

GÖRÜNTÜLER RENK RENK, ÇEŞİT ÇEŞİT HOLOGRAMLAR



Kredi kartlarının, kâğıt paraların ya da kitap kapaklarının üzerindeki renkli ve üç boyutlu resimler hepimizin dikkatini çekmiştir. Önce parmağımızla üzerinden geçer, sonra da sağa sola eğerek görüntüdeki değişmeye bakarız. Ne var ki, bizi eğlendiren bu güzel görüntülerin elde edilmesi pek de kolay olmuyor; her şeyi, fotoğrafçılık konusunda geliştirilen ciddi optik ve fizik kuramlarına borçluyuz.

Bir arkadaşımızdan gelen mektubun zarfı ya da aldığımız bir hediyein paketi, bazen bize en az mektup kadar güzel gelebilir. Bunun nedeni, zarfın ya da paketin üzerindeki hologramlardır. Bu güzel görüntüler, bizi eğlendirirken birçoğumuzu da "Acaba nasıl yapmışlar bunları?" diye düşündürür.

Hologram gerçekte, eşevreli lazer ışınlarının kullanılmasıyla elde edilen resme verilen ad. Hologram elde etmek için uygulanan yöntemeyse holografi deniyor. Yalnızca estetik yönleriyle değil, endüstrideki birtakım kullanımlarıyla da yaşamımıza giren hologramlar, normal ışık altında yalnızca karmaşık çizgilerden ve halkalardan oluşan bir desen biçiminde görünür. Bununla birlikte hologram, lazer demeti gibi eşevreli bir ışıkla aydınlatıldığında üç boyutlu görüntü verir.

Holografi normal fotoğraf tekniğinden kimi farklılıklarla ayrılıyor. Her ışık dalgasının üç özelliği var: Dalga yüksekliğiyle tanımlanan şiddeti, dalga-

boyu uzunluğuyla tanımlanan rengi ve doğrultusu. Gümüşlü levha üzerine çekilmiş (daguerreotype) ve siyah beyaz fotoğraflarda, ışıktaki şiddet değişiklikleri kaydedilirken, renkli fotoğrafta dalga boyu değişiklikleri de kaydedilir. Hologramdaysa, ışığın şiddetiyle birlikte, ışık dalgalarının doğrultusu da kaydedilerek bir cismi üç boyutlu görmemiz sağlanır. Bu, tek renkli hologram elde etmek için geçerli olsa da, renkli hologramlar için ışığın her üç özelliği de kaydedilir.

Üç boyutlu bir görüntü elde edebilmek için, kaynaktan yayılan ışığın fotoğrafını çekmek gerekiyor. Işkın hareket eden ve bu sırada çeşitli tepe ve çukur noktaları oluşturan dalgaları bir an için dondurulup fotoğraflanabilirse, ışığı yansıtan cismin 3 boyutlu özelliklerini taşıyan dalga örneği yeniden oluşturulabilir. Bu noktadan hareket edilerek, cisimden yansıyan lazer dalgalarının genlikleri ve fazları kaydedilip hologram elde edilebiliyor.

Çorbada Tuzu Olan Çok

Modern holografi, 1947 yılında elektron mikroskopunu geliştirmeye çalışan, Dennis Gabor adlı Macar asıllı İngiliz bilimadamınca keşfedildi. İlginç olan şey, Gabor'un bu buluşu gerçekleştirirken modern holografinin anahtarı sayılan modern lazer ışığı kaynağına sahip olmamasıydı. Modern lazer, Gabor'un bu keşfinden 20 yıl kadar sonra, 1960'ta bulundu ve bundan sonra holografiyle ilgili çalışmalar hız kazandı. Gabor'un keşfinin değeri ancak, 1971'de anlaşılabilirdi ve Gabor, bu tarihte Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü.

1962 yılına gelindiğinde, Michigan Üniversitesi'nden iki araştırmacı, holografinin üç boyutlu görselleştirmede kullanılabileceği kuramını geliştirdiler. Emmett Leith ve Juris Upatnieks adlı bu araştırmacılar, Gabor'un çalışmasını inceleyip, yeni bulunmuş olan lazer ışığı

ğ kaynağını bu alanda kullanmayı düşündüler. Elde ettikleri sonuç, üç boyutlu cisimlerin ilk lazer geçirimli hologramı oldu. Bu hologramlar sayesinde, çok net ve gerçekçi derinliğe sahip görüntüler elde edilebilirdi.

Leith ve Upatnieks'in çalışması, hemen hemen tüm modern holografi gereçlerini barındırıyordu. Bütün dünyada hologram üretmek için kullanılan, lazerler, aynalar, ayırıcılar ve lensler, o tarihte de işbaşındaydı. Bu arada Leith ve Upatnieks, laboratuvarında her şeyin sabit kalmasının da önemini anlamışlardı. Bir saniyeden çok daha kısa süre pozlanabilen modern fotoğraf filminden farklı olarak, birçok hologram görüntünün bir fotoğraf düzleminde pozlanması dakikalar sürebilir. Pozlama sırasında olabilecek en ufak bir kıvrılma bile, pozlamayı bozabilir ve her şeye baştan başlamak gerekir.

Birçok bilimsel yöntem gibi, holografi de farklı bilimadamlarının ellerinde büyüdü, gelişti. Rus bilimadamı Uri Denisjuk, 1908'de Nobel Ödülü alan Gabriel Lipmann'ın çalışmalarından yararlanarak, 1962'de akkor ışıktaki görülebilen hologramlar geliştirmeyi başardı. Denisjuk'un yönteminde, kırmızı, yeşil ve mavi lazer ışınları bir araya getiriliyor ve saydam bir holografik film üzerinden geçirilerek cismin üzerine düşürü-

lüyordu. Cisimden yansıyan ışık, tekrar film üzerine gelerek orijinal ışıktla karışıyor ve bunlar girişimde bulunarak aşağı yukarı filmin yüzeyine paralel dizilmiş bir ışıklı ve karanlık çizgiler demeti oluşturuyordu. Holografik filmdeki milyonlarca nokta, bu bantları (girişim çizgilerini), biraz farklı açılarda



eğilmiş yarısaydam ayna dizileri gibi algılıyordu. Banyo edilip üzerine, orijinal lazer demetiyle aynı yönden doğal ışık vurdurulduğunda film, tüm "aynacıklarda" bu ışığı başta cisim üzerinden geri döndüğü açılardan yansıtıyordu. Bu nedenle filme bakıldığında görülen

şey, filmin arkasında dalgalanan cisimdi ve üç boyutlu olarak algılanıyordu. Yöntem buydu ancak, son zamanlarda geliştirilen özel bir holografik filme kadar kimse bunu düzgün bir biçimde uygulayamıyordu.

Lazer teknolojisindeki gelişmeler de, holografi alanında önemli gelişmelerin kaydedilmesinde etkili oldu. Örneğin, sürekli dalga lazeri ve atmalı lazer holografi de önemli yerlere sahip. Sürekli dalga lazeri, parlak ve tek renkli bir ışık demeti salarken, darbeleri lazer, saniyenin yüz milyonda biri gibi bir sürede çakarak çok güçlü bir ışık yayar. Leith ve Upatnieks'in kullandıkları lazer, sürekli dalga lazeriydi. Bu lazerin ışık şiddeti daha az olduğundan, pozlama süresi daha fazladır. Bu nedenle, hareketli cisimlerin hologramı, hareket çok yavaş olsa bile sürekli dalga lazeriyle elde edilemez. Bir uçak şirketinde araştırmacı olarak çalışan Dr. T.H. Maimam'ın geliştirdiği atmalı yakut lazer, bu soruna çözüm olarak kullanılmaya başlandı. Bu tür lazerlerin ışıkları çok şiddetli olduğu için, hologramı çıkarılacak cismin çok kısa bir süre için pozlanması yeterli olur. Bu sayede hareketli cisimlerin hologramları elde edilebilir.

Stephen Benton'ın çalışmasıysa, bu alandaki en önemli atılımlardan biri olan optik kabartma yöntemiyle seri üretime geçilmesini sağladı. Bu sayede görüntü, plastik yüzeylerde yeniden üretilebiliyor. Maliyeti de oldukça dü-



Gentet'in renkli hologram tekniği Denisjuk'un yıllar önce geliştirdiği ama uygulayamadığı tekniğin hayata geçirilmiş hali

şük olan kabartma yöntemi sayesinde, günümüzde basında, reklamcılıkta ve bankacılıkta kabartma hologramlar çok kullanılıyor.

Hologramların bu denli tercih edilmesinde, albenili ve ilgi çekici olmalarının yanı sıra, güvenlik konusunda sağladıkları birtakım üstünlüklerin payı da gözden kaçırılmamalı. Bir hologramın aynısının üretilmesi, hemen hemen olanaksız. Bu nedenle hologramlar, birçok resmi ve ticari güvenlik sisteminin

en önemli parçalarından biri haline geldiler. Belgelerde, kimlik kartlarında, kâğıt paralarda ya da telefon kartları gibi birçok şeyde bunların uygulamalarına rastlıyoruz. Ayrıca hologramlardan, otomobil, uçak ve bilgisayar parçalarında, cd ve kaset gibi kayıt gereçlerinde de yararlanılıyor.

Gentet gibi holografiyle uğraşan birçok bilimadamı, mühendis ve araştırmacı, yakın gelecekte yeni teknikler geliştirecek ve birbirinden güzel ve

canlı hologramlar elde edeceler gibi görünüyor. Her ne kadar hologramların kullanım alanları yeterince geniş olsa da, yine de Gentet'in müzelerle ilgili projeleri oldukça yararlı ve gerekli gibi görünüyor.

Elif Yılmaz

Kaynaklar
Crocq, M., "Holographie" *Science et Vie*, Temmuz 2002
Kunzig, R., "The Hologram Revolution" *Discover*, Şubat 2002
<http://www.bajajholographics.com/alphabetical.html>
<http://www.lazer-art.com/dia4.htm>

Yeni Bir Teknik

En bilinen holografik film, "gökkuşağı" hologramlar kaydedilirken kullanılan filmler. Bu filmi daha çok, kredi kartlarının üzerindeki hologramlarda görürüz. Bunların ışık duyarlılığı yoktur ve renk konusunda da yeniden üretilebilirlik anlamında yeterince güvenilir değildirler. Bir diğer duyarkat türü de, iki renkli jelatin. Son zamanlardaysa, Fransız Yves Gentet'in geliştirdiği ve "Ultimate" adını verdiği buluşu konuşuluyor holografiyle uğraşanlar arasında.

Basit bir fotoğraf görüntü duyarkatı olan Ultimate sayesinde bir cismin, neredeyse mükemmel bir taklidi elde edilebiliyor. Aslında buraya kadar diğer tekniklerden hiçbir farkı yokmuş gibi görünse de, Ultimate'in diğerlerinden en önemli farkı, bütün bu canlı renklerdeki hologramların lazer ışınları kullanılmadan görülebilir olması.

Gentet'in bu heyecan verici çalışmasının sonuçları, atölyesinin duvarlarında asılı olan oyuncak bebekler, pastalar, kabuklu deniz hayvanları, firavun Tutankamon maskesi, renge renk kelebekler, bir palyaço... Bütün bunlar eğer gerçek olsalardı, belki de yalnızca çok renkli ve parlak oldukları söylenecekti. Ama, palyaçonun parlak gümüş renkli düğmelerinden yansıyan ışıktan, kelebeklerin alacalı bulacalı renkleri yansıtan kanatlarına kadar mükemmel bir yanılsama var ortada; bunların hiçbirisi gerçek değil. Söz konusu olan, yalnızca iki cam plaka arasında sıkıştırılmış olan jelatin bir duyarkat. Parlak spot ışıkları karartılıyor ve resim görünüyor.

Daha şimdiden Gentet'in buluşu ünlü oldu bile. 2001 sonunda, Uluslararası Hologram Üreticileri Birliği'nce "Yeni Holografik Teknik" ve "Yılın En İyi Projesi" ödülleriyle layık görüldü. Daha öğrencilik yıllarında holografiyle uğraşmaya başlayan Gentet, mezun olunca bir uçak şirketinde holografik bakaç sistemi geliştirme projesinde çalışmaya başladı. 1995'teyse, resmi olarak "holografi sanatçısı" oldu ve kendi laboratuvarını kurdu.

Çalışmalarında kullandığı tüm araç gereci kendi yapan Gentet, özel duyarkatını geliştirdi ve bunu bir filme sabitlemenin en uygun yöntemini bul-

mak için işe girişti. Ayrı parçalar ve bir araya getirilecek elemanlar nedeniyle, kendi optik-mekanik çevrim düzeneğini kurdu. Atölyede, üç büyük lazer, uğuldayıp duran soğutma pompası ve siyah perdelerle çevrelenmiş yatağa benzeyen bir çevrim masası bulunuyor. Eşvreli kırmızı, yeşil ve mavi lazer ışınları, merceğe ulaşır geri dönerken, bir araya gelerek beyaz ışığı oluşturuyorlar. Titreşimi önleyen sistem üzerindeki masada, birkaç saniye süren çevrim sırasında hiçbir şey kımıldamıyor. Atölyenin bir başka köşesiye, üretime, duyarkat yerleştirmeye ve hologram geliştirmeye için



ayaklı cam plakalara ayrılmış. Bir diğer köşeyse, kertenkele, kedi ya da insan gibi canlıların kabartma portrelerinin çekildiği minik stüdyo olarak kullanılıyor. Ne yazık ki, portreler tek renkli; pozlama süresi çok kısa ve hologramları renkli yapan lazer "flaşı"nın keşfi bekleniyor.

Başlangıçta, Uri Denisuyuk'un hologramları, cisimlerin renkli fotoğraflarını yansıtmıyordu. O günden sonra, çok büyük ilerlemeler kaydedildi. Ancak, duyarkat kalitesi yine de yetersiz kalıyordu. Duyarlılıkları zayıf olduğu için, daha uzun pozlama süresi ya da daha güçlü lazer ışınları gerektiriyorlardı. Örneğin, kelebek gibi hareketli ve narin cisimlerin görüntülenmesi olanaksızdı. Dahası, mavi ve mor gibi kısa dalga renkleri üretilemiyor. Bu nokta geliştirilmeyi beklerken, Ultimate so-

runa çözüm getirip, renk konusunda zengin olanaklar sunuyor. Bu işin sırrıysa, jelatin duyarkat içinde asılı kalan gümüş taneciklerinin büyüklüğünde. Gabriel Lippmann'ın girişimli fotoğrafları gibi, holografi de ışığa duyarlı yüzeyde, ışık girişimiyle oluşan saçaklar üzerine kurulu. Saçakların bütün ayrıntılarını kaydedebilmek için, gümüş taneciklerinin, söz konusu ışık dalgalarından daha küçük olması gerektiğini söylüyor Gentet (kırmızı için 800 nm ve mor için 400 nm). Ultimate'de klasik bir fotoğraf filmi üzerinde bu parçacıklar, yalnızca birkaç nanometre geliyor. Bu sayede, renkler ve ayrıntılarda kesinlik, duyarkatta da büyük duyarlılık sağlanabiliyor.

Ultimate'in bu özellikleri Gentet'in aklına dahiyane bir fikir getirmiş: Müzelerdeki nadide ve narin parçaların hologramlarını yapmak. "Doğa tarihi müzeleri, koleksiyonlarındaki parçaları, kullandıkları ışığa güvenerek saklıyorlar. Soy tükenmiş kuş ya da böcek türlerinin hologramlarını yaparsak, zamanla yıpranan kanatları onarmak gibi bir sorundan da kurtulmuş oluruz. Ayrıca, insanlar parçalanmış kadvralar, içleri doldurulmuş cesetler görmekten hoşlanmıyorlar. Ultimate sayesinde müzeler, hem saklama hem de sergileme görevlerini sorunsuz olarak yerine getirebilecekler" diyor Gentet. Çevrim sistemini taşınabilir hale getirerekse, hologramlarını doğal ortamlarında ya da bulundukları yerlerde yapabilecek, hatta mağaralardaki duvar resimlerinin de en ince ayrıntısına kadar görüntüleyebilecek. Bunun için hologramı yapılamak istenen şeye hiç dokunulmadan, önüne bir plaka yerleştirmek ve yalnızca birkaç saniyelik birkaç milivattık lazerle aydınlatmak yeterli diyor Gentet. Hiçbir renkli pigment kullanılmayan hologramların, Gabriel Lippmann'ın girişimli fotoğrafları gibi ömürlü oldukça uzun. Ne var ki, Gentet henüz bu projelerini yaşama geçirebilmek için gereken yasal izinleri alabilmiş değil. Yine de bir hologram üreticisi olarak polimer üretiminde dünyanın en büyük şirketi olan DuPont'la anlaşmış olması, kimi kapıların açılmasında önemli rol oynayabilir.