

GÖK KUŞAĞI HOLOGRAFİSİ

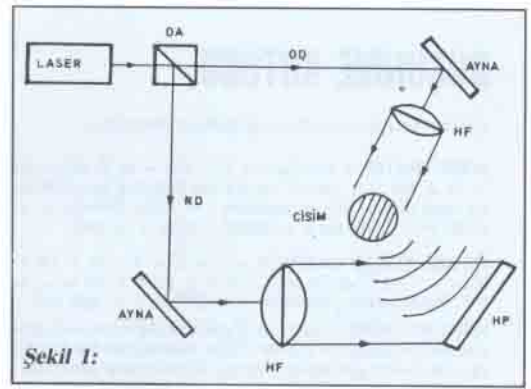
Ramazan AYDIN*

Holografinin üç boyutlu büyüleyici dünyası, günlük yaşamımıza ayrı bir renk katarken, ışık dalgaboyuna varan duyarlılığıyla da çağımızın yüksek teknolojisi içinde önemli bir yer tutmaktadır. Bugün holografinin, sanatsal şekillerin oluşturulmasından video oyunlarına, çocuk oyuncaklarından kimlik ve banknotlara, antik tablo ve heykellerin onarımından uçak tekerleklerinin test edilmesine kadar uzanan yaygın ve çok yönlü bir uygulama alanı bulunmaktadır. Birbirinden farklı teknikler ile gerçekleştirilen bu uygulamalar arasında beyaz ışık holografisi tekniğinin ayrı bir yeri ve önemi vardır. Bu teknikle üretilen hologramların tekrar görüntülenebilmesi için lazer gibi özel bir ışık kaynağına gerek yoktur. Bunun için beyaz ışık, örneğin güneş ışığı ya da beyaz ışık veren normal bir lamba yeterli olmaktadır. Biz burada, beyaz ışık holografik teknikler arasında oldukça ilgi çekici olan gök kuşağı holografisi tekniğinden söz edeceğiz. Ancak bu konuya girmeden önce, holografinin dayandığı temel fiziksel ilke ve teknikleri bu vesileyle hatırlatmakta yarar vardır.

HOLOGRAFİNİN TEMEL İLKELERİ

Üç boyutlu bir cisme çarparak yansıyan dalga, bu cismin şekilsel yapısı hakkında bütün bilgileri içermektedir. Böyle bir dalga uygun bir teknikle kaydedilir ve tekrar görüntülenirse, ortaya çıkan görüntü üç boyutlu olacaktır. Görüntülenen dalgada **genlik** ve **faz** dediğimiz iki önemli fiziksel büyüklük bulunmaktadır. Holografinin dayandığı temel fikir, genliği ve fazi ile birlikte, dalganın tümüyle kaydedilmesi ve yeniden görüntülenmesidir. Adı fotoğraf filmi ve elektronik detektörler sadece genliğin bir fonksiyonu olan ışık şiddetini algırlarlar. Bu aygıtlar ışığın fazına duyarlı değildirler ve iki boyutlu görüntü üretirler. Aynı şekilde basit bir optik cihaz kabul edildiğinde, insan gözü de sadece ışığın genliğine karşı duyarlıdır. Ancak insanın iki gözü, cisimleri biraz farklı açılardan görür ve beyin her iki gözün oluşturduğu iki boyutlu görüntüler arasındaki ince farkı da değerlendirmek suretiyle cismin üç boyutlu algılanmasını sağlar. Fotoğrafçılıkta da bazı aldatmacalar ile üç boyutlu görüntü oluşturulabilmektedir. İki fotoğraf kamerasının farklı açılardan çektiği resimlerden birini gözlerden biri, diğer kamerasının çektiği resmi de ikinci göz görecek şekilde bir düzence oluşturulabilir. Bu durum-

* ODTÜ, Fizik Bölümü, 06531 Ankara.



Şekil 1:

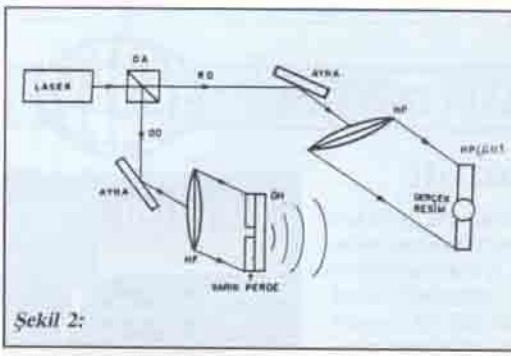
Normal hologram çekiminde kullanılan optik düzenin şematik diyagramı.

da insan beyni, gözlerin ayrı ayrı algıladıkları iki boyutlu görüntüleri birleştirerek üç boyutlu olarak yorumlamakta ve görüntünün üç boyutlu olarak ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Holografide, fotoğrafçılıktan farklı olarak, cisimden yansıyan dalga hem genlik hem de faz duyarlı olarak doğrudan doğruya kaydedilmekte ve görüntülenmektedir. Bu işlem, cisimden gelen dalganın, bununla eş fazlı olan, referans dalga ile üst üste binmesi ile ortaya çıkan girişim deseninin holografik plâkaya kaydedilmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, lazerden gelen eş fazlı ışık, demet ayırıcı (DA) yardımıyla obje ışık demeti (OD) ve referans ışık demeti (RD) olmak üzere ikiye ayrılır. Işık demetleri bir mikroskop objektifi veya hacimsel filtre (HF) dediğimiz bir optik sistemle genişletilir. Cisim yüzeyinin her noktasından yansıyan küresel dalgalar ile referans ışık demetinin düzlemsel dalgaları, yapısı ve fonksiyonları itibarıyla fotoğraf filminden farklı olan, holografik plâkası⁽¹⁾ (HP) yüzeyinde girişim yaparlar. Bu şekilde oluşan ve plâkaya kaydedilen girişim deseni, cismin şekli hakkında tüm bilgileri içermektedir. Başka bir deyişle, cismin yüzeyel yapısı hakkında ayrıntılı bilgi üç boyutta kaydedilmektedir. Özel bir yöntemle banyo, ağartma, sabitleştirme gibi kimyasal işlemlerden⁽¹⁾ geçirilen ve obje hakkında tüm bilgileri taşıyan holografik plâkaya **hologram** diyoruz. Kaydedilmiş bulunan cisim görüntülümek için, hologram kayıt esnasında kullandığımız referans lazer ışık demeti ile aydınlatılır. Böylelikle cismin üç boyutlu zahîr görüntüsü kayıt esnasında bulunduğu konumda görünür duruma getirilir.

GÖK KUŞAĞI HOLOGRAMI

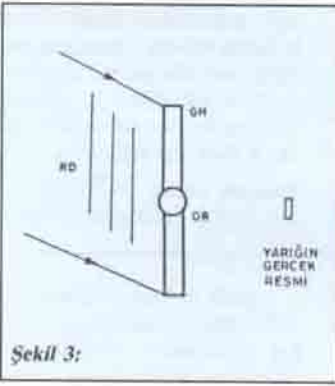
S.Benton tarafından geliştirilen özel bir teknik⁽²⁾ kaydedilen hologramlara beyaz ışık düşürüldüğünde, cismin görüntüsü gök kuşağı renginde ortaya çıkmaktadır. Böyle bir hologramın çekimi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Önce yukarıda kısaca açıklanan yöntemle cismin, örnek hologram de-



Şekil 2:

Adı holografik yöntemle üretilen örnek hologramdan (OH) gök kuşağı hologramı (GH) elde edilmesi.

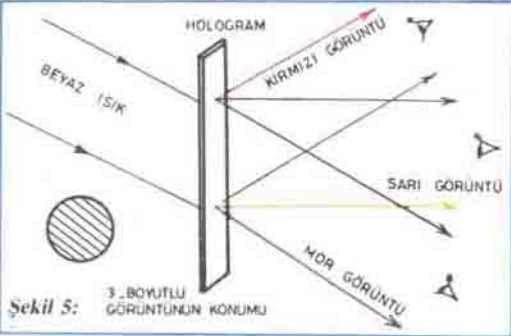
diğimiz, normal hologramı çekilir. İkinci aşamada konjuge referans ışık demeti kullanılır. Referans ışık demetinin yönü, diğer özellikleri aynı kalmak kaydıyla ters çevrilirse, elde edilen demete **konjuge referans ışık** diyoruz⁽³⁾. Hologram plâğını 180° döndürmek suretiyle konjuge referans ışık yerine orijinal referans



Şekil 3:

Objenin resmini (OR) ihtiva eden gök kuşağı hologramı (GH) 180° döndürülür ve referans ışık demeti ile aydınlatılırsa yarığın gerçek resmi gözlenir.

ışık da kullanılabilir. Örnek holograma konjuge referans ışık düşürülürse, temel optikten bildiğimiz gibi, cismin zahiri görüntüsü yerine gerçek görüntüsü oluşur. Bu işlem yapılırken hologramın yüzeyi, Şekil 2'de görüldüğü gibi, dar bir yarığın dışında tamamen kapatılır. Gerçek görüntünün ortaya çıktığı yere boş



Şekil 5:

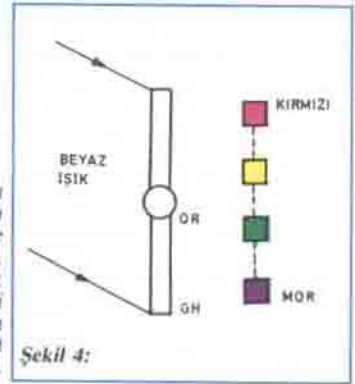
3 BOYUTLU GÖRÜNTÜNÜN KONUMU

Başın düşey doğrultuda aşağı yukarı hareket ettirilmesi suretiyle cismin üç boyutlu görüntüsü kırmızı... sarı... mor renklerde gözlenir.

bir holografik plâka konur ve çekim yapılırsa, plâka üzerine referans dalga ile yarığın ve örnek hologramın obje ışınları üst üste binerler (Şekil 2). Böylelikle cismin ve yarığın gerçek resmi kaydedilmiş olur. Plâka banyo edildikten sonra elde edilen gök kuşağı hologramı (GH), konjuge ışık demeti ya da plâka 180° döndürüldükten sonra orijinal ışık ile aydınlatılırsa, yarığın gerçek resmi ortaya çıkar (Şekil 3).

Bu şekilde üretilen holograma beyaz ışık (çok dalgaboylu ışık) düştüğünde plâkanın optik karınım ağı⁽⁴⁾ gibi davranması sonucu Şekil 4'te görüldüğü gibi, objenin resmi (OR) farklı yarıklardan farklı renklerde gözlenir. Bu yarıkların herbirinde ilgili dalga boyuna karşılık gelen renkte cismin resmi belirginleşir. Başın dik doğrultuda hareket ettirilmesi suretiyle resimde peş peşe gelen gök kuşağı renkleri (kırmızı... sarı... mor) gözlenir (Şekil 5). Diğer bir deyişle, görüntü farklı açılardan farklı renklerde görünür.

Böyle bir hologram çok ince bir metal tabaka ile kaplanır ve elektrolitik banyodan geçirilirse, cismin gö-



Şekil 4:

rüntüsünün baskısı elde edilir. Bu yöntemle arka yüzeyi ince metal tabaka ile sırlanmış plastik baskılar seri halinde imal edilebilmekte ve çok yönlü kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1- "Holographic Recording Materials", Edited by H.M. Smith, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1977.
- 2- E.N. Leith, "White Light Holograms", Scientific American Oct. 1986, S. 80.
- 3- J. Walker, The Amateur Scientist, Scientific American Sept. 1986, S. 110.
- 4- R. Aydın, T. İncesu, M.H. Güven, and F.N. Ecevit, "Production of Diffraction Gratings by Holographic Interferometry and Determination of the Rydberg Constant", DOĞA, Turkish Journal of Physics, Volume 13, 1989, S. 223.

Başarı, cesaretin çocuğudur.

Benjamin Disraeli