemen her ortama kolayca adapte edilebilme özelliğine sahip. Hatta, bu işe özgü yazılımı geliştirmek şartıyla bu tarz bir çerçeveyi vitrine yerleştirerek dokunmatik bir vitrin bile oluşturmak mümkün. Örneğin, vitrindeki bir ürün hakkında bilgi almak isteyen müşteri, vitrinde o ürünün karşısına dokunarak yine vitrine yerleştirilmiş özel bir yazılıma sahip bilgisayar ekranından fiyat ve garanti bilgilerine bile ulaşabilir.

Son olarak, anlatılan bu dokunma algılayıcı teknolojilerin, aslında basit fizik temellerine dayanan mekanizmalardan ibaret olduğunu bilmek lazım. Ancak, bunların arkasında, bunlar kadar önemli iki unsur daha var: Birincisi, aldığı fiziksel verileri yorumlayarak sayısal koordinat bilgilerine dönüştüren ve bunun yanında ortalama hesabı ve tolerans kontrolü gibi tüm işlem yükünü üzerinde barındıran kontrolcü. İkincisi de, teknolojinin işletim sistemiyle bütünleşmesini kurarak yazılımlarla uyumlu hale gelmesini sağlayan sürücü.

Dokunmatik ekranların çalışma ilkeleri, çeşitleri ve uygulama alanları hakkında İnternet üzerinden daha ayrıntılı bilgi edinmek isterseniz, sözü geçen teknolojilerin bir çoğunun patentini elinde bulunduran ELO firmasının <http://www.elotouch.com> adresini ziyaret edebilirsiniz. Ayrıca bahsi geçen bilgiler <http://www.sky.com.tr> adresinde Türkçe olarak da bulunuyor.

Levent Daşkıran

Bu yazının hazırlanması sırasında bizden bilgi ve malzeme olarak yardımlarını esirgemeyen SKY Bilişim Genel Müdür Yardımcısı Mansur Karakoç'a teşekkürler.