

283842

T.C.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

**ANTERİOR KÖPRÜLERDE FARKLI DESTEK
DİŞ SEÇİMİ İLE ÇENE KEMİĞİNDE OLUŞAN
STRESLERİN FOTOELASTİK ANALİZ YÖNTEMİ
İLE İNCELENMESİ**

PROTEZ (DİŞ) PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

Dt. Hüseyin HASKAN

Ankara - 1983

T.C.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

ANTERİOR KÖPRÜLERDE FARKLI DESTEK
DIŞ SEÇİMİ İLE ÇENE KEMİĞİNDE OLUŞAN
STRESLERİN FOTOELASTİK ANALİZ YÖNTEMİ
İLE İNCELENMESİ

PROTEZ (DIŞ) PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

Dr. Hüseyin HASKAN

Rehber Öğretim Üyesi Doç. Dr. Oktay KURAL

Ankara - 1983

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa No.

GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	2
a) Tarihçe,	
b) Köprülerin Sınıflandırılması,	
c) Fizyolojik, Biomekanik ve Statik prensibler,	
d) Stres.	
MATERYAL VE METOD	25
BULGULAR	47
TARDIŞMA	51
SONUÇ	60
ÖZET	62
KAYNAKLAR	63

G I R I Ő

Anterior diş eksikliklerinde uygulanan sabit prote-
tik tedaviden beklenen, çiğneme fonksiyonu, estetik ve
fonasyon iadesidir. Bütün bunların yanı sıra yapılan köprü
ayak ve gövdeleri ilişkide bulunduğu komşu doku ve dişlere
zarar vermeyecek Şekilde uygulanmalıdır. Bu konuda en önemli
faktörlerden biride restorasyonu etkileyen kuvvetlerin optimal
olarak dağılmasıdır. 23-27-40

Yapılacak çalıŐmada çeşitli anterior köprü planlamala-
rında, kuvvetlerin dağılımları arasındaki farkları bulabil-
mek amacıyla kuvvet analizleri yapılacaktır. Araştırmada
destek dişlere iletilen kuvvetlerin yanı sıra mukoza üzerine
gelen kuvvetlerde üç boyutlu foto-elastik model kullanılarak
Çeşitli tipte anterior köprü planlamalarında model üzerine
gelen kuvvetlerin iletimlerinin destek diş ve evre dokular-
daki etkilerinin ve karşılaŐtırmalarının biomekanik yönden
araŐtırılması hedef alınacaktır.

GENEL BİLGİLER

TARİHÇE

Protezlerin tarihsel gelişiminde eksik dişleri tamamlamak için yapılan ilk protezin köprü tipinde olduğu görülmüştür. Bu sanat eski Mısırlılar, Fenikeliler, Yunanlılar, Etrüksler ve Romanlılar zamanına gider. Bu devirlere ait mezarlardan çıkarılan kafatası ve çene kemiklerinde, metallere bağlanmış veya metallere oturtulmuş taş, kemik gibi cisimlerden köprüler bulunmuştur.

Mısırda Gizeh Piramidinde yapılan kazılarda, M.Ö. 3000 - 2500 yıllarına ait bir mumyanın ağızındaki buluntuda altın bir telle dişler birbirine bağlanmıştır. Proskauer und Witt.³⁵

Etrüskler devriyle ilgili kazılarda bulunan M.Ö. 500-600 yıllarına ait kafataslarında ise ilk protezlerin kalıntılarına rastlıyoruz ki bunlar, altın bantlar kullanılarak yapılan ilkel sabit protez tipidir. Noras³²

Eski Mısır ve Yunanlılardaki diş hekimliği çalışmalarını Romalılarla devam etmiş ve Pierre Fauchard'la başlayan modern diş hekimliğine kadar bu alanda önemli bir değişiklik gelmemiştir.

17. yüzyıldan sonra modern diş hekimliğinin kurulmasıyla kron köprü protezlerinde bir gelişme görülmüştür. Fakat

bunların doku ile olan ilişkisi, 19. yüzyılda C.W. Röntgen'in bulduğu X ışınlarının, Walkhoff tarafından ilk diş filmi çekiminde kullanılmasından sonra daha iyi incelenebilmiştir.³²

Bu devrin başlamasıyla birlikte pratik uygulamaların yanı sıra teorik konular üzerinde de çalışmalar başlamıştır.

Kratochvil ve Caputo⁴³ fotoelastik analiz yolu ile, kuvvetin destek diş uzun ekseni içinde tutulabileceğini göstermişlerdir.

Brumfield 1954 de köprülerin esas mekaniğini ortaya koymuş ve köprülerin basitleştirilmiş modellerini incelemiş, arka gruplara yapılan köprülerin yük kapasitesini ortaya koymuştur.¹⁰

Mahler ve Peyton³⁰ 1955 yılında diş modellerindeki basınç analizlerine iki boyutlu fotoelastisite ile incelemiştir. Yine aynı yıl Wotsch, üç boyutlu fotoelastisite metodu ile basamaklı ve basamaksız kronlardaki kuvvet dağılımını incelemiş, bu kronların köprü dayanağı olarak kullanılmasında stress bölgelerini belirlemiştir.

1965 yılında Craig ve Peyton,¹⁰ sabit köprülerde deneysel kuvvet analizi metodlarından kaplama lak tekniği ile gerilimleri ölçmüşler ve gerilimin kuvveti ve yönünün: kuvvet tatbikinin pozisyonuna, köprünün hacim ve şekline bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Ralp ve Milliams,³⁸ dişlerin destek dokulara etkilerinin iki boyutlu fotoelastik araştırmasında, alveol iç duvarında beliren çizgilerin baskı tarzında oluştuklarına, vertikal yüklenme sonucu, model dışında oluşan kuvvetlerin gerilim basınçları olarak şekillendiklerini belirtmektedir.

El-Ebrashi ve Peyton¹⁴ posterior köprüler üzerinde iki boyutlu fotoelastik metodlar yapmış oldukları araştırmada, lehim bölgelerindeki basma ve kesme gerilimleri nedeniyle zayıf yüzler olarak kabul edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

1975 yılında da Farah ve Craig,¹⁶ Porselen metal ve porselen jaket kronlar üzerinde stress analizi yapmışlardır.

KÖPRÜ PROTEZLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

"Köprü protezini sağlam, tedavi görmüş diş veya diş kökü üzerine dayanan ve alveol kemeri üzerinde dayanakları aracılığı ile boş dişlerin yerini tutan elemanların birleşmesinden meydana gelen bir sistemdir³." diye tarif etmişler. Gene bu araştırmacılar köprüleri:

a) Sabit

b) Hareketli, diye iki bölümde sınıflandırılmıştır.

Hareketli köprüleride:

c) Diş hekimi tarafından takılıp, çıkarılan,

b) Hastanın kendisi tarafından uygulanan diye iki gruba ayırmaktadır.

Kantorowicz²² ise köprüleri, sabit ve müteharrik olarak iki kısımda ele almıştır. Ayrıca sonu destekle sonlanan veya serbest sonlanan köprüler şeklinde iki grupta toplar. Köprüleri bağlama şekillerine görede:

- a) Bir yere bağlanmış köprüler,
- b) Çok üyeli çeşitli yerlere bağlanmış köprüler diye sınıflandırılmıştır.

Köprü protezlerini Belger³ 'de:

- a) Lokalizasyonlarına göre; ön diş grupları, yan diş grupları, arka diş grupları.
- b) Köprü materyaline göre; tüm metal köprüler, karışık köprüler diye ayırmıştır. Karışık köprülerinde, metal - porselen, metal - akrilik,
- c) Desteklerine göre ise; bir destekli köprüler, iki destekli köprüler, çok destekli köprüler,
- d) Mukoza ile ilişkilerine görede; altı açık köprüler ve temas halinde olan köprüler olarak sınıflandırmıştır.

Çuhadaroğlu¹³ ise köprüleri bağlantı şekillerine göre:

- a) Sabit,
- b) İstenildiği zaman çıkarılan köprüler, diye iki grupta toplamıştır.

Tylman⁴⁴ ise köprüleri:

- a) Basit; sabit, yarı sabit, kanatlı
- b) Bileşik köprüler, diye ikiye ayırır.

Lokalizasyonlarına görede:

- a) Anterior,
- b) Posterior, diye ayırmaktadır.

Bu sınıflandırmanın dışında bazı yazarlar tarif ve sınıflandırmada bazı değişiklikler yapmıştır.

Köprü sisteminin bağlandığı dişlere destek, destek üzerine bağlanan elemanlara çapa, çapalar arasındaki eksik dişlerin yerini tutan bölüme gövde ve köprü sistemini oluşturan parçalara da köprü üyeleri denir.

FIZYOLOJİK, BIOMEKANİK ve STATİK PRENSİBLER

İki grupta toplanan destekler, köprü sistemlerinin organizma içine giren kısmıdır:

- a) Doğal destekler; dişler ve diş kökleri,
- b) İmplantlar yolu ile elde edilen suni desteklerdir.

Destekler anatomik yapılarına göre, köprü dayanağı olarak kuvvetli ve zayıf diye iki kısımda toplanır. Belger⁴.

Üst çenede kuvvetli destekler	7.6.3.1	1.3.6.7
Alt çenede kuvvetli destekler	8.7.6.3	3.6.7.8
Üst çenede zayıf destekler	8.5.4.2	2.4.5.8
Alt çenede zayıf destekler	5.4.2.1	1.2.4.5.

Destekler alveolde yerlerini ne kadar dikey olarak alırlarsa o kadar fazla basınca karşı koyabilirler ve ideal köprü desteği sayılırlar.

Köprü sistemlerinin periodonsiyum ile de yakın ilişkileri vardır.

Melcher and Rowen²⁸ dişin üzerine gelen yatay ve dikey kuvvetlere karşı koymak üzere kollagen liflerin gerilmesi olayını kabul etmişlerdir.

Mekanik bir olayda bu lifler dişi alveolüne bağlayan ve bir ünite teşkil eden elastik olmayan bağlar şeklinde görülür. Fakat kişi istirahate geçtiğinde gevşer ve dalgalı bir durum arz eder. Küçük yatay kuvvetler dişi yerinden oynatır ve kuvvetin uygulandığı tarafta lifler gerilir, buna karşılık aksi tarafta gevşeme olur.

Periodonsiyuma gelen kısa süreli etkiler, dişte hareket meydana getirmez. Uzun süreli etkiler ise dişin yer değiştirmesine sebep olur.

Dişe bir kuvvet uygulandığında, periodontiumda gerilim ve baskı alanları meydana getirilmiş olduğu ifade edilmektedir. Gianelly and Goldman¹⁸. Baskı alanları uygulanan kuvvetin dağılışı yönünde meydana gelir, sonuç olarak dişi alveole doğru iter. Böylece diş ile kemik duvarı arasındaki periodontal membran ezilir. Kısa bir süre sonrada bu basınç alanında kemik rezorbsiyonu oluşur. Baskı sonucu bir hareketsiz

yapı arasında yerleşen ligamentlerin damarları da ezilir. Şiddetli bir kuvvet damarların tıkanmasına sebep olabilir, neticede hücreler ölürlür.

Ligament sıkışmasıyla, damarların ligament fibrilleri arasında kalmaları sonucu bu damarlarda stenosis oluşumu ileri sürülmektedir. Bien daha sonra stenosis bölgesinin yukarısında kalan damarlar şişer ve anevrizma meydana gelir.

Stenosis bölgesinde basınç, atmosfer basıncının da altında olduğundan O_2 damarlardan çıkarak, alveol spikülleri arasına girer ve Gold Haber'e göre rezorbsiyon için gayet iyi bir ortam yaratır. O_2 'nin nasıl olupda böyle bir ortam yarattığı açıklanmamaktadır. Bununla birlikte damarda hücre aktivitesi için gerekli beslenmeyi ve oksijeni sağlamaktadır. Basınç alveoler kemiğin yüzey kurvaturunu deforme edebilir. Baskı kuvvetiyle alveoler tabaka, alveoler ve medullar cortical tabakaların hafifçe birbirine yaklaştığı gibi daralır. Bu şekilde deforme kemik daha az konkav bir durum kazanır. Bu konkavitedeki azalma, bir tür konveksliği temsil ettiğinde kemik rezorbsiyonu görülür. Burada damarların görevi: Hidrodinamik kuvvetleri iletme ve kemik rezorbsiyonunda enerji gereğini karşılayan özel maddeleri sağlamaktır.

Çok üyeli köprü protezlerin, kendilerini taşıyan destek dişlerin periodontiumunu olumsuz yönden etkileyebileceği bildirilmektedir. Beliard⁶. Bu tip köprülerde destek dişlere

normal çiğneme basıncının çok üzerinde bir çiğneme basıncı uygulanmaktadır. Hildebrandt²⁰ 'a göre gerçek çiğneme kuvveti, ağzın açılma derecesine bağlıdır. Bu kuvvet, uygulandığı noktaya, uygulama alanının genişliğine ve periodontiumun duyarlılığına bağlı olarak da değişiklikler gösterir.

MUHLEMANN²⁶ 'e göre, diş üzerine eğik olarak gelen bir kuvvet 100 gr. dan aşağı olduğu taktirde serbest hareket bahis konusudur. Ve yazara göre 1,5 Kg.mın üzerinde basınç gören dişte ağrı meydana gelmektedir. Ve dişlerin yatay yönde daha fazla hareketli oldukları saptanmıştır.

Barfitt³⁷ ve Körber²⁴, dişe gelen kuvvet kısa süreli ise: Dişte hareketin çok az, kuvvet sürekli bir yaşta etkiliyorsa, hareketin daha fazla olduğunda birleşmişlerdir. Ve bu yazarlar periodonsiyumuda visco-elastik bir mekanizma olarak değerlendirmişlerdir.

Dişi etkileyen, dikey veya yatay kuvvet diş üzerinden kaldırıldığında diş zamanla orantılı bir doğru çizerek tekrar eski durumuna geçer, fakat ilk başlama durumuna yaklaştıkça, ikinci ve logaritmik bir faz söz konusu olur. Bu fazda diş üzerinde bir kuvvet kalır. Bunun sebebi alveol kemiğinin elastik yapısı ve kollagen liflerin dalgalı durumudur.

Darbeler arasındaki sürenin uygulanan kuvvetle, dişin hareketi yönünden de bir ilişkisi vardır. Kısa aralıklarla uygulanan darbeler sonucunda, diş alveol içinde bir gömülme

gösterir. Darbeler arası sürenin birkaç saniye olduğu durumlarda dişin dikey hareketi her darbe ile fedrici olarak azalır. Bu süre 1,5 dakikanın üzerine çıktığı zaman ise dişin dikey hareketinin toplamında bir artma görülür.

Gürkan¹⁹, dişi etkileyen kuvvetler devamlı olursa, basıncın alveole iletildiği yerlerde rezorbsiyon oluşur ve diş zamanla sallanmaya başlar. Bu tip zararların etkenleri dikey hareketlerden fazla yatay hareket kuvvetleridir.

WEINBERG⁴⁸ ve diğer yazarlar diş tüberkülünün eğik yüzeyine, dikey bir kuvvet etki yaparsa diş üzerinde yatay bir kuvvete dönüşeceğini işaret etmektedirler. Yazarlar dönüşen bu yatay kuvvetleri dönme momenti olarak tanımlıyorlar. Yapılan sabit protezlerde dikkat edeceğimiz en önemli noktalardan biri de köprü protezi aracılığı ile dayanak dişe gelen dönme momentini en küçük değerlere düşürmektir.

Parfitt³⁷, Picton³³, Uhlir⁴⁶ in araştırmaları, kısa süren oklüzal basıncın periodontal zarıdan, kemik kanallarına kan ve doku akımı meydana getirmediğini ortaya koymuştur. Bunun nedeni basıncın aslında periodontal bağların lifleri tarafından hidrolik bir fren gibi alınıp, azaltılması ile açıklanabilir. Basıncın devam etmesi halinde, sıvı kemiğe az miktarda sızabilir. Bu durum dişin çok azda olsa yerinden oynamasını sağlar.

Vurma, yer değiştirme ve diş kaybı ile, bozuk oklüz-
yonların varlığında, periodonsiyum üzerindeki basınçların et-
kileri geniş ölçüde değişebilirler. Uhlig⁴⁶

Çiğneme fonksiyonunda yiyecekler dişler tarafından,
parçalanır, ezilir ve öğütülürler. Yumuşak gıdaların ezilme-
leri için bir seri kas kasılmaları ile alt çene öne doğru itil-
mekte ve kesici dişler az bir kuvvetle birbirilerine değdi-
rilmektedir. Sert yiyecekleri kesmek, koparmak için boyun
kaslarıda işleme katılarak, ön dişler arasında tutulan par-
çayı kuvvetlice çeker ve ana parçadan ayrılmasını sağlar. Her
iki durumda da kuvvetin yönü ve şiddeti değişir. Çiğneme ba-
sıncı dişlere, uzun eksenler yönünden başka bir yönden gelir-
se ilgili dişi devrilmeğe zorlar. Kuvvet bileşkesi meziyal
veya distal durum gösteriyorsa, kuvvetin yönüne göre diş ha-
reket eder.

Değme noktaları aracılığı ile, dişlerin birbirlerine
karşı belirli hareketleri esnasında, bir dişin komşu dişe
basıncı yaparak ona zarar vermesi önlenir. Çiğneme esnasında
dişlerin farklı hareketleri sonucu meydana gelen aşınma nede-
niyle değme noktaları zamanla aşınarak değme yüzeylerine dönü-
şürler. Bu suretle orta çizgi yönünden dişler birbirlerine yak-
laşırlar Perkün³⁴, bu olayı fizyolojik meziyale kayma olarak
tanımlamaktadırlar.

Mühlemann²⁶, değme noktaları kaldırıldığında ön diş-
lerin daha hareketli olduğunu görmüştür.

Bütün bu araştırmalardan şu sonucu çıkarabiliriz: Bir diş üzerine yapılan basıncı, değme noktalarından veya alveoller arası lifler aracılığı ile komşu dişlere iletilmektedir.

Mekanik yönden ise dişli insan çeneleri, gıdaları ğtmeğe yarayan bir makinadır. Bu nedenle mekaniğin değişmez kuralları dişli çenelerde olduğu gibi sabit köprü protezlerinede uygulanabilir.

Dişler çiğneme fonksiyonunda iki türlü hareketi bir arada yaparlar. Bunlar: a) Dişin eksenini yönündeki doğrusal hareket, b) Dişin alveoldeki fizyolojik bağlantılarına uygun olarak, küçük periodik dönme hareketidir.

Bu hareketlerin mekanik anlamı: Bir cismin herhangi bir hareketine sebep olan kuvvetler, bir yan kuvvet birleşeni ile bir kuvvet çiftine dönüşür. Işte bu dönme momenti dönmeyi, yan kuvvet de doğrusal yn değiştirmeyi oluşturur. Buna göre dişler yukarda sözü edilen iki ayrı hareketi birlikte yapmak zorundadırlar.

Köprü aracılığı ile destek dişler üzerine gelen kuvvetler, desteğinin çekeceği yükten fazla olursa destekler devrilir, köprüde kaybedilir. Köprülerin uzun süre ağızda kalabilmeleri için, destek dişlere gelen kuvvetlerin, desteklere dayanma yüzeylerinin karşılayacağı birimlerden fazla olmamaları gerekir.

Dişlere gelen kuvvet tiplerini inceleyen Tylman⁴⁵, dişlere tek kollu bir kaldıraç gibi düşünürsede, aslında çift kollu bir kaldıraç gibi iş gören organlardır. Bundan dolayı ağız içinde meydana gelecek çiğneme kuvvetlerinin etkisinin buna göre incelenmesi gerekmektedir.

Tek köklü bir dişi dikey bir kuvvet etkilediği zaman, dişin uzun eksenine paralel olarak alveol içine gönüldüğü görülür. Ve kuvvet 1/3 apikaldeki rotasyon merkezinden dişin labial hareketine neden olur. Bu anda periodontal liflerin pek çoğu için gerilme kuvvetleri oluşur. Her etkiye karşı bir tepkinin varlığı kabul edildiğinden, dişe uygulanan fiziksel etkilere karşı, periodontal membranın biyolojik yapısıyla karşı koyduğu ortaya çıkar. Alveol kemiğinde bu kuvvete en uygun gelecek şekilde cevap verir. Buna göre diş üzerinde arzulanan en uygun kuvvet dikey kuvvettir.

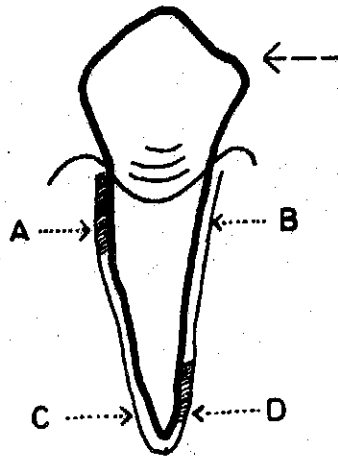
Ağızda oluşan diğer bir kuvvet çeşidi de, diyagonal kuvvettir. Bu kuvvetin yatay bileşkesi, dişi, alveoler yuva içinde, kuvvetin yönüne göre hareket ettirmeye çalışır. Bu durumda tek köklü bir dişin dönme merkezi kök ucunda değil, apex ile klinik kökün ortasının arasında bir noktada yer alır

Periodontal membranda:

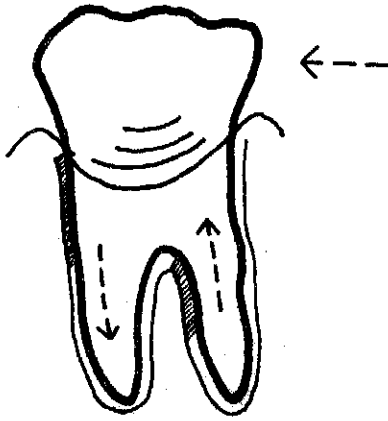
- a) Kaldıraç dayanağına göre kök ucu yönünde uzanan basınç,

b) Kaldıraç kayanağına göre dişeti yönünde uzanan basınçlara maruz kalır. Gerçektende bu harekete uygun olarak periodontal aralığın dişin bu bölgesinde daraldığı görülür. "Eğer fonksiyon yapan bir dişin periodontiumunda dişe vaki olan basınç neticesi bir darlık müşahade edilecek olursa, evvel emirde muhitteki sert dokuda bir rezorbsiyon olmadan yalnız periodontiumunda bir darlık husule gelmiş demektir." Belger ⁴ .

Tek köklü bir küçük azıyı distomezial bir kuvvet etkilediği marjinal bölgenin mezialı, apikal bölgenin distalinde bir basınç meydana gelir. Marjial bölgenin distali ve apikal bölgenin mezialinde ise periodontal liflerde bir gerilim vardır. Bu durum buccolingual yönde oluşan yatay kuvvet içinde geçerlidir. (Şekil: I).



İki köklü dişlerde ise: Distomezial yönde diyagonal bir kuvvet uygulandığında, dönme merkezi her iki kökte değil, köklerin arasındaki alveoler kemiktedir. Dişi meziale doğru hareket ettirecek bir oklüzal kuvvet mezial kökü, alveoler yuva içerisine gömerken, distal kök yükselecektir. Buna göre, mezial ve distal köklerin mezial yüzeylerindeki servikal bölgede baskı oluşurken mezio-apikal bölgede bir gerilim olur.⁴⁹ (Şekil: 2).

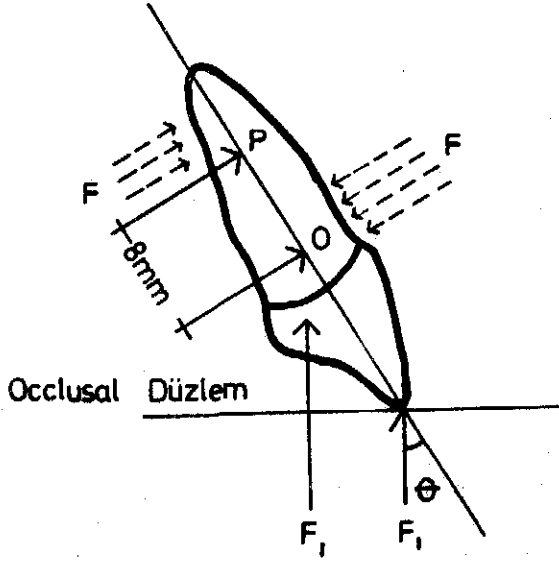


Tylman⁴⁴, direnç sağlaması için gerekli dört ana faktörü şu şekilde sıralamıştır:

- 1- Oklüzal kilidin doğru olarak temini,
- 2- En iyi şekilde gingival duvar yapımı,
- 3- Pulpa duvarının kesim sonucu iyi hazırlanması,
- 4- Kontakt noktasının istenilen şekilde hazırlanması.

Köprü ayaklarında istenilen tutuculuk ve sağlamlık elde edildiği zaman, etki yapan aşırı çiğneme kuvvetlerinin genel olarak destek dişi etkilediği görülür.

Brumfield¹⁰ de üst santral dişin kesici kenarına dik gelen kuvvetlerin etkisini şu şekilde incelemiştir. (Şekil: 3).

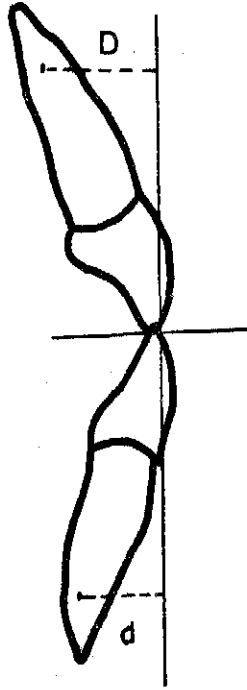


Kuvvetin alt santral dişin dokunmasıyla oluştuğu ve oklüzal düzleme dik olduğu düşünüldüğünde; Bu kuvvetin yönü santral dişin uzun eksenine göre, θ açısı ile gösterilmiştir. Kuvvet dişe öne F_1 noktasından gelir. Çeneler kapandığı zaman kuvvet etkisi F ye kadar ve burada maksimum derecesine erişmiş olur. Buradaki kuvvet çizgisini santral dişin uzun eksenini kesecek şekilde uzatırsak, bunlar O noktasında keşirler. Diyagonal olan bu kuvveti bileşkelerine ayırdığı-

mızda dişin uzun eksenine uygun ve yine bu eksene dik bir kuvvetle karşılaşırız. Eksene uygun gelen ve paralel olan bu kuvvet diş tarafından kolaylıkla karşılanabilir. Perio-dontal membran ve fundusa eksene paralel ve bileşkeye eşde-ğer karşı kuvvet doğacaktır. "O" noktasına etki yapan yatay kuvvet ise bu dişi, dönme merkezi dişin epeksinden 8 mm. içe-ride olan "P" noktasına göre döndürmeye zorlayacaktır. Bu kuv-vetin momenti: 22×8.8 mm/lb dir. Bu dönme, fundusta "P" noktasında alt apekse ve "O" noktasından üst servikale doğ-ru maximuma erişen etkileyici kuvvetler meydana getirir. Bu iki kuvvetin bileşkesi, kaldıraç kolu olan çift oluştururlar. Denge kanununa göre, karşı koyucu kuvvetin, etki eden kuvvete eşit olması gerekmektedir. Normal dişler dengesini ve sağlı-ğını dinamik balansa kaldığı sürece sağlar. Bu balansın sağ-lanması başlıca etken tüm dişlerin var olması ve gerekli formda bulunmasıdır.⁴⁹

Çuhadaroğlu¹³, eğim derecesi, diş aksı ile dikey kuv-vet doğrultusunun aralarında meydana gelen açıyla kıymet ka-zanır demektedir. Üst dişlerdeki eğim derecesi, alt dişle-rinkinden fazladır. Çünkü üst dişlerin aksları ile dikey kuvvet doğrultusu arasında oluşan açı, alt dişlerden daha geniştir. Dönme merkezi üst dişlerde kuvvet hattından uzak, alt dişlerde ise daha yakındır. ortaya çıkan eğimde merkez, apeksten $1/3$ kök uzaklığındaki bir noktadadır. Eğer dişin

labial yüzündeki alveol kemiği, çeşitli nedenlerle dişin servikal seviyesini kaybetmiş ise, manivela büyür. Ve eğimde o nisbette fazlalaşmış olur(Şekil: 4).



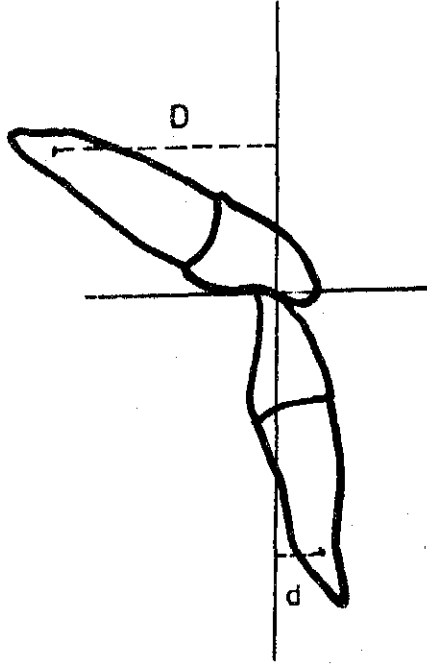
Şekil-4: Kuvvet doğrultusu ve rotasyon merkezlerinin pozisyonu.

Çuhadaroğlu¹³, rotasyon merkezi ile 8 mm. olarak bildirilmekte ve alveol diş aracılığı ile çeneye iletilen kuvvete, ona eşit ve zıt yönde bir kuvvetle cevap verir, demektedir.

Dişler kapanma hareketine geçip son duruma geldiği zaman, kuvvet doğrultuları değişmektedir. Bu konuyu Weinberg⁴⁷ şu şekilde açıklamaktadır: Kuvvetin etki alanı, karşı eğimlerin oklüzal etki alanlarının özel açılara bağlı olup, kuvvet çizgisi, oklüzal etki alanının eğimine diktir. Bu

kapanışın ilk fazında üst dişe gelen dönme momenti fazla, alt dişe gelen ise azdır. Kapanışın en son fazında yani tam kapanışta, kuvvet doğrultuları değişmekte, her iki dişe gelen dönme momenti, üst dişlere gelenden daha az olmaktadır.

(Şekil: 5).



Şekil-5: Koparma hareketinin sona erdiği zamanki pozisyon.

Anterior köprülerin statığında, destek dişlere uygulanacak köprü gövdesi ve yay üzerine kurulduğu zaman destek dişler için tehlikenin büyüdüğü görülür. Mayer²⁹. Arzu edilen şey bu yayın olmaması, yani köprünün düz bir hat üzerinde kurulmasıdır.

Fakat Sadrin, anterior köprülerdeki destek dişlerin stabil olma problemini araştırırken bu köprülerin her zaman

bir doğru üzerinde olmayacağını ve karşıt kuvvetlerin dik gelmeyeceğini belirterek bu durumlarda arkadaki dişlerin de destek olarak alınmasını ve daha uygun bir süspansiyon düzlemine gidilmesini önermiştir. Bu öneriye göre stabilite momenti devrilme momentinden büyük olmalıdır. Konu ile ilgili olarak, çiğneme kuvvetleri dışın eksen yönünde değilse bir devrilme momentinin oluştuğu bildirilmektedir, Maxwell ³¹.

Belger ise, köprülerin yapımında gövdeleri kavisli olursa, destek diş köklerinin belli bir noktasında gövdeye paralel olarak geçen ve doğru eksen şeklinde olan bir devrilme momenti meydana gelir. Bunu önlemek için, iki destek diş arasında bir kök varsa, ondan destek olarak faydalanılmalı veya çekici ayaklar ilave edilmelidir. Yani köprü, izdüşümü üçgen olan bir köprü şeklinde oluşturulmalıdır.

Anterior bölgede yapılacak köprünün, madde kaybı ve dolayısıyla estetikle çok yakın ilişkisi olduğu bildirilmekle beraber, köprünün statığının en önemli rol aldığı, eğer protez bir daire yayı biçiminde ise ve bir basamak tarafından bölünmüyorsa, bir kaldıraç kolu olarak vazife göreceği bildirilmektedir. Johnston, Phillips, Dykema ²¹.

Köprünün oluşturduğu kaldıraç kolunun en çok yük binen noktası bir ayak tarafından desteklendirilmelidir. Veyahutta retansiyon alanları boşluktan yeterli uzaklıklarda, kaldıraç koluna karşı koyacak ve karşı denge retansiyonu oluşturacak şekilde her iki tarafta da boşluktan uzaklara konulmalıdır.

Tylman⁴⁴ , "Anterior bölgede yapılacak ideal bir köprü iki ayaklı ve tek gövdeli olmalıdır" demektedir. Böyle durumlarda köprünün ayakları arasındaki kenar uzunluğu, destek dişlerin koşulları, fonksiyonel oklüzyondaki ilişkiler, hastanın genel durumu ve bireysel alışkanlıklar önemlidir. Ayrıca, estetik faktör de büyük rol oynamaktadır.

S T R E S

Cisimlerin dış kuvvetlere karşı bir dayanıklılığı vardır. Ve herhangi bir cisme etki eden kuvvet o cisimde deformasyonlara neden olur. İşte stress dışardan uygulanan bir kuvvete karşı cismin içinde oluşan intermoleküler reaksiyondur. 19 - 27 .Uygulanan dış kuvvetle aynı şiddette ve ters yöndedir.

Uygulanan dış kuvvetin karşılığında oluşan iç stress cismin belirli sahasında dağılır. Bu nedenle stress yani gerilim birim sahada şekil ve hacim değişikliklerine karşı koyan iç kuvvetler diye tarif edilir ve şöyle formüllendirilir.

$$\text{Gerilim} = \frac{F \text{ (Kuvvet)}}{S \text{ (Yüzey)}}$$

Bu gerilimler üç temel grupta toplanabilir. Bunlardan Çekme Gerilimi, cismin üzerinde ama ters yönlerde uygulanan kuvvetlerle oluşur. Basma Gerilimi, cismin kesit düzlemine yöneltilmiş olan gerilimdir. Cismin iki ucundan, aynı doğru üzerinde birbirine doğru uygulanan kuvvetlerle oluşur. Kopturma gerilimi ise, cismin birbirine paralel, zıt yönlü fakat

aynı eksen üzerinde olmayan iki kuvvet tatbik edildiğinde cisimde meydana gelen gerilimdir. Kuvvetler cisme değişik açı ve yönden uygulanabilir. Bu yüzden basınç altında olan bir cisim her üç şekildeki gerilimi ihtiva edebilir. 11-16-19

Zorlama: Cisimde meydana gelen bağlı deformasyon diye tarif edilir, ilk boyutuna oranıdır¹¹.

Orantı Limiti: Kuvvet tabikinde cisimlerde meydana gelen uzamaların gerilimlerle orantılı olarak arttığı sınıra denir.

Esneklik Sınırı: Materyalin esnekliğini tam olarak muhafaza ettiği, en büyük yüke veya gerilime tekabül eden sınıra esneklik sınırı denir. Hooke Kanununa göre, esnek bir maddede orantı sınırının altında şekil değişimleri gerilimlerle orantılı olarak büyür yani esnek bir cisimde doğan gerilim, bu cismi etkileyen yükün meydana getirdiği zorlama ile orantılıdır¹⁶.

Çiğneyici kuvvetlerin dağılım şekilleri genel olarak fiziksel prensiplerle izah edilmiştir. Son senelerde ortaya çıkan epoksi resin menşeli Araldite-B gibi materyeller protez üzerinde beliren kuvvet çizgilerinin direkt ve indirekt yolla görülmesini temin etmişlerdir. Böylece deneysel kuvvet analizi metodları geliştirilmiştir.

Deneysel Kuvvet Analizinin Temel Metodları ¹⁻¹⁶⁻³³⁻⁴²

- 1- Fotoelastik Kuvvet Analizi,
- 2- Gevrek Vernikle Kaplama Tekniği,
- 3- Elektronik Gerilim Ölçerleri (E.S.G),
- 4- Bilgisayar analizleri.

Fotoelastik metodu deneysel metodların en önde gelenlerinden biridir. Saydam cisimler içinden geçen polarmış ışığın çiftte kırılması olayına dayanan optik bir fenomandır.

Maddelerdeki gerilimi ölçmeğe yarıyan bu deneysel metod, herhangi bir basınç veya gerilim altında bulunan bir maddenin iç yapısının bağımsız olarak kendi normal doğrultusunda kalamıyacağı esasına dayanmaktadır. Düzenli boyutları olan maddeler için matematik formüllerin geçerli olmasına karşın deneysel metodda bilhassa muntazam olmayan maddelerin gerilimlerini incelemek mümkündür ³³.

Fotoelastik metodda malzemenin çekilme, basılma ve kopma gerilimlerini meydana çıkarabilmek için ışıktan faydalanılmaktadır. Yine bu metodda deneye tabi olan model ve esas model geometrik olarak benzer ve yükler birbirine nisbetle aynı miktardan tatbik edilmektedir.

Fotoelastiğin üç Temel Metodu ¹⁴⁻¹⁶

- 1- İki boyutlu model üzerinde çalışılarak yapılan iki boyutlu fotoelastisite.
- 2- Üç boyutlu model üzerinde çalışılan ve model içinde basınçların dondurulduğu üç boyutlu fotoelastisite,

3- Üzerinde çalışılan cismin yüzeyine çift kırıcı plastiğin yapıştırılması ile meydana getirilen fotoelastik ile kaplama analizleridir.

Fotoelastik metodla, dişler üzerine intikal eden kuvvetlerle, hangi bölgelerin daha çok basınca maruz kaldığı, hangi kısımların zayıf olduğu ve protezlerin ne şekilde yapılmasının uygun olacağını gözlem yoluyla en doğru şekilde ve diğer metodlardan çok üstün bir şekilde sağlanabilir.

Diğer deneysel metodların yanındaki cisimlerdeki stress dağılımları inceleme bakımından fotoelastisite hala rakipsiz olup araştırma laboratuvarlarının vazgeçilmez unsurlarından biridir

MATERYAL VE METOD

MATERYAL:

Araştırmamız da deneysel kuvvet analizinin temel metodlarından fotoelastiğin üç boyutlu olarak kullanılma yöntemi esas alınmıştır. Bu yöntem: İki boyutlu fotoelastisite metodu ve gevrek vernik ile kaplama metodlarına göre daha avantajlıdır. İki boyutlu olan çalışmalarda: Boyutlardan biri olan genişlik ve kalınlık, uzunluğa nazaran çok daha küçük ölçüler içinde kalmış bulunmaktadır. Dar saha üzerine uygulanan kuvvet muhakkakki daha fazla kuvvet çizgilerinin oluşmasına neden olacaktır. Aynı zamanda kuvvetin temas noktası ile oluşan çizgilerin aynı yönde ve geniş bir sahada yayılışını görmek iki boyutlu metodta mümkün değildir. Halbuki üç boyutlu fotoelastisite metodunda, model üzerine uyguladığımız kuvvet tatbik noktasından itibaren, en uzak sahalarına kadar her yönde kuvvet çizgilerinin oluşmuş halini görmek ve değerlendirebilmek mümkündür.

Bu araştırma, Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümü Fotoelastisite Laboratuvarı ve 800 Yataklı Askeri Mevki Hastanesi laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Araştırmamızda Kullanılan Materyaller:

Ölçü almak için, diş kavsine uyan fabrikasyon dişli ölçü kaşığı üst çene dişleri için kaşık olarak kullanılmak üzere silikon esaslı ölçü maddesi (optosil), ikinci ve esas ölçü için ise optosil maddesi üzerine konarak modele uygulanan lastik bazisli ölçü maddesi olarak kullanılan xantopren, alt ölçü için ise irreversibl hidrokolloid ölçü maddelerinden istifade edildi. (Resim: 1)

Alınan ölçü içersindeki her yapay diş köküne dişin kökünü şekillendirmesi için kırmızı mum kullanıldı. Bundan sonra ölçünün pozitif dublikatını elde etmek amacıyla vibratör



Resim-1: Ölçü Maddeleri.

üzerine konulan ölçü içerisine dökülen sert alçı (Kerr improved dental stone) kullanıldı.

Ana modelimizin aynısını fotoelastik malzemedan elde edebilmek için: Ana modelin negatifini çelik metalden elektro-erozyon cihazında elde edildi. Ana modelin negatif kalıbının elektro-erozyon cihazında elde edilebilmesi içinde: Ana model % 99.9'luk elektrolitik saf bakır kullanılarak aynısı meydana getirildi.

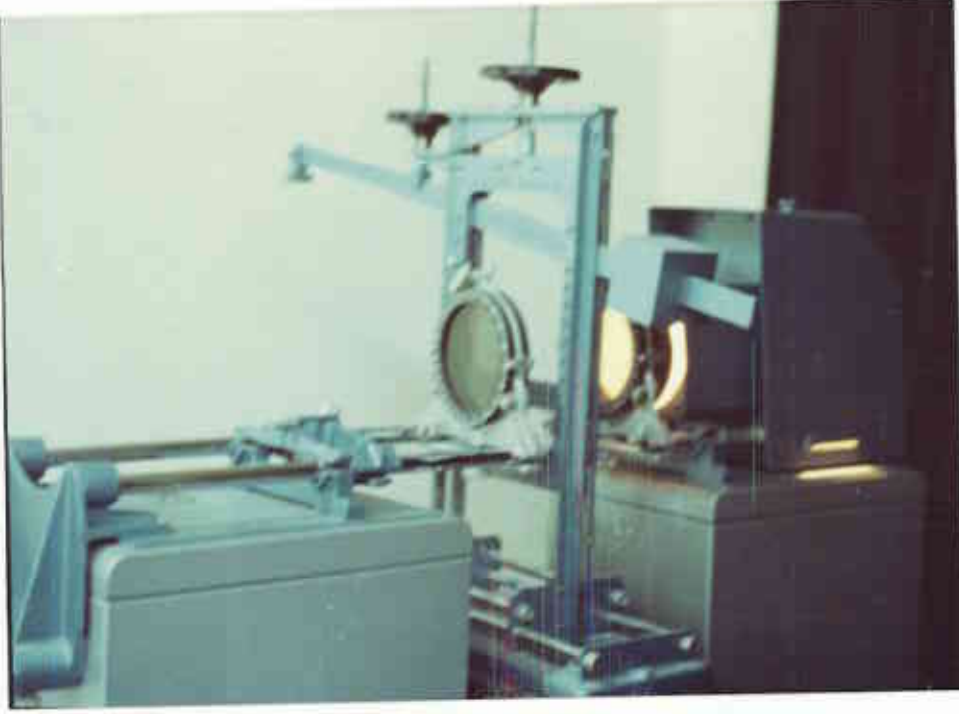
Fotoelastik malzeme olarak Araldite-B ısıyla polimerize olan epoksi resindir. Bunun kalıba dökümü esnasında metal kalıbımıza yapışmaması için likit haldeki beyaz sentetik ciba-geigy Q2 kalıp ayırıcısından yararlanıldı.

Modelde periodonsiyumun karşılığı olarak xantropen kullanıldı.

Model üzerindeki hareketli dişler ve yüklemeyi yapacak alt çene içinde, erime noktası 610 derece olan aliminyumdan istifade edildi.

Fotoelastik malzemedan döktüğümüz modelin sertleşmesi ve üzerine kuvvet yüklemesi yapıldıktan sonra oluşan kuvvet çizgilerinin dondurulması için özel bir fırına, ayrıca bu çizgileri izleyebilmemiz içinde polariskop cihazı gerekmektedir. Kullanılan fırının ısıyı homojen tutabilmesi için pervanesi olan, ısıyı istenilen seviyede tutan, gerektiğinde ayarlandığı ve istenildiği şekilde ısıyı yükselten ve düşüren 220 voltta çalışan bir cihazdır.

Polariskop cihazı ise Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Bölümü Fotoelastisite Laboratuvarındaki Transmisyon Polariskopudur. (Resim 2:)



Resim-2: Polariskop Cihazı

Fotoelastik fenomenin izlenmesi için gerekli optik bir düzen olan polariskop şu parçalardan meydana gelmiştir:

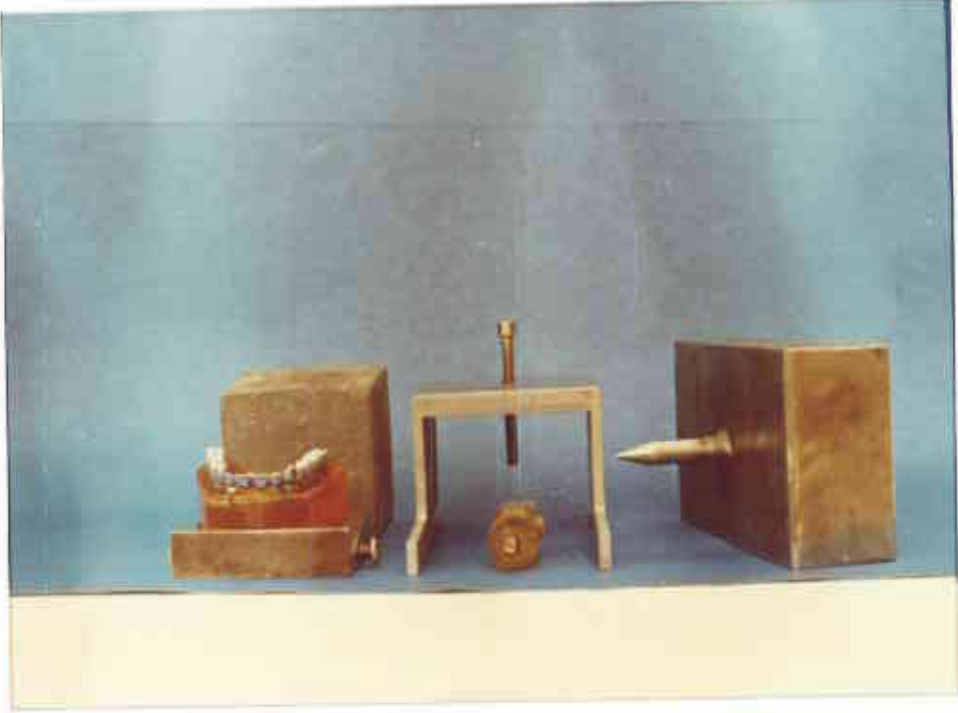
- a- Işık kaynağı
- b- Polarizör
- c- Birinci çeyrek dalga plakası
- d- Optik dalga Yolda çalıştığımız modeller
- e- İkinci çeyrek dalga plakası
- f- Analizör
- g- Gözetleme ekranı veya film

Polarizör ve analizör birbirlerine dik olarak ayarlanmış olup modellerimiz polarizör ve analizör arasına yerleştirilmiştir.

Kuvvet çizgilerini dondurduğumuz modellerimizdeki izokromatik çizgileri izleyebilmek için : Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik bölümündeki elektrikli testere ile modellerimizden iki boyutlu kesitler aldık.

Anterior bölgeye yapılan iki tip dört adet sabit köprünün modelajı için ince pembe mum ve mavi döküm mumlarından kapanış ise aliminyumdan yapılan alt çene modeline uygun olarak işlendi. Döküm içinde revetman ve santrifüjli döküm cihazından yararlanıldı.

Bu işlemlerimizin bitiminden sonrada: Modellerimizi vertikal olarak üst iki orta keserin birleşim yeri üzerinde tek noktadan yükleme yapabilmemiz için metalden yapmış olduğumuz 25 derece meyilli yükleme takozu, yükleme takozunun ileri geri hareketini sağlayabilmemiz içinde metalden yapılmış raylı bir sistem kullanıldı. Yükleme takozunun üzerindeki modele yük tatbiki için yükü taşıyan metalden yapılmış yük taşıma kalıbından yararlanıldı. (Resim: 3)



Resim-3: Yükleme esnasında tarafımızdan geliştirilmiş cihazlar

METOD:

Modelin fotoelastik malzemedan hazırlanması:

Üzerinde çalışacağımız modelin yapımı için tüberkül yapıları, diş dizileri bakımından normal anatomik şekle uygun bir mastır model aldık. Optosil ve xantopren ölçü maddeleri ile üst ve alt çeneden birinci ve ikinci ölçüleri aldık. Özel ölçü mumunu kızgın bir spatülle eriterek üst ölçü içindeki bütün negatif diş boşluklarını dolduracak şekilde akıttık. Böylelikle bütün negatif diş boşluklarını mevcut dişleri kökleriyle beraber ölçü içerisinde day şeklinde hazırladık. Sert alçıyı bol içerisinde iyice karıştırarak, vibratörle

ölçü içersine döktük. Alçı sertleştikten sonra kenarlarını alçı kesme makinası ile kestik. Ve kaynamakta olan suya negatif boşluklarıyla beraber elde etmiş olduk (Resim: 4)



Resim-4: Ana alçı modelimiz

Bu elde edilen alçı modeli, fotoelastik malzemeden dökmek için bir kalıp yapma gereği duyuldu. Çünkü fotoelastik malzemelerin polimerizasyonu ekzotermik bir reaksiyon olduğu için ısının kolayca nakli, en iyi şekilde metal kalıplarda olmaktadır. Modellerimizde tutucu yüzlerin olması, diğer taraftan metal kalıp yapımının güç ve pahalı bir işlem olmasına rağmen iki parçalı metal kalıp yapımı elektro-erozyon cihazı ile gerçekleştirildi. Yapılan alçı modelin aynısı % 99.9 luk elektrolitik saf bakır kullanılarak iki model elde edildi.

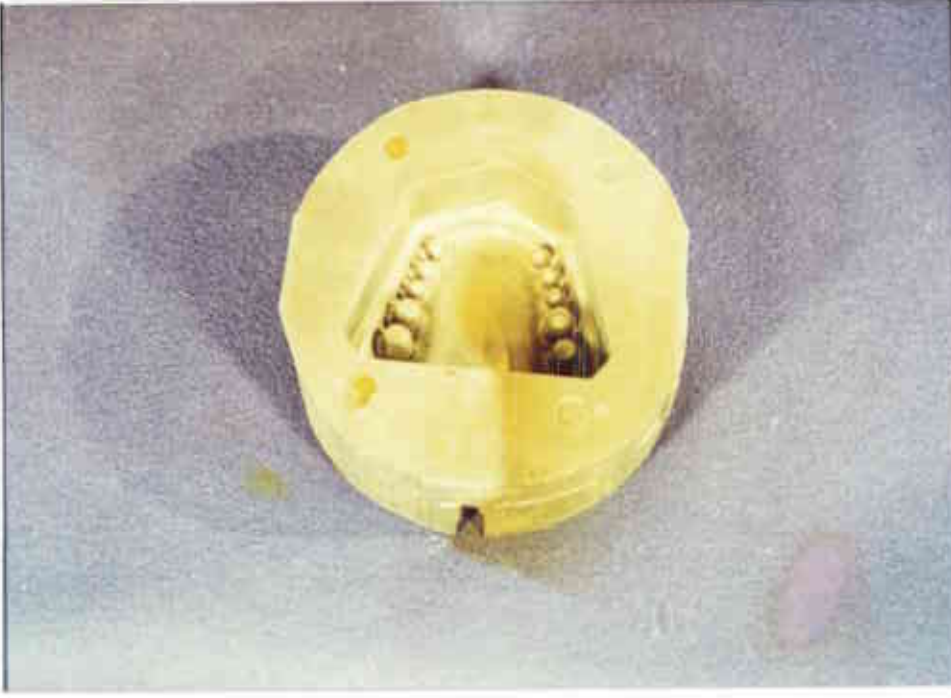
Bu bakır modeller elektro-erozyon cihazına bağlandı. Ve çelik metali oyarak bizim alçı modelimizin negatifini ortaya çıkardı. Böylece fotoelastik malzemeden yapacağımız modelimizin aynen negatif kalbını elde etmiş olduk. (Resim: 5-6)



Resim-5: Çelik metal kalıp

Çelik metal kalıbın elde edilmesinden sonra kalıp içersinde kullanacağımız fotoelastik bir malzeme Araldite-B, normal ısıda katı ve granüller halinde, sertleştiricisi HT-901 ise toz şeklindedir.

Çelik metal kalıba döküleceğimiz bu malzemenin kalıba yapışmaması için Ciba-Geigy Q2 kalıp ayırıcısı sürüldü. Sonra bu kalıp, kuvvet çizgilerini donduracağımız fırında 120 dereceye kadar ısıtıldı. Bu arada kalıba döküleceğimiz fotoelastik



Resim-6: Çelik metal kalıp

malzeme üç kısım Araldite-B ve bir kısım sertleştirici HT-901 yine aynı fırında 140 dereceye kadar ayrı ayrı ısıtıldı. Daha sonra homojen olabilmeleri için biraz beklendikten sonra hazırlanan bu malzeme ince bir tel süzgeçten süzülerek 120 derecedeki metal kalıba hava kabarcığı kalmayacak şekilde döküldü. Vakum tatbik edildi. Polimerizasyonun olabilmesi içinde fotoelastik malzemeyi düküğümüz kalıp 120 derecede 18 saat bekletildi. Bu müddet sonunda kalıp fırından hemen çıkarılmadı. Fırının harareti saate beş derece düşürülmek suretiyle oda hararetine getirildi. Bundan sonrada kalıp çıkarıldı. İki kısımdan meydana gelen metal kalıp açılarak , disiz kretler ve dişlerin negatif kök yuvaları ile birlikte,

araştırma yapacağımız üst çene ana modelimiz, fotoelastik malzemeden elde edilmiş oldu. Metal kalıp ve ayırıcı kullanıldığı için temiz çıkan modelimize ayrıca bir polisaj işlemi yapılmadı. (Resim:7)



Resim-7: Fotoelastik ana model

Elde edilen Araldite alveolar üst çene modelinde: Mevcut dişlerin kök yuvaları laklanarak hassas ölçü mumu kızgın spatülle eritilmek suretiyle dolduruldu. Böylece dişlerin kökleri mumdan hazırlanmış oldu. Dişlerin kron kısımlarının yapımında ise ilk aldığımız optosil-xantropen ölçüden istifade edildi. Ölçüdeki diş kron negatif boşluklarına mum doldurularak bütün dişlerin mumdan kronları elde edildi. Alt-üst çene-

nin kapanışına göre bütün dişlerin modelaji gözden geçirildikten sonra, dişler yuvalarından çıkarıldı ve teker teker alimünyumdan dökümleri yapıldı. (Resim: 8)



Resim-8: Alimünyumdan elde edilen dişler

Bu yöntemle aynı işlemler tekrar edilmek suretiyle üst alveoler çenede olmak üzere iki tip dört adet köprü türü

1 - 32 | 23

2 - 32 | 23

3 - 2 | 2

4 - 2 | 2

için yapay dişleri hareketli fotoelastik üst çene modeli elde edildi. Bunlardan 32 | 23 ve 2 | 2 tek noktadan yükleme için, diğer 32 | 23 ve 2 | 2 ise çene tek noktadan natürelle

yakın olabilecek şekilde köprünün arkasına uygun bar şeklindeki apareyle birlikte tek nokta yüklemesinde kullanıldı.

Normal diş köklerinin alveolle temaslarında ağızdaki doğal koşulları canlandırmak amacı ile silikon menşeyli xantopren kullanıldı. Her santimetre kareye bir damla katalizör ilavesi ile hazırlanan xantopren, alveol yuvaları içersine ince uçlu bir spatolle dolduruldu. Üzerlerine dişlerin kökleri yerleştirilerek dişler sırayla dizildi. Sertleşme gerçekleştirilmeden oklüzyon karşıt model ile karşı karşıya getirildi.

Alveollerden dışarı taşan lastikler keskin bir spatülle kesilip çıkarıldı. Böylelikle modelimizdeki dişlerin periodonsiyumları gerçekleşmiş oldu.

Köprülerin hazırlanması:

Fotoelastik modelimiz üzerinde yapacağımız iki değişik tip dört köprünün destek dişleri full kronlardan yapıldı.

Modelin üzerinde alüminyumdan hazırladığımız, dişsiz kret bitişiğindeki destek dişler, kron için diş kesim kaidelerine göre kesildi. Kuvvetin dişe intikalinin daha iyi bir şekilde temin etmek, kronların statik gücünü arttırmak için bütün destek diş kronlarına basamak yapıldı.

Kronlarda alt yapı için, ince plak mumundan yararlanıldı. Başlık haline getirdiğimiz bu mum üzerine mavi döküm mumu ile üst yapı hazırlandı. Proksimal yüzlerde kontakt

kisimlerin aktif olması temin edildi. Ve gövdeleri mavi mundan işleyerek tamamlandı.

Bu şekilde modelajları yapılan köprüler revatmana alındı santrifüjlü döküm makinesiyle dökümünü yapıldı. Dökümden sonra polisajı yapılarak fotoelastik model üzerine yerleştirildi. Bitirilen bu köprüler dört model üzerinde vertikal yüklemde kullanıldı. (Resim: 9-10-11-12).



Resim-9: Fotoelastik model üzerinde köprü görünümü

Çalışmalarımız sırasında modelimiz içinde değişik yönlere gerilimlerin oluştuğu tesbit edildi. Bunları ortadan kaldırmak için fırınlama tekniğinden yararlanıldı. Bu fırınlama işlemi içinde, modelimiz fırında serbest bir vaziyette 130



Resim-10: Fotoelastik model üzerinde köprünü görünümü



Resim-11: köprünün model üzerine yerleştirilmeden önceki görünümü



Resim-12: Köprünün model üzerindeki görünümü

derecede 8 saat bekletildi. Süre sonunda ısı, saatte 5 derece düşürülerek oda sıcaklığına indirildi. Neticede esas deneylere başlamadan önce modellerin bünyesinde bulunan istenmeyen gerilimleri silmiş ve araştırmaya hazır vaziyete getirmiş olduk.

Böylece aynı model ve aynı destek dişler üzerine uygulanan değişik tip sabit protezlerin, fonksiyon esnasında dişlere ve çene kemiğine yayılan kuvvetlerin büyüklük ve lokalizasyonunu görerek değerlendirme amacıyla modellerin iki

orta keserin değme noktası üzerinde vertikal yükleme yapıldı.

Vertikal yükleme:

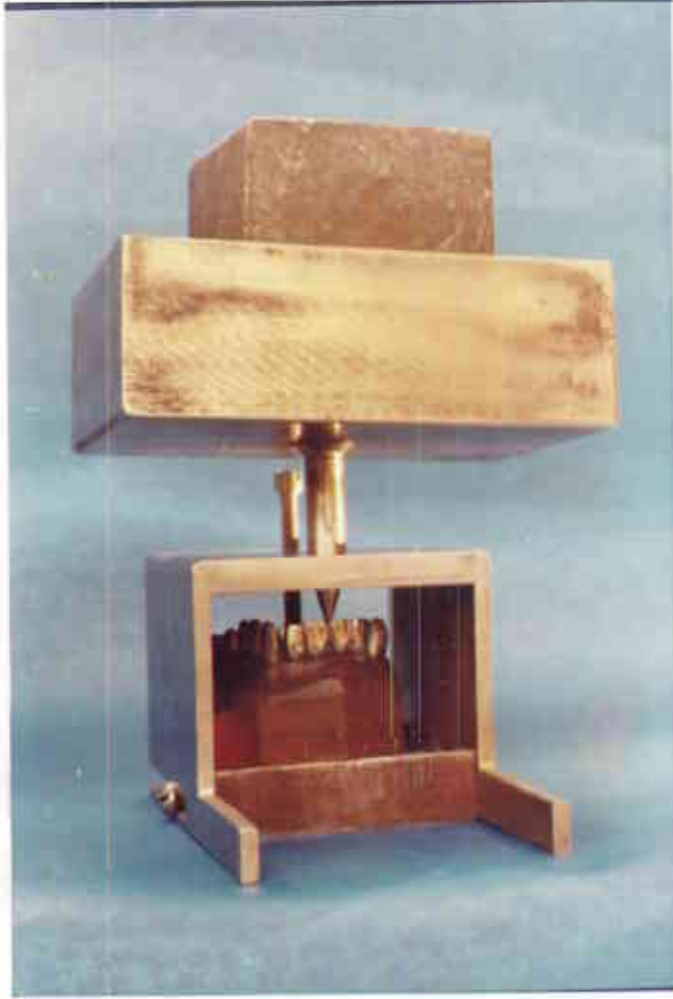
Fotoelastik model üzerine yerleştirilen köprü 25 derecelik meyilli takozla konuldu. Bu takoz geliştirilen raylı metal sistemin içine yerleştirildi. (Resim:13)



Resim-13: Takoz üzerine yerleştirilen fotoelastik modelin görünümü.

Bu raylı sistem üzerine konulacak olan ve yine tarafımızdan geliştirilen yük taşıyıcı tablanın sivri ucunun takoz üzerinde bulunan modeldeki köprüde tesbit edilen yükleme

noktasına sivri ucun denk gelebilmesi için takozun hareket ettirilerek istenilen noktaya gelmesi sağlandı. Ve y¼kleme kalıbına belirli ağırlıklar koymak suretiyle vertikal y¼k-leme yapıldı (Resim: 14)



Resim-14: Y¼klemeye hazır duruma getirilmiş modelin g¼r¼n¼m¼

Diğer iki k¼pr¼ içinde palatal kruvat¼r¼ne uygun bir plak ve buna bağlı orta kesici dişlerin birleşim noktalarının

üzerine gelen yere konik bir yuva yapıldı. Bu köprüleri-
mizde aynı şekilde belirli ağırlık koymak suretiyle verti-
kal yükleme sağlanmış oldu. (Resim:15-16)



Resim-15: Köprünün görünümü

Yükleme durumuna kadar getirilen fotoelastik model-
lerdeki köprülere tatbik edilen ağırlıktan dolayı modelde
oluşacak kuvvet çizgilerini dondurmak için ise fırında 120
derecede 18 saat bekletildi. Bu süre sonunda ısı her saat ba-
şı 5 derece düşürülerek modellerdeki kuvvet çizgileri dondu-
ruldu. (Resim-17)



Resim-16: Köprüye yapılacak yükleme pozisyonun görünümü



Resim-17: Kuvvet çizgilerinin dondurulması için kullanılan fırın ve uygulama durumundaki model.

Fırından çıkartılmış ve kuvvet çizgilerinin dondurulmuş olduğu modellerde izokromatik çizgileri yani fringe'ler iki boyutlu kesitlerde incelendi. En uygun kuvvet dağılımının incelenmesi için: Yapılan vertikal yüklemde alın- sal olarak alınan kesitler. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümündeki elektrikli testereyle yapıldı. Bu kesitler yine Orta Doğu Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümündeki elektrikli elmas polisaj makinası, çeşitli möl, zımpara ve pastalarla iyice parlatıldı. Kesitleri modellerin aynı yerlerinden alınmasına karşılaştırmanın değerlendirmesi yönünden dikkat edildi (Resim: 18)



Resim-18: Fotoelastik modelden alınan kesitler.

Meydana gelen izokromatik çizgilerin izlenmesi, modelden yapılan kesitler üzerinde mümkün oldu. Bu kesitler polariskop cihazına yerleştirilerek incelendi. İnceleme esnasında herhangi bir yükleme olmadan, modellerde donan kuvvet çizgilerinin akışı izlendi ve görüntüler tesbit edildi.

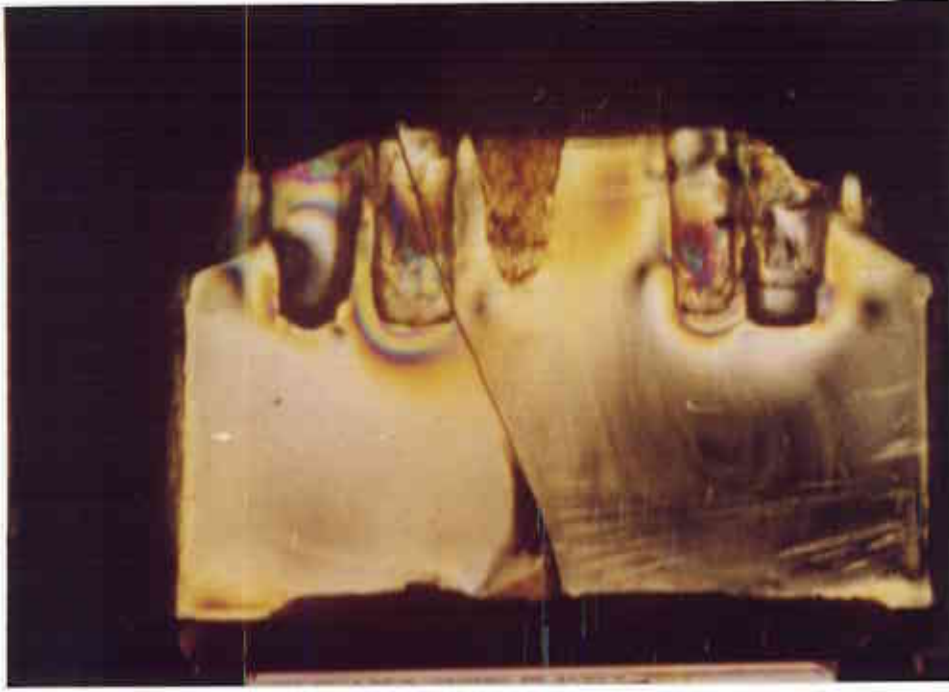
Izokromatik olarak isimlendirilen bu çizgilerin oluşmasında monokromatik ışık kaynağı olarak sodyum lambasından istifade edildi. Monokromatik ışık polaroid kutublanmış bir şekilde çıkararak çeyrek dalga plakası üzerinde iki bileşene ayrılır. Daha sonra ışık fotoelastik modelimize ulaşır. Kuvvet çizgilerini sabitleştirdiğimiz kesit modelimizde çifte kırıcılık kazanarak modeli terk eden ışık, eliptik polarizasyon durumu zıt yönlü iki dairesel polarizasyon şeklinde izah edilebilir. bu eliptik polarizasyona uğramış olur. Herhangi bir eliptik polarizasyon durumu sız yönlü iki dairesel polarizasyon şeklinde izah edilebilir. Bu durumda ikinci çeyrek plakaya ulaşan ışık yeniden plakanın optik eksenleri boyunca bileşenlere ayrılır. Bu bileşenler analizör eksenine dik ise modeldeki bu eksenlerin karşılığı ekran ve film üzerinde bir siyah nokta olarak belirir. Bundan dolayı modelin üstündeki asal gerilme farklarına göre tam siyahtan, tam aydınlığa doğru çeşitli noktaların optik izdüşümleri elde edilmiş olur ki, bunlar asal gerilmelerin faz farkından gelen geometrik şekiller veya izokromatikler (Fringe) olarak isimlendirilmek-

tedirler. Bu noktaların birleşmeside plastik içersinde çeşitli şekillerde kuvvet çizgilerini oluşturur.

Beyaz ışık kullanıldığında bu durum renkli spektrumlar olarak görülür. Her spektrum bir kuvvet çizgisini temsil eder. Bunlara fringe de denir. Zorlamaların hangi bölgelerde yoğun olduğu fringelerin sayılmasıyla hesaplanır. Ancak, taraflı bir eksen boyunca daima siyah renkli bir fringe vardır. Bunun derecesi sıfır olarak alınır ve sayma işlemi sıfırdan başlayarak 1-2-3 şeklinde devam eder.

BULGULAR

Yükleme esnasında tarafımızdan geliştirilen cihazlarla yaptığımız köprülere iki orta keserin birleşim yeri üzerinden uygulanan kuvvetten sonra fotoelastik modelden alınan kesitlerde kuvvet dağılımları ortaya çıkmadı..(Resim:19-20).



Resim-19: $\frac{2}{2}$ destek dişli modelden alınan kesit

Bu yüzden ağızdaki naturel durumu yaratmak için köprünün palatal tarafına ve eğimine uygun bir plak kullanıldı. Plağın üst iki orta keserin birleşim yerine gelen yerine ise koni şeklinde tek noktadan değen bir yuva yapıldı. Yüklemeye, köprü üzerine yerleştirilen plak üzerindeki noktadan yapıldı. Ve kuvvet çizgileri belirlenmiş oldu.

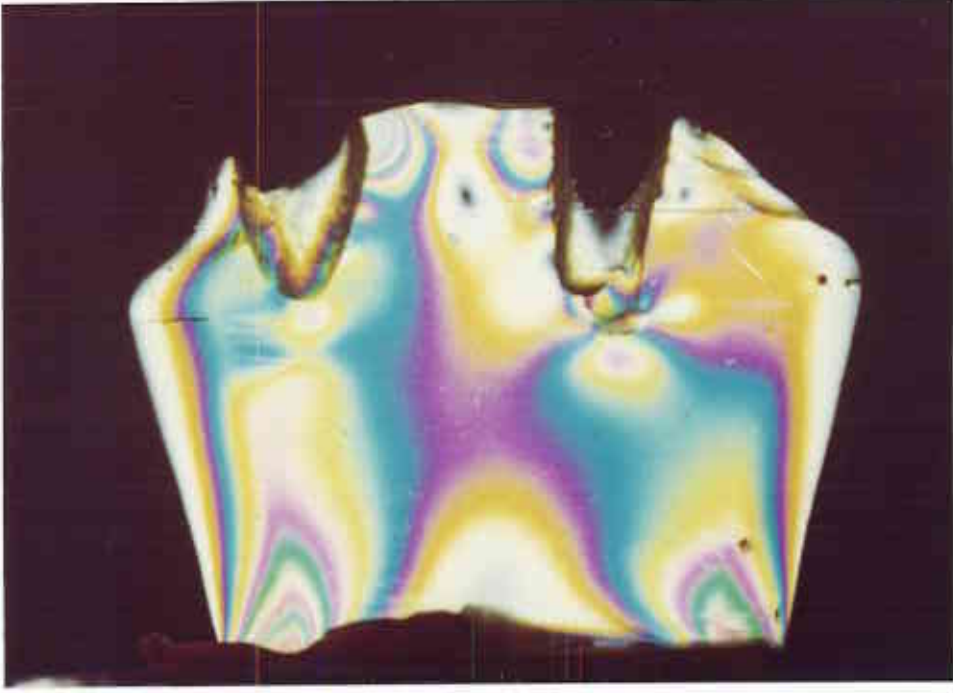


Resim-20: $\frac{32}{23}$ destek dişli modelden alınan kesit

A- Vertikal yüklemde alınan alınsal kesitte:

a) Mukoza ve alveolar yapıda: $\frac{2}{2}$ destek diş olarak alınan köprüde mukoza ve alveolar yapıya çok kuvvet gelmektedir. Bu kuvvet dağılımındaki artış, destek dişlerin mezial alveolar üst kısımlarına geldikçe artmakta olup her iki destek dişin mezialinde dört fringe, orta hatta ise iki adet yarım fringe tesbit edilmiştir (Resim: 21)

b) Mukoza ve alveolar yapıda: $\frac{32}{23}$ destek diş olarak alınan köprüde ise mukoza ve alveolar yapının orta kısmında kuvvet dağılımı yok denecek kadar az görünmektedir.



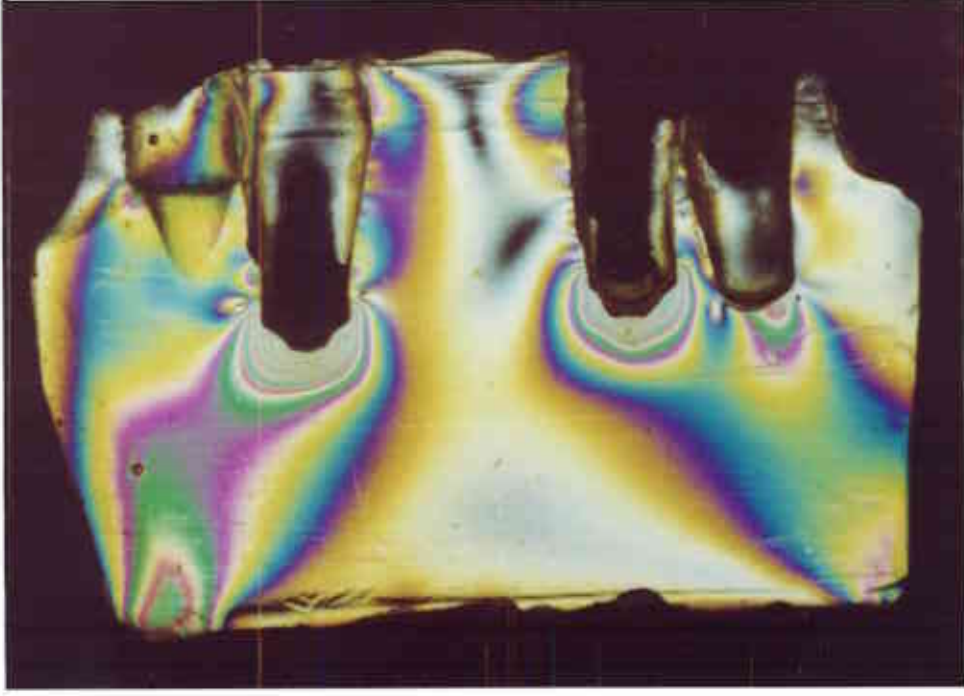
Şekil-21: $\frac{2}{2}$ destek dişli köprü modelinden alınan alınsal kesitin Polariskop ışık altında yük çizgilerinin görünümü

Destek dişlere doğru gittikçe de çok az bir kuvvet dağılımı ortaya çıkmaktadır. $\frac{2}{2}$ destek dişin mezialinde çok kalın bir fringe, orta hatta ise kalın ve yarım bir fringe tesbit edilmiştir. (Resim:22).

B- Vertikal yüklemde alınan alınsal kesitte:

a) Destek dişlerde: $\frac{2}{2}$ destek diş olarak alınan köprüdeki dişlerin köklerinde kuvvet dağılımı oldukça fazla

olup bu dağılım her iki kökte de hemen hemen eşit bulunmuştur. Bu iki destek dişin kökünde dört adet frinçe tesbit edilmiştir.



Resim-22: $\frac{2}{2}$ destek dişli köprü modelinden alınan alınsal kesitin Polariskop ışık altında yük çizgilerinin görünümü

b) $\frac{32}{23}$ destek dişli köprüde ise $\frac{2}{2}$ destek diş apekslerine gelen kuvvet dağılımı aşağı yukarı birbirlerine eşit görülmektedir. Bu dişlerin köklerinin apekslerinde dört adet frinçe tesbit edilmiştir. $\frac{3}{3}$ nolu dişlerle karşılaştırıldığında oldukça fazla bir kuvvet dağılımı göze çarpmaktadır. Bunlarda tesbit edilen frinçe sayısı ise bir buçuktur.

TARTIŞMA

Bu araştırmada üç boyutlu fotoelastik stress analiz yöntemi kullanılarak invitro deneyler yapılmıştır. Üç boyutlu analizler fotoelastik yöntemin en gelişmiş olanıdır. 1-12-25

Invitro bir yöntem seçme nedenini şöyle açıklayabiliriz: Invivo olarak yapılacak bir deneyin geçerliliği için aynı ağızda ve aynı koşullar altında, aynı destek dişler ve mukoza ile deneyin tekrarlanması gerekmektedir. Çünkü hasta grublarında periodontal dokuların histolojik yapıları, destek olarak kullanılan kemik dokusunun kalınlık ve yüksekliği, köklerin uzunluğu ve şekli ağızdan ağıza değişik olacaktır. Bu durumlara bağlı olarak deneyler farklılık gösterebilecektir.

Üç boyutlu fotoelastisite yöntemi, iki boyutlu ve kırılğan lak ile kaplama yöntemlerine göre daha duyarlı ve ayrıntılı sonuçlar vermektedir.

İki boyutlu olan çalışmalarda boyutlardan biri olan genişlik ve kalınlık, uzunluğa nazaran çok daha küçük ölçüler içinde kalmış bulunmaktadır. Dar saha üzerine uygulanan kuvvet muhakkak ki daha fazla kuvvetlerin oluşmasına neden olacaktır. Aynı zamanda kuvvetin temas noktası ile oluşan çizgilerin aynı yönde ve geniş bir sahada yayılışını görmek iki boyutlu metodda mümkün değildir. Halbuki üç boyutlu fotoelastisite metodunda, model üzerine uyguladığımız kuvvet tatbik

noktasından itibaren, en uzak sahalarına kadar her yönde kuvvet çizgilerinin oluşmuş halini görmek ve değerlendirebilmek mümkündür. Bunlardan dolayı üç boyutlu fotoelastisite metodunu kullanmayı tercih ettik.

Fotoelastik model üzerinde deneyini yaptığımız sabit protezlerin genel bir tarifini çeşitli yazarlar, ufak ayrıntılarla fakat esasta birleşerek benzer şekilde: "Sabit protezler sağlam, tedavi görmüş diş veya diş kökü üzerine dayanan ve alveol arki üzerinde dayanakları aracılığı ile boş dişlerin yerini tutan elemanların birleşmesinden meydana gelen bir sistemdir.³ " diye tarif etmişlerdir.

Bu sistemler devamlı olarak yatay ve dikey kuvvetlere maruz kalmaktadırlar. Dişe gelen kuvvet kısa süreli ise: dişte hareketin çok az, kuvvet sürekli ve yavaş etkiliyorsa hareket daha fazladır.²⁴⁻³⁷

Glan ve Appleby², yapmış oldukları bir araştırma ile destek dişlere gelen vertikal ve lateral kuvvetlerin daha etkin olduğunu belirlemişlerdir.

Diş hekimleri, yaptıkları sabit protezleri çiğneme ve diğer nedenlerle ortaya çıkabilecek sorunlardan korumanın çarelerini aramalı ve protezin daha uzun süre hastaların ağızında sağlıklı ve stabil kalmasını temin etmelidirler¹⁵⁻²³.

Araştırmamızda, anterior iki diş eksikliğinde yapılan köprüde destek olarak alınan 2 | 2 nolu dişler yerine, 32 | 23 nolu dişlerin destek alınarak bir köprü yapılmasının bu nedenlerle daha yararlı olacağı görülmüştür.

Köprü sistemlerinin periodonsiyum ile sıkı bir ilişkileri vardır. Diş üzerine gelen yatay ve dikey kuvvetlere karşı koymak üzere kollagen liflerin gerildiği kabul edilmiştir.²⁸ Mekanik bir olayda bu lifler diş alveoluna bağlayan ve bir ünite teşkil eden, elastik olmayan bağlar şeklinde görülür, fakat diş istirahate geçtiğinde gevşer ve dalgalı bir görünüm arzeder. Periodonsiyuma gelen kısa süreli etkiler dişte hareket meydana getirmez, uzun süreli etkiler ise dişte yer yer değişmeye sebep olurlar.

Gürkan,¹⁹ diş etkileyen kuvvetler devamlı olursa, basıncın alveole iletildiği yerlerde rezorbsiyon oluşur ve diş zamanla sallanmaya başlar.

Araştırmamızdaki kuvvet dağılımları gözleendiğinde kısa destekli köprüde alveolar yapıya ve destek dişlerin mezialine gelen kuvvetler çok daha fazla olduğundan, böyle bir diş noksanlığında bu destek dişler üzerine yapılan köprüye gelen kısa ve uzun süreli kuvvetler çok daha etkili olacaktır. Periodonsiyumda meydana gelecek rahatsızlık ve kemikteki rezorbsiyonla destek dişlerin sallanmasının kolaylaşacağı yukarıda belirtilen nedenler ve yapılan çalışmayla görülmektedir.

Halbuki aynı diş noksanlığında ikişer destek diş alınarak yapılan köprüde, yukarda belirtilen nedenlerin geçerli olmasına rağmen alveolar yapıda ve destek dişlerin meziallerinde aşırı bir stress dağılımı görülmemiş olup bunun daha yararlı olduğu belirlenmiştir.

Parfitt³⁷ , Picton³³ , Uhlig⁴⁶ 'ın araştırmaları, kısa süren oklüzal basıncın periodontal zardan kemik kanallarına kan ve doku akımı meydana getirmediği ortaya koymuştur. Bunun nedeni basıncın aslında periodontal bağların lifleri tarafından hidrolik bir fren gibi alınıp azaltılması ile açıklanabilir. Basıncın devam etmesi halinde, sıvı kemiğe az miktarda sızabilir. Bu durum dişin çok azda olsa yerinden oynamasını sağlar.

Araştırmamızda 2 | 2 destek dişli köprünün mukoza ve alveolar yapısında stress dağılımları görülmektedir. Halbuki 32 | 23 nolu dişler destek olarak kullanıldığında bu stresslerin yok denecek kadar azalmış olduğu görülmüştür.

Çiğneme fonksiyonunda yiyecekler dişler tarafından parçalanır, ezilir ve öğütülürler. Yumuşak gıdaların ezilmeleri için bir seri kas kasılmaları ile alt çene öne ve ileri gelmekte ve kesici dişler az bir kuvvetle birbirlerine değdirilmektedir. Sert yiyecekleri kesmek, koparmak için boyun kaslarıda işleme katılarak, ön dişler arasında tutulan parçayı kuvvetlice çeker ve ana parçadan ayrılmasını sağlar, her iki durumda da kuvvetin yönü ve şiddeti değişir.

Weingberg⁴⁷ ve diğ er yazarlar diş tüberkülünün eğ ik yüzeyine, . dikey bir kuvvet etki yaparsa diş üzerinde yatay bir kuvvete dönü Ő eceğini belirtmekte ve dönü Ő en bu yatay kuvvetleri dönme momenti olarak tanımlamaktadırlar. Bu yüzden yapılan sabit protezlerde dikkat edeceğ imiz en önemli noktalardan biri sabit köprü protezi aracılığ ı ile destek dişe gelen dönme momentini en küçük değ erlere düşürmektir.

Yine araştırmamızda deneyi yapılan köprüde 2 | 2 destek dişler yerine 32 | 23 nolu dişe destek olarak kullanılan köprüde, dönme momenti düşmez, ancak stresslerde uygun bir dağ ılım görülebilmektedir.

Vurma, yer değ iştirme ve diş kavbı ile, bozuk oklüzyonların varlığ ından, periodonsiyumun üzerindeki basınçların etkileri geniş ölçüde değ işebilir.⁴⁶

Çiğ neme basıncı dişlere, uzun eksenler yönünden başka bir yönde gelirse ilgili dişi devirmeye zorlar. Kuvvet bileşkesi mezial veya distal durum gösteriyorsa kuvvetin yönüne göre diş hareket eder.⁴⁹

Araştırmamızda yukarda bahsi geç en kuvvetlere karş ı 2 | 2 destek dişli köprüye nazaran 32 | 23 destek diş alınayapılan köprümüzün bu kuvvetlere karş ı koyacağ ı söylenebilir.

Belçer⁵, köprülerde biyolojik fenomenlerin merkezleştiğ i organların destek olduğ unu, bu yüzden hem üzerinde

taşıdıkları köprü protezi bakımından, hemde kendilerinin uzun süre sağlıklı bir şekilde kalabilmelerinin büyük önem taşıdığını ve destek dişler alveolde yerlerini ne kadar dikey olarak alırlarsa o kadar fazla basınca karşı koyabileceğini ve ideal köprü desteği sayılabileceğini belirtmiştir.

Biz de bu araştırmamızda fotoelastik model üzerinde vapay destek dişleri dikey olarak hazırladığımız yuvaları içersine yerleştirerek köprülerimizi yaptık ve basınç koyabilecek bir yapı üzerinde deneyleri yaptık.

Mühlemann²⁶, diğer noktaları kaldırıldığında ön dişlerin daha hareketli olduğunu görmüştür. Buna göre bir diş üzerine yapılan basınç değme noktalarından veya alveolar arası lifler aracılığı ile komşu dişlere iletilmektedir.

Değme noktaları aracılığı ile, dişlerin birbirlerine karşı belirli hareketleri esnasında, bir dişin komşu dişe basınç yaparak ona zarar vermesi önlenir.

Yukarda belirtilen sebeplerden dolayı yapılacak köprülerde ağızdaki dişlerle olan temas mutlaka sağlanmalıdır ki, gelen basınç dağılımı diğer dişlere intikal etsin. Deney yaptığımız köprüler bu prensibe uyularak yapılmıştır.

Bazı durumlarda dişler tek kollu kaldıraç gibi düşünülürse, aslında çift kolu bir kaldıraç gibi iş gören organlardır. Tek köklü bir dişi dikey bir kuvvet etkilediği zaman, dişin uzun eksenine paralel olarak alveol içine

gömüldüğü görülür. Bu anda periodontal liflerin pek çoğu için gerilme kuvvetleri söz konusudur. Her etkiye karşı bir tepkinin var olduğunu doğal olarak kabul edersek, dişe uygulanan fiziksel etkilere karşı periodontal membranın biyolojik yapısıyla karşı koyduğu sonucuna varılır.

Tylman⁴⁴, biyolojik reaksiyonlar ile fizik etkenler arasındaki yakın ilişkilerin varlığı yanında beliren patolojik reaksiyonlarda vak'a prognozunu tamamiyle kuvvetin yapısına bağlı olmadığını ifade ederek bunun: a) Mekanik, bakteriyel veya kimyasal olsun, oluşan reaksiyonların gidişine, b) Dokuların yeni bir ortama uygun bir cevap verme özelliğindedir dendiği söyler.

Eğer bu kuvvetler normal sınırlar içinde ise, dokuları uyarıcı olarak etkiler. Anormal kuvvetler ise geçici veya kalıcı oluşlarına göre akut veya kronik irritasyonlar doğurur.

Ağızda oluşan diğer bir kuvvet çeşidinde, diyagonal kuvvettir. Bu kuvvetin yatay bileşkesi, dişi, alveolar yuva içinde kuvvetin yönüne göre hareket ettirmeye çalışır. Bu durumda tek köklü bir dişin dönme merkezi kök ucunda değil, apeks ile klinik kökün ortasının arasında bulunan bir noktada yer almıştır. Gerçekten de bu harekete uygun olarak periodontal aralığın dişin bu bölgesinde daraldığı görülür.

Belger⁵ , "Eğer fonksiyon yapan bir dişin periodonsiyumunda dişe vaki olan basınç neticesi bir darlık müşahade edilecek olursa, evvel emirde muhitteki sert dokuda bir rezorbsiyon olmadan yalnız periodonsiyumdan bir darlık husule gelmiş demektir." diye ifade etmiştir.

Anterior sabit protezlerde periodonsiyuma sadece dişten dolayı bir basınç gelmemektedir. Çevre dokulardanda basınç geldiğinden periodonsiyumdaki kalınlaşmayla birlikte sert dokuda rezorbsiyonlar olacak ve periodonsiyumun harabiyetine sebep verecektir. Destek dişleri artırmakla bu arzu edilmeven sonuçların büyük ölçüde engellendiği görülmüştür.

Johnston²¹ , Maver²⁹ , yay derinliğinin büyük olduğu köprülerde destek dişler üzerine dağılan kuvvetler üzerinde durmuşlar ve bu kuvvetlerin destek dişleri olumsuz yönde etkilediğini iddia etmişlerdir.

Graig ve Peyton¹¹ , deneysel kuvvet analizi metodlarında kırılğan lak ile kaplama tekniğiyle sabit köprülerde gerilimi ölçmüşler, arka dişlerde dayanıklılığın daha fazla olduğunu ve gerilimin kuvveti ve yönünün, kuvvet tatbikinin pozisyonuna, köprünün hacim ve şekline bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Skurnik⁴¹ ve Schweitzer³⁹ , gibi araştırmacılar da aynı tip köprülerde ısırma güçlerinin oluşturduğu olumsuz etkenleri karşılayabilmek için kanin dişleri ile komşu olan birinci kü-

çük azıların da destek diş olarak protez planlaması içine alınmasını önermektedirler.

Yukarıdaki araştırmacıların belirttikleri gibi gerek ısırma kuvvetlerinin destek dişler üzerindeki dağılışı, gerekse destek diş olarak kaninlerin kullanılması önerilerine katılıyor ve araştırmamızdaki deneylerde de bunu gözlemiş oluyoruz.

S O N U Ç

Anterior diş eksikliğinde belirlenen sabit protez endikasyonlarının prensipleri içinde: Kayba uğramış ön iki santral diş yokluğunda hangi tip köprünün ne gibi yönlerden daha elverişli olduğunu deneysel olarak yaptığımız değişik iki tip köprü üzerinde yapılan yüklemelerden sonra gözlenen sonuçları şunlardır:

I- $\frac{2}{2}$ destek diş olarak alınan bir köprüde destek dişlere gelen yükün mukoza, alveolar yapı ve diş kökleri tarafından taşındığı görülmektedir.

II- $\frac{32}{23}$ destek diş olarak alınan köprüde ise her iki destek dişe gelen vertikal yükün yok denecek kadar az bir kısmı mukoza ve alveolar yapı tarafından, büyük bir kısmı $\frac{2}{2}$ desteklerle, çok az bir kısmı ise $\frac{3}{3}$ desteklerle taşınmaktadır.

III- $\frac{32}{23}$ destek diş olarak alınan köprüde: $\frac{2}{2}$ nolu destek dişe gelen yük dağılımları $\frac{2}{2}$ destek dişli köprünün kökteki yük dağılımına eşit olmasına rağmen, $\frac{2}{2}$ destek dişli köprüde mukoza ve alveolar yapıya gelen yük: $\frac{32}{23}$ destek dişli köprüde $\frac{3}{3}$ nolu destek dişler vasıtasıyla karşılanmaktadır.

IV- Bu yüzden $\frac{2}{2}$ destek dişli köprüdeki kemik rezorbsiyonu çok ve daha çabuk olacağından: $\frac{2}{2}$ destek diş alınarak yapılacak köprüde dayanıklılık ve sürekliliği muhafaza etmek ve dişlerdeki lüksasyonu en az seviyeye indirebilmek için $\frac{3}{3}$ nolu dişlerin destek olarak alınması gerekir.

Ö Z E T

Anterior köprülerde farklı destek diş seçimi ile çene kemiğinde oluşan stresler fotoelastik yöntem ile incelenmiştir.

Fotoelastik modeldeki köprüler üzerinde dikey yükleme yapıldıktan ve modelden alınan kesitlerin incelenmesinden sonra destek dişleri artırmanın yararlı olacağı saptanmıştır.

Bu tip köprülerde dikey yüklemekten başka, lateral yüklemelerde yapılabilmektedir. Ve bunlar birbirleriyle karşılaştırılarak daha iyi bir sonuca da varılabilir.

K A Y N A K L A R

- 1- Aydınlik, E., Şahin, E.: Hacettepe Diş Hek. Fak. Dergisi. Cilt 1, Sayı 1, S 78-85, Haziran 1977.
- 2- Akın, E.: Köprü gövde ve çapalarının elastisite, direnç ve mekanik yönlerden incelenmesi. Doç. Tezi. İstanbul 1972.
- 3- Belger, L: Köprü sınıflandırması ders notları. İstanbul 1965.
- 4- Belger, L: Fonksiyon halinde bulunan çene kemiği strüktürleri üzerinde araştırmalar Kader basımevi. S.3-5 İstanbul 1951
- 5- Belger, L.: Kron-Köprü protezleri, Bilmen basımevi. Bölüm 1 S. 76-78 İstanbul 1975.
- 6- Beliard, M: La pratique stomatologique. Tom VI. Prothese Dentaire Conjointe. Paris 1949.
- 7- Bien, S.: Fluid Dynamic Mechanisma Tooth Movement. Arc. Oral. Bio. Pp. 173-201. 1966
- 8- Blattergein, L.: Study of Partial Denture Claspıng. J.A.D.A. 43: 169-185. 1951
- 9- Böttger, H., Haupl, K., Kirsten, H.: Zahnarztliche prothetik, Bant I. İkinci baskı Johann Ambrosius. Barth, Velag, Leipzig. Pp. 335-564. 1961.

- 10- Brumfield, R.C.: Load Capacities of Posterior Dental Bridges. J. Prost. Dent. Pp. 530. 1954.
- 11- Craig, R.G. and Peyton, F.A.: Measurement of Stress in Fixed Bridge Restorations using a Brittle Coating Technique. J. Prosth. Dent. 44: 765-762. 1965.
- 12- Craig, R.G. et al.: Experimental Stress Analysis of Dental Restorations. Part I. J. Prosth. Dent 17:277.1967.
- 13- Çuhadaroğlu, İ.: Kron-köprü Protezi, Ayyıldız Matbaası. S: 31-43, 225-262 Ankara 1973.
- 14- El-Ebrashi and Peyton, F.A.: Experimental Stress Analysis of Dental Restorations, part VII. J. Prosth. Dent. 23: 177.186.1970.
- 15- Ersoy, M.: Fotoelastik metodla yapılan araştırmalarda üç boyutlu diş modellerinin hazırlanması ve meydana gelen kuvvet çizgilerinin analizi Doç. Dezi. Ankara.
- 16- Farah, J.W. and Craig, R.G.: Distribution of Stresses in Porcelain-Fused to Metal and Porcelain Jacket Crowns. J. Dent. Res., abs. 54:255-261.1975.
- 17- Frechette, A.R.: Partial Denture Planning with Special Reference to Stress Distribution. J. Ontario Dent. A. 30: 318-329.1953
- 18- Gianelly, A., Goldman, H.M.: Biologic Basis of Orthodontics. Lea and Febier. Philadelphia. Pp. 116-137-1971.

- 19- Gürkan,S.İ.: Diş Hastalıkları ve Tedavisi, 5. Baskı.Ss. 236 İstanbul 1963.
- 20- Hildebrant,G.Y.: Crown and Bridge Proshesis 3. ed. Mosby Co. Pp. 170
- 21- Johnston, J.F., Phillips, R.W. Dykema, R.W.: Köprü protezlerinde modern uygulamalar. Çev. Doç. Dr. Müjgan Öktemer, Dr. Halil Taşer. Dr. İbrahim Çağlayan Vakfı.1982.
- 22- Kantorowich,A.: Repetitorium. Kader basımevi İst. Pp. 96-89.1938
- 23- Kural, O.: Hacettepe Diş Hek. Fak. Doç. Tezi. Ankara 1973.
- 24- Körber, K.H., and, Körber, S.İ.: Mechanisms of Tooth Support, a Symposium. John Wright and Sons. Bristol, England. Ss. 148-1967
- 25- Lee, G.H.: Three Dimensional Photoelasticity, and Introduction to Experimental Stress Analysis. John Wiley and Sons, inc. New-York, London. Ss. 211.1950.
- 26- Mühlemann, H.R.: J.Periodont. 25:125.128. 1954.
- 27- Montsch Von A.und Gauss O.: Spannungsoptische Untersuchungen Über Frontzahnbrückenanker. Dzz. 24 Heft 9,796-802, 1969.
- 28- Welcher,A.H., and, Bowen, W.H.: Biology of the Periodontium, Academic Press, London, Pp. 365-368, 376-394,1969.

- 29- Mayer, W., Rebel, H.H.: Lehrbuch Der Zahnheilkunde. Munchen. Pp. 661, 1951.
- 30- Mahler, D.B. and Peyton, F.A.: Fotoelasticity as a Research Technique for Analyzing Stresses in Dental Structures. J. Dent. Res. 34:831-838, 1955.
- 31- Maxwell, The Physical Principles Underlying Preodontal Trauma, D.T. Illinois. 8, 1939.
- 32- Noras, Y.: Diş Hekimliği Tarihi. Hacettepe Üni. Basımevi. Ss. 4-7, Ankara 1973.
- 33- Picton, D.C.A.: Some Implication of Normal Tooth Mobility During Mastication. Arch Oral Bio., 9: 565-573, 1964.
- 34- Perkün, F.: Karşılaştırılmalı Diş, Çene ve Yüz Sistemi. Kutulmuş matbaası, 1970
- 35- Proskauer, C. und Witt. F.H.: Bildgeschichte der Zahnheilkunde. M. Du Mont Schauberg Verlag, Köln. Pp. 163-164, 1962.
- 36- Powder. R.G.: Stress Breakers in Partial Denture Design. J.D.A.S.A. 23: 138-143, May. 1968
- 37- Parfitt, G.J.: Measurement of the Physiological Mobility of Individual Teeth in an Axial Direction, J. Dent. Res. 39: 608-618, 1960.
- 38- Ralph, W.J., Williams J.F.: Analysis of Stress in Alveolar Bone. A Two-Dimensional Photo-elastic Model. Arch. Oral. Bio., 20: 411-414, 1975.

- 39- Schwetzer, J.M.: Restorative Dentistry. The C.V. Mosby Co.St.Louis. Pp. 66-71, 1947.
- 40- Shohet, H.: Relelative Magnitudes of Stress on Abutment Teeth with Different Retainers. J. Prosth. Dent. 21: 267-282, 1969.
- 41- Skurnik,H.,: Treatment Planning For Occlusal Rehabilitation. J. Prost. Dent. 1959.
- 42- Şahin, E.: Sabit köprülerde (E.S.G) kullanarak çiğneme kuvvetlerinin saptanması. Doç. Tezi. Ankara.
- 43- Thompson, W.D. Kratochvil, F.J. and Caputo, A.A.: Evaluation of Photoelastic Stress Patterns Produced by Various Designs of Bilateral Distal extension Removable Partial Dentures, J. Prosth. Dent, 38:261-272, Sept. 1977.
- 44- Tylman,S.D.: Theory and Practice of Crown and Bridge 5 th. Ed. The C.V. Mosby Comp. Saint-Louis. Pp: 151-176, 218-281, 1965.
- 45- Tylman, S.D.: Theory and Practice of Crown and Fixed Partial Prosthodontics, the C.V. Mosby Comp., St Louis. Pp: 160-190, 912-914, 1970.
- 46- Uhlig,H.: World Workshop in Periodonties, Pp. 241.

- 47- Weinberg, L.A.: A.Cinematic Study of Centric and Eccentric Occlusions. J. Prosth. Dent., 14: 290-293, 1964.
- 48- Weinberg,L.A.: Axial Inclination and Cuspal Articulation in Relation to Forse Distrubution. J. Porsth. Dent. Pp: 804-813, Nav. 1957.
- 49- Yenigül, M.: Çiğneme Sisteminin Biomekaniği: Hacettepe Diş. Hek. Fak. Dergisi. Ciit. 2, Sayı. 3-4, S. 278-297, 1978.
- 50- Yenigül, M.: Bilinen bir origine göre bölümlü diş dizilerindeki diş hareketini yön ve miktarınının saptanması. Hacettepe Diş. Hek. Fak. Dergisi. Cilt 2., Sayı-34, S. 309-318, 1978.