

## DİŞHEKİMLİĞİNDE HOLOGRAFI

Dr.Turan KORKMAZ\*

### HOLOGRAPHY IN DENTISTRY

#### SUMMARY

#### ÖZET

Holografi gibi optik ölçüm teknikleri, dişhekimliğinde in vitro ve in vivo ölçümler yapmak için yıkıcı olmayan test olanakları sunar. Bu yöntem yüklenme, ısı, nem gibi değişik koşullarda gözlem için herhangi bir engel oluşturmamakta ve değişik kalınlık ve kompleks şekle sahip gerçek objeler üzerinde yapılabilir. Hem klinik hem laboratuvar şartlarında aynı boyut ve şekilli örneklerin test edilmesini kolaylaştıran bir avantaj olabilir. Bu makalenin amacı dişhekimliğinde holografi alanında daha önce yapılan araştırmaları ve tekniğin kısa bir anlatımını sunmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Holografi, Dişhekimliğinde kuvvet analizi.

Optical measuring techniques such as holography, offer non-destructive possibilities for in vitro and in vivo measurements in dentistry. Conditions such as loading, temperature and moisture aren't obstacle, and functional tests can be carried out on realistic objects with complex shapes and various thicknesses as well as on test samples. This can be a great advantage in that it facilitates the laboratory testing of samples of real size and shape under the same conditions in both laboratory and clinical situations. The purpose of this article is to give a brief description of the technique and to provide a survey of what has previously been done in dental holography.

**Key Words:** Holography, Dental stress analysis.

#### GİRİŞ

Lazer, optik frekanslarda elektromanyetik enerji üreten, tek renkli ve oldukça parlak bir ışık kaynağıdır. Lazerin önemli bir uygulama alanı, holografi olarak bilinen optik görüntünün depolanması ve görüntünün yeniden oluşturulmasıdır. Holografinin ilk prensibi 1948 yılında Gabor tarafından bulunmuştur.1963 yılında, Leith ve Upathnieks tarafından lazer ışık kaynağı holografieye uygulandığında cisimlerin 3 boyutlu kaydı pratik olarak uygun hale gelmiştir.<sup>19,22,28</sup>

Hologram, cisimlerin 3 boyutlu görüntüsünü elde etmek için kullanılan, tutarlı bir ışık kaynağından çıkan 2 ışının karşılıklı etkisiyle oluşturduğu mikroskobik girişim saçaklarının kaydedilmesi işlemidir. Kayıt, tam olarak karartılmış bir ortamda yüksek netlik ve duyarlılıktaki fotoğrafik emülsiyonla kaplı geçirgen film, slayt veya cam tabakalara yapılır.<sup>19</sup> Hologramla elde edilen görüntü, normal fotoğraf görüntüsünden bazı farklılıklar içerir. Holografi tekniğinde görüntü 3 boyutludur, yani cismin fotoğraf derinliğide kaydedilir. Normal fotoğrafçılıkta ise görüntü iki boyutludur, yani cismin derinliği kaybolur. Bu farkı izah edebilmek için ışığın bazı özelliklerinin bilinmesi gerekir. Fotoğrafçılıkta

kullanılan ışık (güneş ışığı, elektrik lambası vb.) geniş bir frekans aralığı içerir (Frekans; belirli bir noktadan bir saniye içinde geçen tepe sayısıdır). Beyaz ışık farklı frekansların bir karışımıdır ve düzensiz oluşundan dolayı objenin derinliği kaydedilemez. Derinliği kaydetmek için ışık kaynağının tek bir frekansa ve aynı faza (tutarlı) sahip olması gerekir.<sup>22,23,28</sup>

Hologram görüntüsünün, normal fotoğraf görüntüsünden diğer bir farkı objenin geniş bir açıdan gözlenebilmesidir. Yani görüntüye bakış açısı değiştirildikçe çizimlerde yer değiştiriyor-muş gibi görülür (Paralaks etki) <sup>22,28</sup>

#### HOLOGRAFI

Holografide ışığın iki temel özelliği olan girişim ve kırınım olaylarından faydalanılır.<sup>21,28</sup>

İki ayrı kaynaktan çıkıp bir noktaya gelen dalgalar karşılaştıklarında, girişim adı verilen olay meydana gelir. Bunun anlamı, aynı noktaya ulaşan bir dalganın, o noktaya gelen diğer dalgaları engellemediği, fakat her dalganın etkisinin birleşimlerinin o noktada kendisini göstermesidir.<sup>24</sup>

\* Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Arş.Gör.

Kırınım olayı ise şöyle açıklanabilir: Monokromatik (tek renkli) ışık yayan bir kaynaktan çıkan ışın demeti, üzerinde ince yarıklar bulunan levha üzerine düştüğü zaman, levhanın arka tarafında bulunan ekran üzerine dikkatlice bakıldığında, yarığın aydınlık görüntüsünün iki yanında karanlık ve aydınlık bölgelerin oluştuğu görülür. Bunlara kırınım saçakları denir. Çok sayıda paralel yarıklardan ibaret olan kırınım ağırları ile keskin ve parlak girişim saçakları elde edilebilir.<sup>24</sup>

**Holografik kayıt için gerekli optik elemanlar**<sup>9,13,21</sup>

**a. Işık Kaynağı:** En çok kullanılan Helyum-Neon lazeridir. Ancak yüksek ışık gücü isteniyorsa veya kayıt ortamı mavi ve yeşil ışığa duyarlı ise Argon lazeri kullanılabilir. Her iki tip lazer sürekli dalga lazeridir. Bunlar sabit cisimlerin hologram kaydında kullanılır. Hızı değişen cisimlerin hızını dondurmak veya çok kısa zamandaki bilgiyi kayıt etmek için, darbeli lazerler kullanılır.

**b. Kayıt malzemeleri:** Bir cam plaka veya film halindedirler. Bunlar yüksek ayrıştırma özelliği taşırlar.

**c. Uzaysal filtreler:** Filtreden geçmeden genişletilmiş lazer demeti kırınım şekilleri ve karanlık noktalar oluşmasına neden olur.

**d. Demet ayırıcılar:** Bir cam parçası kayıt için kullanılır.

Bu malzemelerin yanı sıra ışınları yönlendirmek için aynalar, film tutucuları, titreşimden tam olarak izole edilmiş masa ve materyalleri bu masa üzerine hareketli olarak sabitleştirmek için manyetik tutuculara gerek vardır.<sup>13,21</sup>

Holografik kayıt iki basamaklı bir işlemdir. Birinci basamakta, cisimden gelen eş fazlı dalga hareketinin genliği ve fazı kayıt edilir. İkinci basamak ise eş fazlı bir ışın vasıtasıyla görüntünün yeniden oluşturulmasıdır. Elde edilen görüntü cisimle tamamen aynı şekildedir.<sup>13</sup>

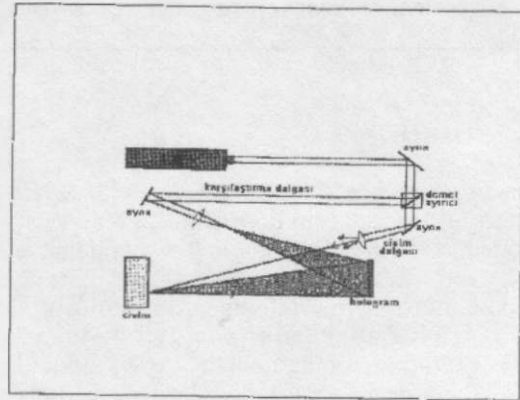
### Holografik Kayıt Yöntemi

Lazer kaynağından çıkan ışın demeti bir demet ayırıcısı ile ikiye ayrılır (Şekil 1). Aynadan yansıyan bölüm hologram plakasını aydınlatır. Aynanın içinden geçen bölüm ise cisim dalgası adını alır, cismin özelliklerine bağlı olarak yansımaya ve kırınıma uğrayarak hologram plakasına ulaşır. Gelen iki demetin fazları farklıdır ve kayıt plakası üstünde buluştuklarında mikrosaçaklı bir girişim oluştururlar. Yüzeyin bazı yerlerinde dalgalar aynı faza sahip olurlar. Sadece bir dalganın oluşturacağından daha fazla ışık şiddetine sahip dalgalar oluşturmak için, genlikleri toplanır. Bu yapıcı girişimdir ve aydınlık saçaklardan

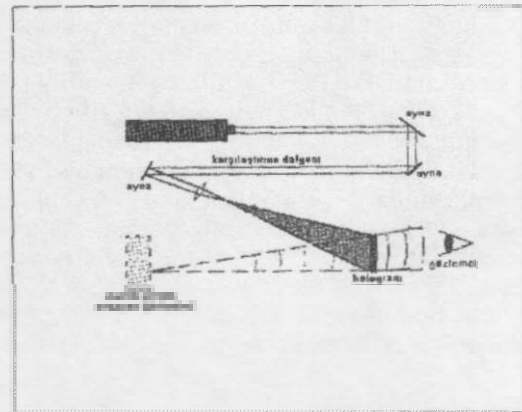
sorumludur. Diğer bölgelerde dalgalar faz dışıdır ve birbirlerini yok etmeye meyillidirler. Bu yok edici girişim olarak bilinir ve karanlık saçaklardan sorumludur. Bu şekilde çekimi yapılan hologram plakası banyo işlemlerinden geçirilir.<sup>1,2,11,14,16,23,28</sup>

### Görüntünün Oluşturulması

Banyo edilmiş hologram, kayıta kullanılan karşılaştırma ışını ile aydınlatıldığında, hologram üzerindeki girişim saçakları kırınım ağı işlevini görür. Işınlardan bir bölümünü sapıtır veya kırınım uğratar. Sonuçta hologramı oluşturan eş fazlı ışınların aynısı yeniden oluşturulur. Hologramın ışık kaynağına bakan tarafında gözle izlenebilen, gerçek olmayan bir görüntü oluşur (Şekil 2). Öteki tarafta oluşan gerçek görüntü ise gözle görülmez. Bundan dolayı gerçek olmayan görüntü pratik uygulamalarda ilgilenilen görüntüdür.<sup>1,11,13,26</sup>



Şekil 1: Cisim görüntüsünün hologram plakasına kaydedilmesi

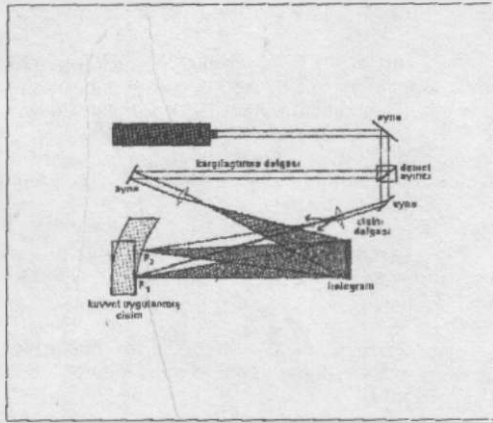


Şekil 2: Holografik görüntünün oluşturulması.

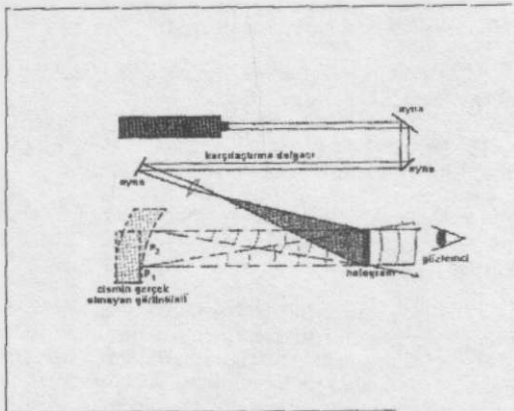
### Holografik Interferometre

Gerilim veya herhangi başka bir nedene meydana gelen yüzey değişimlerinin tespit edilebilmesi, holografinin bir alt alanı olan holografik interferometre'nin doğmasına sebep olmuştur. Çift poz holografik interferometre, en çok kullanılan türdür.<sup>3,9,14,15,28</sup>

Bir hologram plağı üzerine birden fazla çekim yapılabilir. Hologram plağına, önce başlangıç konumunda olan cisim kaydedilir. Cisim ise veya mekanik deformasyon uygulandıktan sonra yeni şeklin çekimi, aynı hologram plakasına yapılır.<sup>3,9,14,15,28</sup> (Şekil 3).



Şekil 3. Çift poz holografik kayıt yöntemi.



Şekil 4. Çift poz holografik görüntüün oluşturulması.

Böylece her iki çekim esnasında cismin durumlarının girişim desenleri elde edilir. Görüntünün yeniden oluşturulması sırasında, kaydedilmiş iki cisim dalgası birbirleriyle girişim yaparak saçak alanı meydana getirirler (Şekil 4). Bu saçakların şekli, yönü ve saçaklar arasındaki mesafe, iki pozlandırma arasında cisimde oluşan değişiklikleri tanımlar.<sup>3,9,14,15,28</sup>

### Diş hekimliğinde Holografi Yöntemi ile İlgili Çalışmalar

Dental holografideki ilk çalışmalar ortodontik problem üzerine yoğunlaşmıştır. Daha sonraki çalışmalarda kron-köprü, implant, dental lehim ve diğer dental materyaller in vitro ve in vivo olarak çalışılmıştır.<sup>9</sup>

Ortodonti alanındaki çalışmalar daha ziyade kesici dişlerin yer değiştirmeleriyle ilgilidir. Bowley ve arkadaşları<sup>9</sup> (1974), Burstone ve arkadaşları<sup>4,5,9</sup> (1978, 1982, 1983), Burstone ve Pryputniewicz<sup>9</sup> (1980), Pryputniewicz ve Bowley<sup>9</sup> (1978) bu konudaki çalışmalarını yayınlamışlar ve periodontal dokulardaki kemik kaybı, travmatik oklüzyon, ortodontik ve protetik uygulamaların etkilerinin bu yöntemle oldukça hassas olarak ölçülebileceğini açıklamışlardır.<sup>9</sup>

Pryputniewicz<sup>9</sup> (1985), Pryputniewicz ve Burstone<sup>9</sup> (1982), Fuchs ve Schott<sup>9</sup> (1973) ısırma işlemi sırasında, kafa kemiğinde meydana gelen deformasyonların belirlenmesinde holografinin kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Hewitt<sup>9</sup> (1977) yaptığı çalışmada uygulanan kuvvetlerin tüm kraniofasial kompleksi etkilediğini belirtmiştir. Matsumoto ve arkadaşları<sup>9</sup> (1979, 1981) da diş hareketlerinin, komşu dişler üzerindeki etki ve deformasyonlarını bu yöntemi kullanarak araştırmışlardır.

Ortodonti konusundaki yoğun çalışmalara rağmen holografinin kullanıldığı ilk dental analiz 1972 yılında Victorin ve arkadaşları<sup>27</sup> tarafından lehimli restorasyonlar üzerinde yapılmış ve lehim bölgesindeki defektler bu yöntemle tespit edilmiştir.

Altschuler (1973), Young ve Altschuler (1974, 1977, 1981) yaptıkları çalışmalarda holografik plaklara kayıt yapılarak hastanın dental hikayesi, diagnostik verileri, tedavi öncesi ve sonrası alınan hologramlarda hastanın dentisyonu hakkındaki bilgilerin depolanabileceğini belirtmişlerdir.<sup>9</sup> Young ve Altschuler<sup>28</sup> (1977) ile Pezzoli ve arkadaşları<sup>29</sup> (1993) değişik parsiyel protez tasarımlarında kuvvet uygulanmasıyla meydana gelen değişikliklerin belirlenmesinde bu yöntemi kullanmışlardır.

Azizov ve arkadaşları<sup>9</sup>(1985), Wesson ve arkadaşları<sup>9</sup> (1986), Dirtoft ve Janson<sup>7</sup> (1986), Goldstein ve arkadaşları<sup>12</sup> (1992), Korkmaz<sup>17</sup> (1995), sabit parsiyel protezler üzerinde, Dirtoft ve Janson (1986) ise oral implant üzerinde kuvvet analizi yöntemi olarak holografi tekniğini uygulamışlardır.

Holografi maksiller tam protezlerde boyutsal değişiklik ve deformasyonların tespit edilmesinde Dirtoft<sup>9</sup> (1980,1982, 1983, 1985), Dirtoft ve Abramson<sup>9</sup> (1982), Dirtoft ve arkadaşları<sup>6</sup> (1985) tarafından kullanılmıştır.

Mincham ve arkadaşları<sup>18</sup> (1981), elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal değişikliklerini, Yoshino (1985) ise ölçünün deformasyonu üzerine ölçü kaşığının etkilerini araştırmalarında incelemiştir.

Ferre<sup>10</sup> (1985) mandibuler kemikte, Iroshnikova ve arkadaşları<sup>9</sup> (1982), Temporo-mandibuler eklemden, Reinhardt ve arkadaşları<sup>9</sup> (1985) oklüzyon analizinde holografi yöntemini kullanmışlardır.

Straten ve arkadaşları<sup>23</sup> (1991), akrilik resin kaide materyallerin polimerizasyonundan sonra oluşan artık stresleri ve buna bağlı oluşan deformasyonu bilgisayar yardımıyla bolografi yöntemiyle tespit etmişlerdir.

## SONUÇ

Holografi tekniği, yukarıda bahsedildiği gibi dişhekimliğinin pek çok alanındaki araştırmalarda kullanılmıştır. Holografik interferometre yönteminde saçaklar, incelenecek materyalin elastik deformasyon sınırları içerisinde gözlenebilmektedir. Her türlü katı veya yumuşak materyale uygulanabilmesi; kuvvet, ısı gibi dış etkenlerin materyalde meydana getirdiği değişikliklerin gözlenebilmesi; orijinal büyüklük ve şekildeki cisimler üzerinde direkt olarak uygulanabilmesi; aynı örnek üzerinde yöntemin tekrarlanabilir olması (tahribatsız test metodu) cismin iki ayrı seviyedeki gerilim veya bir başka uyarıcıya gösterdiği tepkinin karşılaştırılabilmesi yöntemin avantajlarıdır. Hologramda izlenebilen iki saçak arasında cisimde meydana gelen değişiklik, kullanılan lazer ışığının dalga boyunun yarısına eşdeğerdir. Örneğin argon lazerinin dalga boyu 514.5 nm'dir ve 0.26 µm'lik bir değişiklik gözlenebilmektedir. Cisimde meydana gelen değişikliklerin sadece dış yüzeyde incelenebilmesi, cismin istenmeyen hareketi veya yer değiştirmesi sonucu oluşan saçakların holografik değerlendirmeyi engelleyebilmesi, yöntemin dezavantajlarıdır.

## KAYNAKLAR

1. Abramson N. The making and evaluation of holograms. Academic Press Inc Ltd London, 1981.
2. Arecchi FT, Schulz-Dubois EO. Laser handbook, Vol 2, North Holland Publishing Co. Amsterdam, 1972.
3. Aydın R, Li all. Holografik girişim yöntemi ile optik ağı elde edilmesi ve katı numunelerde yüzeysel deformasyonun incelenmesi. Tübitak Temel Bilimler Araştırma Grubu Proje No. TBAG-74B Ankara, 1988.
4. Burstone CJ et all. Holographic measurement of tooth mobility in three dimensions. J Periodontal Res 1978; 13: 283-94.
5. Burstone CJ et all. Holographic measurement of incisor extrusion. Am J Orthod 1982; 82 (1): 1-9.
6. Dirtoft BI, et all. Using holography for measurement of in vivo deformation in a complete maxillary denture. J Prosthet Dent 1985; 54(6): 843-6.
7. Dirtoft BI, Janson JF. Holography for deformation analysis of a fixed dental prosthesis during in vitro loading. Curent Clin Pract 1986; 29: 366-70.
8. Dirtoft BI, Janson JF. Holographic analysis of an implant bridge during loading. J Dent Res 1986; 65( Sp Iss B), 775, Abst.No. 448(IADR).
9. Dirtoft BI. Dental Holography-Earlier investigations and prospective possibilities. Adv. Dent Res 1987; 1(1): 8-13.
10. Ferre JC, et all. Study of the mandible under static constraints by holographic interferometry. Anat Clin 1985; 7: 193-201.
11. Giancoli DC. Physics for scientist and engineers. Second ed. Prentice Hall New Jersey 1989.
12. Goldstein GR et all. Flexion characteristics of four-unit fixed partial denture frameworks using holographic interferometry. J Prosthet Dent 1992; 67(5): 609-13.
13. Güven MH. et all. Lazerle tahribatsız muayene teknikleri. Segem Basımevi, Ankara: 1987.
14. Harihara P. Optical holography. Cambridge University Press, Cambridge 1984.
15. Jenkins FA, White HE. Fundamentals of optics. Fourth ed McGraw-Hill Book Co. New York, 1976.
16. Kock WE. Engineering applications of laser and holography. First Printing, Plenum Press Inc Ltd, New York, 1975.
17. Korkmaz T. İki değişik gövde tasarımıda sabit porselen restorasyonlar üzerine gelen okluzal kuvvetlerin değişik bölgelerdeki dağılımlarının holografik interferometre yöntemi ile incelenmesi. Doktora Tezi, G Ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, 1995.

18. Mincham W, et al. Measurement of dimensional stability of elastometric impression materials by holographic interferometry. *Aust Dent J* 1981; 26(6): 395-99.
19. Ovryn B. Holographic interferometry. *CRC Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 1989; 16(4): 269-319.
20. Pezzoli M, et al. Load transmission evaluation by removable distal-extension partial dentures using holographic interferometry. *J Dent* 1993; 21: 312-6.
21. Saxby G. Practical holography. First Published, Prentice Hall International (UK) Ltd, New York, 1988.
22. Schwaninger B, et al. Holography in dentistry. *J Am Dent Assoc* 1977; 95: 814-7.
23. Straten RJ et al. A study of acrylic resin denture base material distortion using computer-aided holographic interferometry. *Int J Prosthodont* 1991; 4(6): 577-85.
24. UserA11. Temel fizik. Cilt II, Demsan Kitapçılık AŞ, İstanbul, 1986.
25. Wedendal PR, Bjelkhagen HI. Dental holographic interferometry in vivo utilizing a ruby laser system. *Acta Odontol Scand* 1974; 32: 131-45.
26. Welford WJ. *Optics*. Second ed, Oxford University Press, Oxford, 1984.
27. Victorin L, et al. Holographic investigation of the elastic deformation of defective gold solder joints. *Acta Odontol Scand* 1972; 30: 659-70.
28. Young JM, Altschuler BR. Holography in dentistry. *J Prosthet Dent* 1977; 38(2): 216-25.

**Yazışma Adresi:**

**Dr. Turan KORKMAZ**  
Gazi Üniversitesi  
Dişhekimliği Fakültesi  
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
**Ankara**