T.C.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

129859

KENNEDY SINIF III DİŞSİZLİK OLGULARINDA ÜÇ FARKLI TÜR HASSAS TUTUCUNUN KUVVET İLETİMİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Dt. Burcu (Demiralp) Avcı

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

129859

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mutahhar ULUSOY

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Bu tez, Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından 2001-08-02-041 proje numarası ile desteklenmiştir.

2003-ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 25 / 2 /2003

İmza

Jüri Başkanı

Jüri

Prof. Dr. A. Kenser Aydın (Y.)
Yedek Prof. Dr. Yüksel Türköz

Jüri

Prof. Dr. Mutahhar Ulusoy

Jüri

Prof. Dr. Bülent ULUSAĞ

Jüri

Prof. Dr. Gülay KANSU

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım sırasındaki yardımlarından dolayı sayın hocam Prof. Dr. Mutahhar Ulusoy'a, fotoelastik deneylerimin yapılması ve değerlendirilmesinde yardımlarından dolayı Sn. Prof. Dr. Ömer Gündüz Bilir'e, öğrenciliğimden itibaren bu güne kadar ihtiyacım olduğunda her zaman yanımda olan ve kendisinden çok şey öğrendiğim Prof. Dr. A. Samimi Demiralp'e teşekkür ederim.

Bu güne gelmemde büyük emek veren anneme, babama ve tüm tez çalışmam boyunca desteğini ve yardımlarını esirgemeyen eşim Dr. Denizhan Avcı'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay		i
Önsöz		ii
İçindekiler		iii
Simgeler ve Kısaltmalar		v
Şekiller ve Resimler		vi
Çizelgeler		ix
1. GİRİŞ		1
1. 1.	Bölümlü Protezlerde Kuvvet İletim Şekilleri	2
1.2.	Bölümlü Protezlerde Stabilizasyon	3
1. 3.	Bölümlü Protezlerde Tutuculuk	3
1. 3.1.	Direkt Tutuculuk	5
1. 3.2.	Dolaylı "Endirekt" Tutuculuk	6
1. 4.	Direkt Tutucular	6
1. 5	Çiğneme Kuvvetlerinin Kısımları	17
1. 5.1	Vertikal Komponent	17
1. 5.2.	Lateral Komponent	18
1. 5.3	Antero-Posterior Komponent	18
1. 6.	Konuya İlişkin Yapılmış Çalışmalar	19
1. 7.	Kuvvet Analiz Yöntemleri	23
1. 7. 1.	Kırılgan Vernik Kaplama Tekniği	24
1. 7. 2.	Gerilim Ölçer Kuvvet Analiz Yöntemi	24
1. 7. 3.	Sonlu Eleman Kuvvet Analiz Yöntemi	25
1. 7.4.	Radiotelemetry	25
1. 7.5.	Termografik Kuvvet Analiz Yöntemi	25
1. 7.6.	Holografik İnterferometri	26
1. 7.7.	Fotoelastik Kuvvet Analiz Yöntemi	26
1. 8.	Fotoelastik Kuvvet Analizi	26
2. GEREÇ VE YÖNTEM:		33
2.1.	Ağız Ortamını Yansıtan Modelin Hazırlanması	40
2.2.	Destek Dişlerin Hazırlanması	41
2.3.	Fotoelastik Modelin Hazırlanması	42
2.4.	Kronların Hazırlanması	43
2.5.	Protezlerin Yapımı	43
2.6.	Yükleme İşlemi	45

3.BULGULAR: 47

3. 1. Tek Taraflı Dikey Yükleme Bulguları 47
3. 1. 1. Rezilient Hassas Tutucular 47
3. 1. 2. Rijid Hassas Tutucular 48
3. 1. 3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular 50
3. 2. Çift Taraflı Dikey Yükleme Bulguları 51
3. 2. 1. Rezilient Hassas Tutucular 51
3. 2. 2. Rijid Hassas Tutucular 52
3. 2. 3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular 54
3. 3. Mesiale Eğimli Yükleme Bulguları 55
3. 3. 1. Rezilient Hassas Tutucular 55
3. 3. 2. Rijid Hassas Tutucular 56
3. 3. 3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular 57
3.4. Distale Eğimli Yükleme Bulguları 59
3. 4. 1. Rezilient Hassas Tutucular 59
3. 4. 2. Rijid Hassas Tutucular 60
3. 4. 3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular 61

4.TARTIŞMA 65

5. SONUÇ 72

ÖZET 73

SUMMARY 74

KAYNAKLAR 75

SİMGELER VE KISALTMALAR

( )°	Derece
Cr-Co	Krom-kobalt
D.O.R.	Disto-okluzal rest (tırnak)
gr	Gram
kg	Kilogram
mm	Uzunluk Birimi
M.O.R.	Mesio-okluzal rest (tırnak)
Nm	Nanometre (1/ 1 000 000 000 metre)
pph	Parts per hundred
R.P.I.	Mesio-okluzal rest, proksimal plak, I-bar kroşe sistemi

ŞEKİLLER VE RESİMLER

Resim 1.1	Düzlemsel Polariskop düzeni (Özçelik, 2002)
Resim 1.2.	Sirküler Polariskop düzeni (Özçelik, 2002).
Resim 2.1	Bredent VKS-SG
Resim 2.2	Ceka-Revax
Resim 2.3	ASC-52 ve iç yapısı
Resim 2.4	Amortisör
Resim 2. 5	Amortisörün iç yapısı
Resim 2. 6	Miniancor Rijid Attachment
Resim 2. 7	Miniancor'un iç yapısı
Resim 2. 8	NAB-92
Resim 2. 9	Rod Attachment
Resim 2. 10	AP Piccolino
Resim 2. 11	Klinat-98
Resim 2. 12	Preci-Vertex
Resim 2. 13	PL-2 ve PLH-2
Resim 2. 14	Mum dublikat model
Resim 2. 15	Fotoelastik model için hazırlanan destek dişler
Resim 2. 16	Fotoelastik model
Resim 2.17.	İskelet protezlerin metal alt yapıları
Resim 2. 18.	Bitmiş iskelet protezler
Resim 2. 19.	Polariskop cihazı
Resim 2. 20.	Çift taraflı dikey yükleme işlemi
Resim 2. 21	Tektaraflı dikey yükleme
Resim 2. 22	Mesiale eğimli yükleme
Resim 2. 23	Distale eğimli yükleme
Resim 3.1.	Bredent esnek tip
Resim 3.2	Ceka-Revax
Resim 3.3.	ASC-52
Resim 3.4	Amortisör
Şekil 3.1	Rezilient grup tek taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.5	Miniancor
Resim 3.6	NAB-92
Resim 3.7	Bredent rijid tip
Resim 3.8	Rod attachment
Şekil 3.2	Rijid grup tek taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.9	AP-Piccolino
Resim 3.10	Klinat-98
Resim 3.11	Preci-vertex
Resim 3.12	Bredent yarı-rijid
Şekil 3.3	Yarı-rijid grup tek taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral

	gerilimler
Resim 3.13	Bredent esnek tip
Resim 3.14	Ceka-Revax
Resim 3.15	ASC-52
Resim 3.16	Amortisör
Şekil 3.4	Rezilient grup çift taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.17	Miniancor
Resim 3.18	NAB-92
Resim 3.19	Bredent rijid tip
Resim 3.20	Rod attachment
Şekil 3.5	Rijid grup çift taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.21	AP-Piccolino
Resim 3.22	Klinat-98
Resim 3.23	Preci-vertex
Resim 3.24	Bredent yarı-rijid tip
Şekil 3.6	Yarı-rijid grup çift taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.25	Bredent esnek tip
Resim 3.26	Ceka-Revax
Resim 3.27	ASC-52
Resim 3.28	Amortisör
Şekil 3.7	Rezilient grup mesiale yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.29	Miniancor
Resim 3.30	NAB-92
Resim 3.31	Bredent rijid tip
Resim 3.32	Rod attachment
Şekil 3.8	Rijid grup mesiale yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.33	AP-Piccolino
Resim 3.34	Klinat-98
Resim 3. 35	Preci-vertex
Resim 3.36	Bredent yarı-rijid tip
Şekil 3.9	Yarı-rijid grup mesiale yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3. 37	Bredent esnek tip
Resim 3. 38	Ceka-Revax
Resim 3. 39	ASC-52
Resim 3. 40	Amortisör
Şekil 3.10	Rezilient grup distale yüklemede apikal ve lateral gerilimler
Resim 3.41	Miniancor
Resim 3. 42	NAB-92
Resim 3. 43	Bredent rijid tip
Resim 3. 44	Rod attachment
Şekil 3.11	Rijid grup distale yüklemede apikal ve lateral gerilim
Resim 3.45	AP-Piccolino
Resim 3.46	Klinat-98
Resim 3.47	Preci-vertex
Resim 3.48	Bredent yarı-rijid tip

Şekil 3.12. Yarı-rijid grup distale yüklemede apikal ve lateral gerilim
Şekil 3.13. Rezilient grupta apikal gerilim dağılımı
Şekil 3.14. Rijid grupta apikal gerilim dağılımı
Şekil 3.15. Yarı- rijid grupta apikal gerilim dağılımı
Şekil 3.16. Rezilient grupta laterall gerilim dağılımı
Şekil 3.17. Rijid grupta lateral gerilim dağılımı
Şekil 3.18. Yarı-rijid grupta lateral gerilim dağılımı

ÇİZELGELER

Çizelge 1. 1 Direkt ve Endirekt tutucuların sınıflandırılması (Ulusoy, 1999)

Çizelge 1. 2. Hassas tutucuların sınıflandırılması (Preiskel, 1984).

Çizelge 2. 1. Çalışmamızda kullanılan hassas tutucular

Çizelge 2. 2. PL-2'nin mekanik ve optik özellikleri

1.GİRİŞ

Canlı organizmaların uyduğu biyomekanik kuralların başında yer alan Wolf kanununa göre; yük ya da kuvvetlerin fizyolojik tolerans limitleri içinde tutulabilmesi, yük doğrultusuna göre kemiksel alt yapının yararlı tarzda şekillenmesine bağlıdır. Çiğneme sisteminde etken olan kuvvet, çiğneme yükü olduğuna göre, hareketli bölümlü protezlerde yapısal unsurların, özellikle de tutucuların bu yükler karşısındaki tepkilerinin ve çene kemiklerine yük iletim özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir.

Eğer tutucular, kısmi dişsizlik olgularının klinik özelliklerine göre belirlenir ve kullanılırsa, okluzyon ve planlama ilkelerinin hatasız uygulanması koşuluyla protezin destek diş ve dokulara yıkıcı kuvvetler iletmemesi büyük ölçüde sağlanmış olur.

Kennedy Sınıf I ve II (doku destekli), III ve IV gibi (diş destekli) olgular arasından yıkıcı parametrelerin en az olduğu Kennedy Sınıf III olgusu seçilerek, örneğin serbest sonlu olgulardaki dişsiz doku reziliensi gibi birçok parametrelerin olumsuz etkisinden korunmuş olarak üç ana gruptaki hassas tutucuların kuvvet iletim özelliklerinin sistematik olarak incelendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Kennedy Sınıf III vakalarda protezin eyer kısmının kısa, destek dişlerin sağlam ve etraflarında minimal miktarda kemik kaybının bulunduğu durumlarda köprü ile restore edilemiyorsa en kötü ihtimalle boş bırakılabildiği halde eksik dişlerin sayısının daha çok olduğu durumlarda kalan dişlerin periodontal destekleri zayıflamış olup uygulanacak protez bilateral hareketli bölümlü protez olmalıdır. Eksik diş sayısının çok fazla olduğu durumlarda ve desteklerden bir tanesi çok zayıf ise örneğin arka desteğin 2. veya 3. molar, ön desteğin ise kısa köklü lateral kesici dişlerden ibaret olduğu vakalarda ön saha mukozadan destek alacaktır (Ulusoy ve Aydın, 1988; Çalıkkocaoğlu,1996).

Çalışmamızda bu nedenle eksik diş sayısının ve kemik rezorpsiyonunun fazla olduğu, sabit protez uygulamasının imkansız olduğu Klas III olgularında kullanılan

üç ana gruptaki (rezilient, rijid ve yarı-rijid) hassas tutucuların destek dişlere ilettiği kuvvetlerin fotoelastik stres analizi yöntemi ile invitro, karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları rezilient, rijid ve yarı-rijid türdeki hassas tutucuların destek dişlere kuvvet iletim şekilleri hakkında bize bilgi verecek ve bu suretle protetik diş tedavisi klinik uygulamalarında destek dişlere en az kuvveti ileten hassas tutucuların kullanımına ve daha sağlıklı protez yapımına olanak tanıyacaktır.

1.1.Bölümlü Protezlerde Kuvvet İletim Şekilleri

Kısmi dişsizlik gösteren diş kavislerinde hareketli bölümlü protezler için iki ayrı karakterde destek doku söz konusudur. Bunlardan birincisi dişler, ikincisi ise dişsiz bölgeyi örten mukozadır. Dişler, bölümlü protezlerin tutucuları aracılığı ile üzerlerine gelen yükleri kendi destek dokuları vasıtasıyla çene kemiğine iletirler. Diş destek dokularının tümüne birden periodonsiyum denir. Periodonsiyum; 1) dişeti "gingiva", 2) diş-dişeti birleşme kısmı "dento-gingival bağlantı", 3) periodontal membran, 4) sement ve 5) alveol kemiğinden oluşur. Ağız mukozası ise epitel ve lamina propria olarak adlandırılan iki tabakadan meydana gelmiştir. Lamina propria tabakasının altında sırasıyla submukoza, periost ve kemik bulunur. Bölümlü protezlerin kaidesi vasıtasıyla çeşitli kuvvetler, önce mukozaya ve daha sonra da yukarıda belirtilen ara tabakalar aracılığı ile çene kemiğine iletilirler. Buna göre bölümlü protezlerde kuvvetler;

1) Dişler ve destek dokuları,

2) Mukoza ve altındaki dokular vasıtası ile, çene kemiğine iletilmektedir. Protezlerin desteklendiği dokuların anatomik ve patolojik özelliklerine göre kuvvetler, değişen oranlarda bu iki tür destek doku arasında dağılmaktadırlar. Örneğin, Kennedy sınıf I vakalarında mukoza desteği diş desteğinden fazla, Kennedy sınıf III vakalarında ise diş desteği mukoza desteğinden fazla etkin durumdadır (Ulusoy ve Aydın, 1988; Carranza, 1990; Grasso ve Miller, 1991).

1.2. Bölümlü Protezlerde Stabilizasyon

Stabilite; protezlerin, fonksiyonel kuvvetler altında yer değiştirmeye karşı direnç göstermesi, sabit, dengeli ve oynamadan yerinde kalabilme özelliği veya hareketli bölümlü protezlerin oturma yüzeyi ve destek dişler ile ilişkisinde denge konumunu sürdürme özelliği olarak tanımlanabilir. Stabilizasyon ise protezlere stabilite kazandırma işlemine verilen isimdir. Stabilizasyonu sağlayan bölümlü protez unsurları, protezin çok yönlü hareketlerine karşı dengelenmesine yardım eden rijid kısımlardır (Ulusoy ve Aydın,1988; McGivney ve Castleberry, 1989; Lechner ve MacGregor, 1994).

Bu rijid protetik yapılar ve anatomik unsurlar; dikey diş yüzeyleri ile temasta olan bütün minör bağlayıcılar, dengeleyici protez uzantıları, uyumlu okluzyon, kret desteği ve derinliği, direkt ve endirekt tutucular, rehber düzlemler ve ana bağlayıcılardır (Ulusoy ve Aydın,1988; McGivney ve Castleberry, 1989; Lechner ve MacGregor, 1994).

1.3. Bölümlü Protezlerde Tutuculuk

Tutuculuk; çenenin açılma hareketlerine ilişkin kuvvetlere, gıdaların yapışkanlığı ve üst çenede yer çekimi kuvveti gibi, protezi oturma sahasından çıkarıcı kuvvetlere karşı dirençtir. Hareketli bölümlü protezler yönünden direkt tutuculuk ise, bu protezlerin destek dişlerden ayrılmasına, kroşeler veya diğer tutucular yardımı ile direnç göstermesi olarak tanımlanmaktadır. Bir protez yerine yerleştirildikten sonra giriş yolu boyunca oluşan yer değiştirici kuvvetlere karşı koymalıdır. Tek başına veya kombine halde oluşan anterior, posterior ve lateral yer değiştirici kuvvetler protezin rotasyona uğramasına ve devrilmesine neden olurlar. Tutucu unsurlar protezlerin bu kuvvetler karşısında ağızda stabil kalmasını ve tutunmasını sağlayan, dişlere uygulanan yapısal unsurlardır. Hareketli bölümlü protezlerde tutuculuk; kroşeler ve diğer hassas tutucularla sağlanan "direkt tutuculuk" ve yardımcı tutucu unsurlar vasıtası ile sağlanan dolaylı "endirekt tutuculuk" olarak ikiye ayrılır (Preiskel, 1984; Ulusoy ve Aydın, 1988; Lechner ve MacGregor, 1994).

Çizelge 1.1 Direkt ve Endirekt tutucuların sınıflandırılması (Ulusoy, 1999)

A-DİREKT TUTUCULAR

1-Kroşeler (kron dışı)

2-Teleskop kronlar (kron dışı)

3-Hassas tutucular (kron içi ve kron dışı)

B-ENDİREKT TUTUCULAR

a-Minor endirekt tutucular

1-Restler → okluzal
insizal
singulum

2-Yardımcı restler → yardımcı okluzal restler
bileşik restler
kanin uzantıları

b-Major endirekt tutucular

1-Sonsuz plak(devamlı kroşe ,kennedy barı)

2-Plak → Palatinal --- tam plak
u-plak
Lingual (normal ve kesintili)

3-Bar → Posteropalatinal
Lingual --- lingual
Çift lingual
Kesintili çift lingual bar
Labial

4-Palatinal bant(kuşak-strap) → anterior
posterior
median
anteroposterior

5-Çift damak bağlantısı (anteropalatinal bant+posteropalatinal bar)

6-Palatinal uzantı

7-Swinglock uygulamaları

1.3.1. Direkt Tutuculuk

Tutuculuk, hareketli bölümlü protezin tutunmasına yardım eden fiziksel ve anatomik faktörlere bağlı olarak çeşitli yollarla sağlanabilir.

a) Dişlerin dış yüzey formuna bağlı tutuculuk: Dışbükey yüzeyleri olan elipsoid üç boyutlu cisimlerin en dış bölgeleri birleştirilirse, bir çizgi ortaya çıkar. Cismin konumu değiştirildiği takdirde oluşan bu çizgi de değişecektir. Bu çizgilerin herbirine ekvator çizgisi denir. Kron dışı tutuculardan gerek çevresel, gerekse dişeti kroşelerinin tutucu kollarının uçları bu bölgelere yerleşmek sureti ile tutuculuk sağlarlar.

b) Sürtünmeye bağlı tutuculuk: Kron içi hassas tutucuların örnek olarak verilebileceği bu grupta tutuculuk, pozitif ve negatif kısımların sürgü şeklinde birbiri üzerindeki sürtünmesel kuvvetinden kaynaklanan bir tutuculuktur.

c) Kron dışı hassas tutuculardan Ceka-anker uygulamasında görüldüğü gibi, pozitif kısımdaki dilimlerin yuvaya oturması sırasında büzülmesi, oturduktan sonra ise esneyerek açılması bu grup tutuculuğa bir örnektir. Bazı teleskobik tutucularda kullanılan ve alt yapıdaki ''primer'' bir yuva ile bu yuvaya teleskobik üst yapıda yer alan bir yay vasıtası ile itilen pozitif top baş kısım (örneğin, pressomatik teleskobik kronlar) arasındaki tutuculuk bu gruba girer.

d) Manyetik tutuculuk: Hazırlanmış diş veya köklere ve hareketli protez kısmına yerleştirilen zıt kutuplu manyetik çekirdeklerin sağladığı tutuculuk türüdür.

e) Adezyona bağlı tutuculuk: Kaşıksı protezlerin örnek olarak verilebileceği bu grupla tutuculuk, büyük ölçüde protez ile mukoza yüzeyi arasındaki adeziv çekme kuvvetine bağlıdır (Ulusoy ve Aydın, 1988).

1.3.2. Dolaylı "Endirekt" Tutuculuk

Hareketli bölümlü protezlerin, özellikle serbest sonlu protezlerin mesnet hatlarının dişsiz bölge tarafında oluşan kaldıraç etkisi ile yer değiştirmesini önleyen ve direkt tutuculara yardımcı olan endirekt tutucuların sağladığı tutuculuk türüdür. Endirekt tutucuların esas amacı serbest sonlu kaidenin dişsiz kretlerden uzaklaşmasını önlemek olup destek dişler üzerindeki kaldıraç kuvvetlerini azaltmak, horizontal kuvvetlere karşı stabilizasyon sağlamak ve yumuşak dokuların ana bağlayıcılar tarafından hasar görmesini önlemektir (Mc Dowell ve Fisher, 1982; Ulusoy ve Aydın,1988).

1.4. Direkt Tutucular

Destek dişlere doğrudan doğruya uygulanan ve protezin dokudan ayrılmasını, hareket etmesini önleyen bu elemanlar, destek diş kronunun çevresinde veya bünyesi içerisinde fonksiyon görerek tutuculuk sağlarlar. Direkt tutucular dört ana gruba ayrılırlar. Bunlar;

1. Kroşeler (sadece kron dışı olabilirler),
2. Teleskop kronlar (kron dışı),
3. Hassas tutucular "precision attachments" (hem kron dışı, hem de kron içi olabilirler).
4. Manyetik tutucular (mıknatıslar)'dır (Renner ve Boucher, 1987; Ulusoy ve Aydın,1988; Grasso ve Miller, 1991; Çalıkkocaoğlu, 1996).

1.Kroşeler: Kron dışı direkt tutuculardan en çok kullanılanı kroşelerdir. Bu sistemde kroşe tutuculuğu, metalin deformasyona direnci esasına dayanır. Çevresel kroşede tutucu kol denilince destek dişi 2/3 oranında kavrayan, ekvator hattının üstünde, üzerinde ve altında seyreden, bu sayede protezin mukozadan uzaklaşmasını (retantif kısım), mukozaya yaklaşmasını önleyen (tırnak) ve yan hareketlerine engel olan

(kavrayıcı kısım ve gövde) fonksiyonel bir ünite anlaşılır (Renner ve Boucher, 1987; Ulusoy ve Aydın,1988).

2.Teleskop Kronlar: "Teleskobik protez" deyimi genellikle, biri diğeri üzerine yerleştirilen kron restorasyonları ile ilgili protezler için kullanılmaktadır. Bu tarzda hazırlanan restorasyonlar, sabit protezlerden overdenture benzeri uygulamalara kadar düzenlenebilmektedir. Hasta tarafından çıkartılabilen tipleri, konvansiyonel hareketli bölümlü protezlerin birçok avantaj ve dezavantajlarına sahiptir (Ulusoy ve Aydın, 1988).

3.Hassas Tutucular: Hassas tutucular, iki veya daha fazla parçadan oluşan hassas bağlantılardır.Bir parçası köke, dişe veya implanta bağlıdır.Diğer parçası ise proteze bağlıdır ve ikisi arasında mekanik bağlantı sağlamak için kullanılır (Sherring-Lucas ve Martin, 1994).

Hassas tutuculu protezlerin kullanılmasındaki en önemli faktörler, kroşelerin eliminasyonunu gerektiren estetik gereksinimler veya mevcut doğal dişlerin splintlenmesi gibi nedenlerdir. Kroşe tutuculu protezlerle karşılaştırıldığında hassas tutuculu protezlerin tercih edilmesindeki faktörlerden diğerleri de güvenilir retansiyon ve stabilitedir(Becerra ve MacEntee, 1987; Owall, 1991; Ku ve arkadaşları, 2000).

Hassas tutucular; sabit köprülerde paralel olmayan destek dişlerde, anterior bölgede kroşe kollarının görünmesi istenmeyen unilateral veya bilateral serbest sonlu protezlerde, overdenture tarzı protezlerde ve implant uygulamalarında kullanım alanı bulurlar (Sherring-Lucas ve Martin, 1994; Owall, 1991; Brudvik, 1999; Grasso ve Miller, 1991; Wichmann ve Kuntze, 1999).

Avantajları:

1-Kanin veya premolarlarda labial veya bukkal kroşe kolları gerektirmez. Böylece daha estetiktir.
2-Destek dişler üzerine konvansiyonel kroşelere göre daha az stres iletir. Tüm stres dişin uzun aksı boyunca iletilir. Böylece periodontal ligamentin tüm lifleri direnç gösterir. Bu şekilde kuvvet dişin rotasyon merkezinin yakınlarına iletilir.
3-Retansiyonun etkinliği destek dişin konturları tarafından etkilenmez.
4-Protez komponentlerinin sayısı azalır ve böylece tolerans daha iyi olur.
5-Alt çenede serbest sonlu vakalarda kullanıldığında protezin posterior hareketi önlenmiş olur.
6-Retantif kroşe kolu resiprokasyonu başarılamadığında kullanımı endikedir.
7-Standart değiştirilebilir parçaları vardır.
8-Ayarlanabilme özelliği vardır.
9-Aşınma kontrol edilebilir.
10-Tamiri kolaydır.
11-Kroşelere göre daha az gıda retansiyonu vardır.
12-Kroşelere göre fraktüre daha dayanıklıdır.
13-Kroşelerden daha iyi retansiyon ve stabilite sağlar.
14-Daha az kütlelidir ve hastayı daha çok memnun edicidir (Osborne ve Lammie, 1974; Grasso ve Miller, 1991; Bates ve arkadaşları, 1991; Williamson, 1993; Sherring-Lucas ve Martin,1994; Lee ve arkadaşları, 1995)

Dezavantajları:

1-Negatif kısma yeterli yer sağlamak için dişte fazla kesim yapılması gerekir.
2-Destek dişlerin kron boyları küçük ve kısa olduğunda kullanılamazlar.
3-Özellikle intrakoronal tutucularda gereken derin restorasyonlar nedeniyle geniş pulpalı dişler risk altındadır.

4-Normal olarak serbest sonlu protezlerde intrakoronal tutucular, diş ve protez arasındaki rijit birleşim nedeniyle tavsiye edilmezler. Bu vakalarda kuvvet kırıcı özelliği olan extrakoronal tutucular kullanılmalıdır.
5-Laboratuvar işlemlerinin zaman alması ve pahalı olmaları dezavantajdır (Osborne ve Lammie, 1974 ;Bates ve arkadaşları, 1991; Grasso ve Miller, 1991; Sherring-Lucas ve Martin, 1994).

Aktif veya Pasif Tutuculuk

Aktif tutuculukta negatif ve pozitif arasındaki retansiyon ayarlanabilir, yani aşınma meydana geldiğinde ataçman tekrar aktive edilebilir. Bu nedenle hareketli bölümlü protez veya overdenture için ideal bir seçimdir. Pasif tutuculukta elemanlar arasındaki retansiyon arttırılamaz veya azaltılamaz. Pasif ataçmanlar çoğunlukla destek dişlerin minör düzensizlik problemlerinde, karşıt desteğinde aktif ataçman bulunan uzun boşluklu sınırlı bölümlü protezlerde arka destek olarak veya sabit-hareketli simante protezlerde kuvvet kırıcı olarak kullanılır (Jenkins, 1999).

Rijid veya Rezilient Ataçmanlar

Rijid ataçmanlarda bölümler arasında hareket mümkün değildir. Bu ataçmanlar çoğunlukla destek dişlerin restorasyonu ve ataçmanı tamamen desteklediği, yumuşak dokuların herhangi bir destek sağlamadığı diş destekli durumlarda kullanılır.

Rezilient ataçmanlar negatif ve pozitif arasında harekete izin verir ve böylece kuvvet kırıcı fonksiyon görür. Hareket genellikle menteşe hareketidir ve zararlı kuvvetleri serbest sonlu vakalarda ve uzun dişsiz alanlarda destek dişlerden uzaklaştırır (Jenkins, 1999).

Çizelge 1.2. Hassas tutucuların sınıflandırılması (Preiskel, 1984).

A. Kron içi hassas tutucular (intracoronal attachments)
   1) Retansiyonu tamamen sürtünmesel olanlar
   2) Retansiyonu mekanik bir kilitle arttırılanlar
B. Kron dışı hassas tutucular (extracoronal attachments)
   1) Çıkıntılı unsurlar (projeksiyon üniteleri)
   2) Bağlayıcılar
   3) Bileşik üniteler
C. Çivi başlı hassas tutucular (stud attachments)
D. Barlı hassas tutucular (bar attachments)
E. Yardımcı hassas tutucular (auxiliary attachments)

3a-Kron içi Hassas Tutucular:

İki parçasından biri restorasyonun içine yerleştirilmiş bir negatif yuva (slot), diğer parçası da proteze bağlı , bu yuvaya uygun bir pozitif uzantıdan (flange) oluşur(Preiskel, 1984). Protez yerleştirildiğinde bu iki parça birbirine tutunarak sıkı bir şekilde kilitlenir. Bu tutucular genellikle rijid bir bağlantı sağlar. Retansiyon iki parça arasındaki kontaktın yüzey alanına bağlıdır. Yüzey alanı ise pozitifin kesiti ve uzunluğuna bağlıdır. Ataçmanın kesiti sınırlıdır çünkü negatif parça dişin konturu içerisine yerleşir. Ataçmanın uzunluğu ise dişin klinik kron yüksekliğine bağlıdır ve ataçmanın retansiyon ve stabilitesinde en önemli faktördür. Bu konuda genel kanı dişin minimum 3,5 mm yüksekliğindeki negatifi kabul edecek yeterli yüksekliğe sahip olmasıdır. Bu ataçmanların protez kaidesine yeterli rotasyon sağlaması beklenemez. Sonuç olarak genellikle diş veya diş-implant destekli bölümlü protezlerde kullanılır. Genç hastalarda pulpa odası geniş ve sekonder dentin bulunmuyorsa intrakoronal ataçmanların kullanımı mümkün değildir. Bu tür hastalarda ekstrakoronal ataçmanların kullanımı gereklidir

(Ulusoy ve Aydın, 1988; McGivney ve Castleberry, 1989; Çalıkkocaoğlu, 1996; Brudvik, 1999).

Bu tip hassas tutucular iki grupta incelenir:

1-Retansiyonu tamamen sürtünmesel olanlar:

Retansiyon tamamen negatif ve pozitif parçanın temas eden yüzeyleri arasındaki sürtünmeyle sağlanır. Bu tutucular da iki gruba ayrılır:

a-Ayarlanabilen sürtünmesel kron içi hassas tutucular:

Protezin sürekli takılıp çıkartılması ataçmanda aşınmaya ve tutuculuğun azalmasına neden olur. Bu durumda hassas tutucunun ayarlanabilmesi gereklidir. Hassas tutucunun pozitif parçasındaki oluk veya yarık kısım ince bir spatül veya özel bir alet ile birbirinden ayrılarak iki parça arasındaki sürtünme arttırılır (Ör: Chayes). Daha komplike üniteler daha dikkatli olmayı ve üreticinin önerilerine uymayı gerektirir. Bunlara örnek olarak Chayes, Biloc, Crismani, Stern G/A, Mc Collum, T-123 gösterilebilir (Preiskel, 1984).

b- Ayarlanamayan sürtünmesel kron içi hassas tutucular:

Ayarlanabilme özelliğinin olmaması nedeniyle bu tip hassas tutucuların hareketli protezlerde kullanımı uygun değildir çünkü tekrarlanan takılıp çıkartılmalar ataçmanın aşınmasına neden olur. Bunlar genellikle ortak giriş yolu olmayan köprü protezleri için kullanılır. Ör: Beyeler, Interlock, Omega M (Preiskel, 1984).

2-Retansiyonu mekanik bir kilitle arttırılan kron içi hassas tutucular:

Bu tip hassas tutucularda pozitif kısımda yaylı bir uç bulunur ve bu kısım negatif parça içindeki yuvaya yerleşir. Bu yardımcı retantif unsurlar hassas tutuculara ekstra stabilite

sağlamasa da daha fazla retansiyon kazandırmak amacıyla eklenirler. Bunun için minimum 4 mm lik vertikal alan gereklidir. Ör: Schatzmann, Combi-Snap (Preiskel, 1984).

3b-Kron dışı Hassas Tutucular:

Krondışı hassas tutucular mekanizmasının tamamı veya bir kısmı destek dişin konturları dışında bulunan bağlantılardır. Giderek popüler olan bu bağlantılar dişle sonlanan protezlerde kullanılmakla beraber serbest sonlu vakalarda çoğunlukla tercih edilirler (Preiskel, 1984).

Serbest sonlu vakalarda kroniçi tutucular kullanılabilse de krondışı hassas tutucuların kullanılması daha çok tercih edilir. Çünkü bu tutucular menteşe hareketine izin verirler ve de pulpa sağlığını tehlikeye atan ve dişlerin distal yüzlerinde yapılan kutu preparasyonlarını gerektirmezler. Kron dışı tutucular aynı zamanda plak birikimi, gingivitis, cep oluşumu ve distoservikal alanda çürüklere neden olabilecek olan aşırı kontur problemlerini bertaraf eder (Brudvik, 1999).

Klinisyenler için birçok değişik kron dışı hassas tutucu mevcuttur. Bunların bazıları rijiddir ve protezin fonksiyon sırasında rotasyonuna izin vermezler. Diğerleri menteşelidir ve serbest sonlu kaideye kuvvet kırıcı etki sağlarlar. Son zamanlarda, Sınıf I vakalarda protez kaidesinin sınırlı miktarda hareketine izin veren rezilient ekstrakoronal hassas tutucular piyasaya sunulmuştur (Brudvik, 1999).

Hem rijid, hem rezilient tutucuların diş ve doku destekli bölümlü protezlerde belirgin yerleri vardır. Menteşeli tutuculara gereksinim ise daha azdır. Menteşeli tutucular çok dikkatli bir şekilde yerleştirilmedikçe, bir süre sonra normal vertikal rotasyonuna ek olarak lateral hareketler göstermeye başladığından yumuşak dokulara yıkıcı etki potansiyeli gösterirler (Brudvik, 1999).

Kron dışı hassas tutucular üç ana gruba ayrılır:

1-Çıkıntılı unsurlar ''Projeksiyon üniteleri'':

Kron dışı hassas tutucuların en geniş grubudur. Destek kronun proksimal yüzeylerine birleştirilirler ve kutu preparasyonu gerektirmezler. Ancak plak kontrolünü güçleştirirler. İki alt gruba ayrılırlar:

a-Rijid birleşme sağlayanlar
b-Unsurlar arasında harekete izin verenler

Bu tür bağlantılarda paralel kenarlı bir blok, tutuculuğun sağlanması için destek kronun distaline birleştirilir. Buna uyum gösteren negatif ünite ise bu çıkıntıya tutunur.

Çıkıntının yüksekliği giriş yolunun uzunluğunu, retansiyonu, sagittal eksen etrafında rotasyonel yüklere direnme özelliğini ve aşınma direncini etkiler. Lateral yüzey alanı protez kaidesinin yana doğru hareketini önler. Hassas tutucunun genişliği dayanıklılığını etkiler ve ayrıca tutucu parçanın yerleşebilmesi için yeterli kütleyi sağlar. Ünitenin şekli kayma veya eğilme hareketlerini önlemek için modifiye edilebilir (Preiskel, 1984).

Kron dışı bağlantılar kullanılarak pulpal saha sorunları tam olarak giderilemez. Geniş kutu veya basamak preparasyonları gerektirmeyen bu tür bağlantılarda tutucu plak için kron kontüründe bir miktar sahanın olması gereklidir. Böylece restorasyonda aşırı kontürlenme engellenmiş olur.

Rijid kron dışı bağlantılar, bir miktar harekete müsade edenlere oranla daha kütleseldirler. Bu ünitelerin yan yüzeyleri yeterince geniş ve paralel kenarlı ise bunlar kron içi bağlantılarla birlikte kullanılabilirler. Bu sistem unilateral serbest sonlu protezlerin belirli tipleri için yararlıdır. Diğer uygulamalar ise dişlerle sınırlı boşlukların ve bilateral serbest sonlanan boşlukların restorasyonu ile ilgilidir (Preiskel, 1984; Ulusoy ve Aydın, 1988).

2-Bağlayıcılar:

Bu üniteler hareketli bir protezin iki kısmını sınırlı bir hareket miktarına izin vererek birleştirirler. Bunlar uzun ve esnek bir ana bağlayıcı ile belirgin olarak aynı fonksiyona sahiptirler, ancak daha hassastırlar.

Bu tür bağlantılarda (ör: Steiger eklemleri) bağlantının negatif kısmı hareketli kronlara (teleskop) veya protezin kroşe tutuculu kısmına lehimlenen dikey bir oluktan oluşur. Yassı bir çubuk olan pozitif ünite protezin eyer kısmına bağlanır ve oluğa uyar. Bağlantının iki kısmı küçük bir vida ile birleştirilir (Preiskel, 1984; Ulusoy ve Aydın, 1988).

3-Bileşik Üniteler:

Bu üniteler kron içi bağlantıya birleşen bir menteşe bağlayıcısından oluşur. Menteşe ünitesi proteze gömülür ve bu sayede bağlantı yerinde iken rijid bir kron içi bağlantıya benzer. Bu bağlantılar aynı yapımcı tarafından oluşturulmuş olan kron içi bağlantılardaki negatif yuvalara genellikle uyar. Bu sayede diş kaybedildikten sonra kron içi bağlantının yerini alan kombine bağlantılı bir protez hazırlanabilir.

Kombine bağlantılar destek diş direncinin zayıf olduğu serbest sonlu protezlerde kullanılabilir. Sahanın yeterli olması durumunda lingual kavrayıcı kollar önerilir.
(Preiskel, 1984; Ulusoy ve Aydın;1988).

3c-Civi Başlı Hassas Tutucular

Bu bağlantılar pozitif ünitelerinin şekli sebebiyle böyle isimlendirilmiştir. Pozitif ünite genellikle bir post kronun diaframına lehimlenirler. Pozitif üniteye uyan negatif kısım protezin akrilik rezini içine gömülür veya bir metal alt yapıya lehimlenir. Bunlardan bir kısmı oldukça sıkı bir birleşme sağlarken diğerleri ise

sisteme eklenen yay veya çeşitli parçalarla iki unsur arasında kontrollü hareket olmasına müsaade ederler (Preiskel,1984; Ulusoy ve Aydın;1988).

Çivi başlı bağlantılar özellikle overdenture'ların retansiyonunda kullanılan en popüler sistemlerdir. Her biri, diğer benzer ünitelerden bağımsız olarak kendi kendine yeten destek üniteleridir. Tek olarak veya bilateral olarak genellikle kanin veya premolar köklerde kullanılabilirler. Total overdenture'larda en iyi stabilite bu tutucularla sağlanırken hareketli bölümlü overdenture'larda ağızın herhangi bir bölgesinde kullanılabilir. Ör: Bredent Variosnap Universal, O-Ring Overdenture; OT Cap, Rothermann, Zest Anchor (Mensor, 1990; Leung ve Preiskel,1991).

3d-Barlı Hassas Tutucular

Barlı bağlantılar dişleri veya kökleri birleştiren ve aradaki dişsiz bölgeyi kateden bağlantılardır. Protez barın üzerine uyumlandırılır ve bara bir veya daha fazla oluk ile bağlanır (Preiskel,1984).

Çoğu bar klips retansiyonlu formdadır ve, rijit ve rezilient üniteleriyle beraber splintleme özelliği vardır. En çok bilinen sistemler Dolder rijit ve rezilient bardır. Bunu Hader bar izler. Çoğu sistemle beraber değiştirilerek kullanılan sürücü klipler Ackermann ve CM klipdir ve Hader sisteminin naylon kliplerini değiştirmek için kullanılırlar (Mensor, 1990).

Barlı bağlantılar iki alt gruba ayrılırlar:

1-Barlı eklemler:

Protezle bar arasında bir miktar harekete izin verirler. Barlı eklem bir bardan ve kayıcı bir menteşe olarak fonksiyon gören metal bir oluktan oluşur.

2-Barlı üniteler:

Bu tür ünitelerde bar ile oluk arasındaki bağlantı rijiddir ve harekete izin vermezler. Bunlar destek dişlerin splintlenmesini sağlar ve ciddi bölümlü protez sorunlarını

çözmek için kullanılır. Bu protezler esas olarak diş desteklidir (Preiskel,1984; Ulusoy ve Aydın;1988).

3e-Yardımcı Hassas Tutucular

Yardımcı hassas tutucular dört ana gruba ayrılır:

1-Vidalı Üniteler (screw units):

Bu üniteler bütünüyle müşterek bir giriş yolu söz konusu olmadığında ağız içinde protezin parçalarını sağlamlaştırmak ve sökmek amacıyla kullanılırlar. Bunlar özellikle teleskobik bir kronun iki komponentini birleştirmek için yararlı olurlar (Set Screws, Tube and Screw) (Preiskel, 1984).

2-Sürtünme Gereçleri (friction devices):

Teleskobik bir protezin iki kısmı arasında tutuculuğu artırmak için yayla itilen çıkıntılar yaygın olarak kullanılır. Protezin yer değiştirmesine karşı tutucu kuvvet, yayın direnci ile sağlanır.Ör: Ipso-Clip, Mini Pressomatic, Tach-EZ (Preiskel, 1984; Wright, 1984).

3-Sürgüler (bolts):

Sürgülü üniteler, parçalı bir protezin iki parçasını ağız içinde birleştirmek amacıyla kullanılır. Protezin her parçası ayrı olarak yerleştirilir ve sonra hasta bunları sürgü yardımıyla kilitler (Preiskel, 1984).

4-Menteşeli Uzantılar (hinged flanges):

Bu üniteler tutucu amaçlarla mukozal undercutlar ve interdental alanlardan yararlanılmasını sağlar. Ör: Swinglock protez (Preiskel, 1984).

4-Manyetik Tutucular

Magnetler 1950'den beri hareketli protezlerin, maksillofasiyal protezlerin ve obturatörlerin retansiyonu için ve fasiyal deformitelerin düzeltilmesi için kullanılmaktadır. Zıt kutupların birbirini çekmesi esas alınarak üretilmiştir. Magnetik sistemler aşınma ve materyal yorulması nedeniyle zamanla retantif kabiliyetlerini kaybetmezler. Özel bir giriş yolu gerektirmezler ve desteklerin paralel olması gerekmez. Maksimum destek korunması sağlayarak potansiyel patolojik lateral veya rotasyonel kuvvetleri elimine ederler (Gillings ve Samant, 1990).

1.5. Çiğneme Kuvvetlerinin Kısımları:

1.5.1. Vertikal Komponent:

Gıdaların öğütülmesi sırasında alt ve üst okluzal çiğneme yüzeylerinin temasından hemen önce çiğnemenin vertikal komponenti gözlenir. Bu komponent aynı zamanda alt çenenin eksentrik konumdan sentrik konuma geçişi sırasındaki çiğnemenin son aşamasında horizontal kuvvetlerle birlikte ve çiğnemeden önceki diş okluzyonu sırasında da rol oynar. Serbest sonlu protezler ön diş bölgesinden destek aldıklarından, dişsiz alveol bölgeleri kuvvetin vertikal gerilimini taşırlar. Özellikle serbest sonlu eyerler altındaki mukozanın basılabilirliği destek dişlerinkinden daha fazladır ve dişsiz sahanın distaline doğru giderek artar. Vertikal kuvvet uygulanmasında, destek dişler çok hafifçe yer değiştirmeye eğilim gösterdiği halde yumuşak dokulardaki hareket çok daha fazladır. Destek dişler üzerindeki okluzal restler dönme hareketinin merkezi olmak üzere, eyerler distal bölgede yer değiştirecek ve protezin dönme hareketine neden olacaktır. Fizyolojik limiti aşan bu tarzdaki vertikal baskılar sonucu kemikte rezorpsiyon oluşur. Kroşe kolları destek dişleri rijid olarak tutarsa, kaide, dikey yükler altında bu dişleri distale doğru döndürmeye zorlayacaktır. Bu hareket periodontal membranın fizyolojik limitlerini aştığı takdirde destek dişte distale doğru eğilme ve sonuçta mobilite oluşacaktır (Ulusoy ve Aydın, 1988).

1.5.2. Lateral Komponent:

Lateral kuvvet komponenti, karşılıklı dişlerin eksentrik konumdaki temaslarından sentrik okluzyona dönerken yaptıkları çiğneme siklusu sırasında etkili olur. Alt serbest sonlu vakalarda arka grup dişlerde tüberkül eğimleri ne kadar dik olursa lateral yönde etkiyen kuvvetler de o kadar büyük olur. Bazı yan kuvvetler, protez kaidesi üzerinde çiğneme olayı dışında da zaman zaman etkili olurlar. Lateral yer değiştirme hareketleri alveol kretleri üzerinde zararlı etkiye sahiptirler ve kret rezorpsiyonunda kuvvetin lateral komponenti, vertikal komponente göre daha etkilidir (Ulusoy ve Aydın, 1988).

Lateral kuvvetin miktarı, buna karşı koyacak unsurun direnci ile ilgilidir. Ön bölgedeki hareketi bukkal kroşe kolları önlerken, arka bölgedeki harekete bukkal alveol kreti karşı koyar. Buradaki direnç dişlere göre daha az etkili olmakla beraber, etkinliğinde kretlerin çıkıntılı oluşunun ve bu kretleri örten yumuşak dokuların basılabilirliğinin rolü vardır (Maxfield ve ark., 1979; Ulusoy ve Aydın, 1988). Posterior destek dişlerin yokluğuna bağlı olarak ortaya çıkan diğer bir rotasyonel etki, kroşelenen dişi merkez olarak alan bir diğer dönme hareketidir. Çalışan ve dengeleyen taraf kaideleri arasında rijid bir ana bağlayıcının kullanılması sayesinde lateral baskılara karşı, dengeleyen taraftaki yapılar koruyucu olarak direnç gösterecekler ve yükü daha geniş bir alveolar kemik sahası üzerine dağıtmak sureti ile de yıkıcı etkileri azaltacaklardır. Rijiditesi fazla kroşeler bükme kroşelere oranla destek dişler üzerinde daha büyük kuvvetler uygularlar (Ulusoy ve Aydın, 1988).

1.5.3. Antero-Posterior Komponent:

Protrusif hareketlerde, karşılıklı dişlerin okluzal yüzeyleri protrusif pozisyonda bir araya gelirler. Eğik düzlem etkisinin bir sonucu olarak alt protez üzerine geriye doğru bir kuvvet uygulanır. Bu kuvvetin boyutu, tüberkül açılarının dikliği, kas yapıları ve dişsiz alveol kretin mesio-distal eğimi ile ilgilidir. Sözü edilen bu geriye doğru kuvvet, kısmen retromolar alveolar kretle engellenir; fakat direncin asıl büyük

kısmı, kroşelenmiş destek dişin kökü ve alveol kemiği tarafından gösterilir. Yine distale doğru olan bu yer değiştirme hareketine direnç gösteren diğer bir faktör de kroşeleme tipidir. Döküm üç kollu kroşe kolları, gerilim altında, protezlerde bükme kroşelere oranla daha az lateral yer değiştirmeye sebep olurlar (Ulusoy ve Aydın, 1988).

1.6. Konuya İlişkin Yapılmış Çalışmalar

Ulusoy ve Pamir (1976), teleskop kron, Ceka-anker, sürgü ve Akers kroşenin dikey çiğneme baskısı altındaki davranışlarını fotoelastik kuvvet analiz yöntemi ile incelemişlerdir. Sonuçta teleskop kron, Ceka-anker, sürgü ve akers kroşe sırasına göre gittikçe artan bir zararlı etkiye tanık olunmuştur.

Ulusoy (1979), alt serbest sonlu vakalara kuvvet kırıcılı (ASC-52 yaylı eklemi, Neodistalvis eklemi, Roach sürgüsü, FM menteşesi, Gerber dikey menteşesi) ve rijid tutuculu (döküm Akers ve ters Akers kroşe) olarak hazırlanan bölümlü iskelet protezlerde kuvvet iletimini fotoelastik kuvvet analiz yöntemi ile değerlendirdiği araştırmasında, rijid tutucuların modellerde daha yıkıcı yan kuvvetler oluşturduğu, iki rijid tutucudan tırnağı mesialde olan ters Akers kroşenin, tırnağı distalde yer alan Akers kroşeye oranla daha uygun sonuçlar verdiği bulgulanmıştır.

Thayer ve Caputo (1980), bazı overdenture ataçmanlarının yük iletim özelliklerini fotoelastik kuvvet analiz yöntemi ile araştırmışlar, şu sonuçları elde etmişlerdir:

- Okluzal yükleri destek dokulara eşit olarak dağıtan en iyi tasarım destek dişleri amalgamla restore edilmiş konvansiyonel tasarımdır. Bununla beraber bu tasarım diğerlerine göre daha az etkili retansiyon ve stabilite sağlar.
- Stud tipi ataçmanların kullanıldığı grupta Ancrofix, diğer stud tipi ataçmanlara göre stresleri daha uygun bir şekilde iletmiştir.
- Hader bar, diğer barlara göre destek dişler ve dokularda daha iyi etkiler oluşturmuştur.

- Overdenture'lar için hassas tutucu seçerken retansiyon ve stabiliteden çok streslerin destek dişlere ve dokulara nasıl iletildiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Ulusoy (1981), bir araştırmasında iki kuvvet kırıcının (ASC-52 ve Roach) periodontal etkilerini fotoelastik kuvvet analiz yöntemi ile incelemiş ve ASC-52 esnek ekleminin daha az yatay baskıya neden olduğunu, yani daha fizyolojik yük iletimi sağladığını vurgulanmıştır.

Kratochvil ve ark. (1981); Sterngold tip 7, Dalbo MK ve Thompson dowel hassas tutucularını içeren hareketli bölümlü protezlerin destek dokularda oluşturduğu kuvvetleri fotoelastik kuvvet analiz yöntemi ile incelemişler ve şu sonuçları elde etmişlerdir:

- Test edilen hassas tutucular kullanılırken destek dişler splintlenmelidir.
- Tek destek diş kullanıldığında hassas tutucular dişler üzerinde istenmeyen horizontal kuvvetlerle sonuçlanan distal kuvvetler oluşturmuştur.
- Dalbo MK en çok kuvveti dişsiz bölgelerde, en az kuvveti dişler üzerinde oluşturmuştur.
- Thompson dowel ve Sterngold tip 7 tek destek diş üzerinde benzer stresler göstermiş ve ikisi de distal kuvvetler oluşturmuştur.
- Dişler splintlendiğinde en uygun stresi Thompson dowel oluşturmuştur.

Pezzoli ve ark. (1986a), terminal destek dişleri birinci premolarlar olan serbest sonlu mandibular model üzerinde, lingual bar tipi ana bağlayıcı standart olmak üzere, farklı olarak tasarımlanan hareketli bölümlü protezlerin (D.O.R. + çevresel kroşe, M.O.R. + çevresel kroşe, sonsuz kroşe + lingual bara esnek bağlantı, hassas tutucular, kuvvet kırıcılar ve teleskobik kronlar) destek diş ve dokular üzerindeki kuvvet iletimlerini, refleksiyon fotoelastisite yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar uygun yük iletimini sırası ile teleskobik sistem, sonsuz kroşe + lingual bara esnek bağlantılı sistem ve hassas tutuculu protezlerde gözlemişlerdir. Çalışmada çevresel kroşeler

ortalama sonuçlar verirken, en olumsuz değerler kuvvet kırıcılı tasarımlardan elde edilmiştir. Ayrıca araştırmada, destek diş ile kret arasında uygun yük paylaşımı yönünden M.O.R. kullanılan tasarımların daha avantajlı olduğu saptanmıştır.

Zaimoğlu ve Aydın (1989), alt Kennedy sınıf II/mod 1 vakasında ana bağlayıcısı aynı (Iingual bar) olmak üzere farklı direkt tutuculu (kroşeli ve kron dışı hassas tutuculu) ve menteşeli olarak hazırlanan bölümlü iskelet protezlerde, terminal destek diş üzerindeki kuvvetlerin tork etkisini fotoelastik kuvvet analiz yöntemi ile araştırmışlar; rijid karakter taşıyan tutucu unsurlardan gerek Akers kroşeli ve gerekse tek kron üzerine uygulanan Ceka-anker bağlantılı tasarımlarda, özellikle terminal diş üzerinde büyük bir zorlamanın; çift kron üzerine uygulanan Ceka-anker bağlantılı ve özellikle menteşeli sistemde ise destek dişlerde çok daha az bir baskının var olduğunu belirlemişlerdir.

Chou ve arkadaşları (1989), araştırmalarında intrakoronal ataçman ve kroşe tutuculu bilateral serbest sonlu hareketli bölümlü protez tasarımlarında kuvvet transfer özelliklerini fotoelastik kuvvet analiz yöntemi ile karşılaştırmışlardır. RPI kroşe, döküm çevresel kroşe, P.D.locking intrakoronal yarı hassas tutucu, Thompson dowel intrakoronal non-locking yarı hassas tutucu, McCollum intrakoronal ve Stern G/L intrakoronal hassas tutucu olmak üzere altı serbest sonlu tasarım test edilmiştir. Çalışmanın sonucunda hassas tutucuların birbirlerine yakın değerlerde, ancak yarı hassas tutuculara oranla dişin uzun aksına daha paralel kuvvet ilettikleri, kron içi hassas tutucuların kroşelere oranla daha yüksek gerilimler oluşturdukları, en uygun yük dağılımının R.P.I. kroşe sisteminde, en yüksek gerilimlerin ise Stern G/L hassas tutucusunda gerçekleştiği gözlenmiştir.

Chou ve arkadaşları (1991), önceki çalışmalarında (1989) ele aldıkları protetik tasarımlarda okluzal kuvvet altındaki destek diş hareketini stereofotogrametrik analizle değerlendirmişlerdir. Beş ve altı numaralı dişler arasından yükleme yapılan çalışmanın sonucunda, kullanılan direkt tutucuların destek dişlerin hareket yönünde değişikliğe sebep olmadıkları, destek dişlere oranla daha fazla hareket ettikleri, yarı hassas ve hassas tutucuların destek dişte kroşelere oranla daha fazla hareket

oluşturdukları, Thompson dowel kron içi yarı hassas tutucusunun ise gingival yönde en fazla destek diş hareketine sebep olduğu bulgulanmıştır.

Berg ve Caputo (1992a), çalışmalarında yumuşak ve sert rezilient ERA ekstrakoronal ataçman retansiyonlu maksiller bilateral serbest sonlu hareketli bölümlü protezlerde stres dağılım özelliklerini fotoelastik olarak karşılaştırmışlardır. Destek restleri bulunan ve bulunmayan iki protez tasarımı, splintlenmiş ve splintlenmemiş destek dişlerde test edilmiş ve en uygun stres dağılımı yumuşak retansiyon elemanı, destek restler ve splintlenmiş destek dişlerde görülmüştür.

Berg ve Caputo (1992b), TACH-EZ yarı hassas yayla itilen piston tipi (yarı-rijid) ataçman ile I-bar retansiyonlu iki maksiller bilateral serbest sonlu hareketli bölümlü protez tasarımının stres dağılım özelliklerini fotoelastik olarak karşılaştırmışlardır. Sonuçta pozitif rest desteği ve paralel rehber düzlemlerin karşısında minör bağlayıcıları bulunan yarı hassas ataçmanın stres dağılımı, özellikle splintlenmiş destekler kullanıldığında I-bar retansiyonlu bölümlü proteze göre daha uygun olduğu bulunmuştur.

Berg ve Caputo (1993), destek dişlerin ileri derecede periodontal destek kaybına uğradığı üç maksiller bilateral serbest sonlu hareketli bölümlü protez tasarımının stres dağılım özelliklerini fotoelastik olarak karşılaştırmışlardır. Modellerde I-bar, yarı hassas yayla itilen piston tipi ataçman (yarı-rijid) ve ERA ataçman (rezilient) kullanılmıştır. Ayrıca ERA ataçman, destek restlerin olduğu ve olmadığı durumlarda ve sert ve yumuşak retansiyon elemanları kullanılarak test edilmiştir. Sonuçta en yüksek yük değerlerinde en uygun stres dağılımı destek restler, yumuşak retansiyon elemanları ve splintlenmiş destek diş kullanımında ERA ataçmanda görülmüştür.

El Charkawi ve El Wakad (1996), yarı-rijid ekstrakoronal ataçman retansiyonlu serbest sonlu hareketli bölümlü protezin in vitro modelinde değişik sayıda splintlenmiş destek dişlerde ve serbest sonlu bölgelerde değişik yükler altındaki fonksiyonları strain-gauge tekniğini kullanarak incelemişlerdir. Splintlenmiş dişlerin üçten ikiye indirilmesi streslerde önemsiz bir artışa neden olmuştur. Ancak sayının

ikiden bire indirilmesi değerlerde üç üniteli modele göre dokuz kat daha fazla artışa neden olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda serbest sonlu vakalarda ekstrakoronal ataçmanların kullanıldığı durumlarda iki tarafta da en az iki desteğin splintlenmesi tavsiye edilmiştir.

Labaig ve arkadaşları (1997), overdenture'larda değişik retansiyon sistemleri kullanıldığında kökler ve serbest sonlu alveol kretleri yakınındaki destek dokuları etkileyen kuvvetleri fotoelastik yöntemle incelemişlerdir. Çalışmada sadece mandibular kaninlerin kaldığı parsiyel dişsiz mandibula kullanılmıştır. Retansiyon sistemi olarak teleskopik kronlar, rijid Gerber tipi hassas tutucu, rezilient Dalbo B sistemi, Dolder bar sistemi, Manyetik ataçman ve RPI sistem kulanılmıştır. Gözlemler sonucunda rijid bir sistem olarak teleskopik kronların yükün büyük bir bölümünü destek dişlere ilettiği görülmüştür. Rijid Gerber sisteminde mandibuler kanin kökleri etrafındaki stres miktarı distal alveol kretlere göre az miktarda daha düşük bulunmuştur. Bar tipi retansiyon sistemi gerçek bir kuvvet kırıcı gibi davranmış ve tüm yük distal dişsiz alana dağılmıştır. Dalbo sisteminde kuvvet dağılımı eşit miktarda bulunmuştur. Cemag manyetik sisteminde stres miktarı ne kadar olursa olsun kaninler yakınındaki stres minimal bulunmuştur. RPI sisteminde kaninler etrafında ve distal alveol kretlerde değerler yüksek bulunmuştur.

1.7. Kuvvet Analiz Yöntemleri

Bir cismin üzerine gelen kuvvetlerin nerelerde yoğunlaştığını görmek ve uygulama sırasında o cismin daha dayanıklı ve güçlü olabilmesi için şeklinin nasıl olması gerektiğini önceden saptayabilmek için çeşitli dallarda stres analizleri yapılır.

Çiğneyici sistemlerin yalnızca mekanik bir anlayış içerisinde değil, bu canlı dokuların sağlığının aynı zamanda fizyolojik yönden de korunması, en başta düşünülmesi gereken bir husustur. Paradontal dokuların her mekanik lezyonu ya da kan dolaşımının protez basıncı ile bozulması patolojik olaylara sebebiyet verecek ve

neticede fonksiyonel kayıplara yol açacaktır. Bu nedenlerle diş hekimlerinin ağız içinde oluşan kuvvetleri çok iyi tanıyıp analizlemesi, yönlendirmesi, fizyolojik dayanılabilirlik sınırları içerisinde tutabilmesi ve yaptığı restorasyonların, oral rehabilitasyon ilkelerini gerçekleştirebilecek en uygun şartlarda olmasına titizlik göstermesi gerekir.

Bir maddeye dışarıdan bir kuvvet uygulandığı zaman maddenin birim alanına düşen kuvvet miktarına gerilim adı verilir. Meydana gelen gerilim sonucu madde ya hareket eder ya da deformasyona uğrar. Madde deformasyona uğrarsa buna gerilme adı verilir (Phillips,1984; Leinfelder ve Lemans, 1988; Ulusoy ve Aydın, 1988; Mc Cabe, 1990; Phillips, 1991; Çalıkkocaoğlu, 1996).

1.7.1. Kırılgan Vernik Kaplama Tekniği:

Bu yöntemde incelenecek olan modelin üzerine genellikie sprey şeklinde özel bir vernik püskürtülür ve fırınlandıktan sonra istenilen kuvvet yüklemesi yapılır. Kuvvetlerin yoğun olduğu bölgelerde izlenen çatlaklar, kuvvet hatlarının doğrultusunu gösterirler (Ulusoy ve Aydın, 1988; Çalıkkocaoğlu, 1996; Darbar ve ark., 1994).

1.7.2. Gerilim Ölçer Kuvvet Analiz Yöntemi:

Gerilim ölçer denildiği zaman, yük altındaki yapıların içinde oluşan doğrusal şekil değişikliklerinin saptanmasında kullanılan aygıtlar anlaşılır. Bu aygıtların mekanik, mekanik-optik, akustik, elektrik ve elektronik bünyeye sahip çeşitleri vardır. Yük uygulandığında gözlenen örnek yüzeyindeki gerilimler, yüzeye yerleştirilmiş kağıt destekler yoluyla tel kabloya iletilir. Bu, kablonun rezistansında bir değişim ile sonuçlanır. Gerilim, rezistansta yükselmeye sıkıştırma ise rezistansta düşmeye neden olur. Böylece yük altındaki bir yapıya gerilim ölçerler bağlandığında rezistans değişimlerinin monitörlenmesi o noktadaki gerilimler hakkında bilgi verir (Ulusoy ve Aydın, 1988;.Çalıkkocaoğlu, 1996; Darbar ve ark., 1994; Caputo ve Wylie, 2002).

1.7.3. Sonlu Eleman Kuvvet Analiz Yöntemi:

lk olarak 1960'lı yıllarda uçak endüstrisinde yapısal sorunları çözmek amacıyla geliştirilmiş, sonradan ısı transferi, sıvı akışı, kütle transferi ve elektromanyetik konularında kullanılmış bir yöntemdir. Diş hekimliğinde ise ilk olarak 1970'lerin başında Farah ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır. Bu yöntem sayısal bir inceleme yöntemi olup kuvvetlerin tüm bileşkeleri X ve Y eksenlerine, gerekli olduğu takdirde Z eksenine göre hesaplanabilir. Bu yöntemle öncelikle incelemesi yapılacak cismin gerçeğe uygun matematiksel bir şekli çizilir ve bu şekil "eleman" denilen belirli sayıdaki geometrik parçalara bölünür. Modeli oluşturan her yapının Poisson oranı ve Young modülü, elemanların düğüm noktalarının koordinatları ve numaraları, yükleme koşulları bilgisayara verilerek kuvvet bileşenleri ve bu elemanların yer değiştirme miktarları elde edilir (Ulusoy ve Aydın,1988; Çalıkkocaoğlu, 1996; Darbar ve ark., 1994; Geng ve ark., 2001; De Tolla ve ark., 2000; Caputo ve Wylie, 2002).

1.7.4. Radiotelemetry:

Bu metod birleşik hardware ve software yardımı ile elde edilen verilerin, fiziksel bağlantıya gerek olmadan transferi yöntemidir. Yöntemde bir güç kaynağı, radiotransmitter, bir alıcı, örneğe yapıştırılmış gerilim ölçerler, gerilim ölçer yükselticisi, anten ve bir veri kayıt edici mevcuttur. Gerilim ölçerde oluşan direnç farklılıkları voltaj değişmelerine sebebiyet vermekte ve bu da radyotelemetrenin frekansını etkileyip sonuçları oluşturmaktadır. Bu yöntemin en büyük avantajı, veri iletiminde kablo kullanılmamasıdır (Sabancı; 2000).

1.7.5. Termografik Kuvvet Analiz Yöntemi:

Bu metod Lord Kelvin' in prensibi üzerine kurulmuştur. Bu yönteme göre homojen izotropik bir materyal belli bir devirle yüklenirse, sıcaklıkta oluşan sirküler değişiklikler, materyalin ilgili bölgesinde meydana gelen gerilimler ile doğru orantılıdır (Sabancı; 2000).

1.7.6. Holografik İnterferometri:

Bu yöntemde lazer ışın kaynağından çıkan ışın demeti, obje ve referans ışınları olarak ikiye bölünür. Obje ışını, analizi yapılacak olan cisme yönlendirilir ve cisimden yansıyan ışın, bu lazer ışınına duyarlı özel bir film üzerine düşürülür. Aynı anda referans ışını direkt olarak film üzerine yönlendirilir. Bu iki ışının film üzerinde karşılaşıp birbirlerini etkilemeleri sonucu holografik görüntü meydana gelir. Film üzerinde oluşan görüntü, istenildiği zaman lazer ışını ile aydınlatılarak tekrar tekrar izlenebilir. Bu yöntem, yüzey deformasyonlarını nanometre (nm) boyutunda algılayıp görünür ışın saçaklarına dönüştürebilen bir metottur (Sabancı, 2000; Caputo ve Wylie, 2002).

1.7.7. Fotoelastik Kuvvet Analiz Yöntemi:

Bu yöntem, karmaşık yapılar içinde oluşan mekanik iç baskı ve gerilimleri gözle görülebilir ışık taslakları haline dönüştürme yöntemidir. Fotoelastik materyalden hazırlanan model özel şartlarda yüklenip, oluşan kuvvetler tespit edilir. Daha sonra modelden kesitler alınıp polariskopta incelenerek fotoğrafları çekilir. Kuvvet analizi çalışmalarında bütün modeldeki iç baskıların doğrudan gözlenmesine imkan vermesi bakımından tercih edilir (Ulusoy ve Aydın, 1988; Çalıkkocaoğlu, 1996).

1.8. Fotoelastik Kuvvet Analizi

Fotoelastik stres analizi, çift kırıcılık özelliği gösteren transparan materyallerin polarize ışık altında strese maruz bırakılınca izlendiği zaman renkli görüntüler sergilemesi özelliğine dayanır. Fotostress, statik veya dinamik testler esnasında bir yapı içerisindeki gerilimleri belirlemek için yüzey baskılarını doğru olarak ölçmeye yarayan ve sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Bu yöntemle, karışık yapılar içinde oluşan mekanik iç baskı ve gerilimler gözle görülebilir ışık taslakları haline dönüştürülür. Fotoelastik bir malzeme yüke maruz bırakılıp, bir Nikol prizmasından geçirilerek,

polarize edilen bir ışıkla gözlendiğinde, materyal içindeki gerilim ve gerinimlere direkt olarak oranlanabilen renkli yapılar görülür. Çünkü polarize ışık demeti yüklenmiş, yani üzerine kuvvet uygulanmış fotoelastik bir materyalden geçerken, materyali farklı hızlarda kateden dikey titreşimlere dönüşür. Buna "fotoelastik etki" denir. Bu durum bir polarize filtre veya polariskop apereyi yardımı ile gözlenebilir (Ulusoy ve Aydın, 1988; Caputo ve Wylie, 2002).

Fotoelastik metodun avantajları:

1. Aşırı gerilimli ve gerilimsiz bölgeler anında belirlenebilir.
2. Oral yapılar gibi karmaşık şekillere sahip yapılar modellerle incelenebilir.
3. Çiğneme kuvvetleri gibi kompleks yüklerden ve farklı restoratif uygulamalardan kaynaklı gerilimler belirlenebilir.
4. En yüksek stresler doğru olarak ölçülebilir ve delikler, çentikler gibi potansiyel başarısızlık alanları etrafındaki stres miktarı belirlenebilir.
5. Yapılar içerisindeki stres dağılımını minimum ağırlık ve maksimum güvenilirlikle en iyi şekilde gösterir.
6. İki boyutlu yöntemde modeli tekrarlamadan değişik yükler altında testler tekrarlanabilir.
7. Tüm modeldeki gerilimlerin yerleri ve büyüklüğü belirlenebilir (Measurements Group, 2002b; Özçelik, 2002).

Fotoelastik Yöntemin Temel İlkeleri:

Modelleme Yöntemleri:

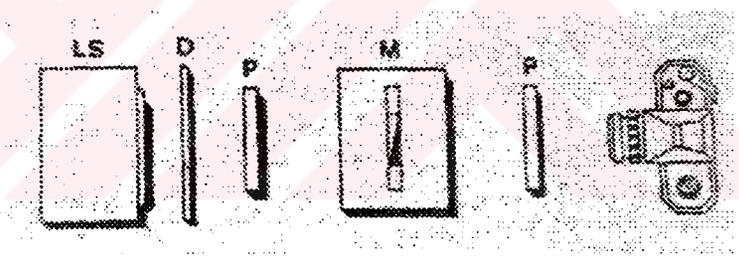
Oral yapıların modellenebilmesi için iki temel yöntem uygulanır. İlk yöntem modelin asıl yapıdan elde edilmesidir. Yapının tümü veya bir kısmı üç boyutlu aslına sadık kalınarak modele yansıtılabilir. Bu uygulama yönteminde model olduğundan daha küçük veya daha büyük yapılabilir (Caputo ve Wylie, 2002).

İkinci yöntem ise sistemin çalışılacak olan bazı mekanik özelliklerinin modelde simüle edilmesidir. Çünkü tüm özelliklerin modele yansıtılması mümkün

olmayabilir. Sonuç olarak hangi klinik problemin daha önemli olduğuna karar verilerek, bu unsurların modele yansıtılmasına çalışılır. Bu iki kurala ek olarak, modeller oluşturulurken göreceli olarak da olsa protez ve dokuların elastik modüllerine dikkat edilerek fotoelastik materyalin seçilmesi gerekir (Caputo ve Wylie, 2002).

Fotoelastik Gözlemleme

Daha önce de açıklandığı gibi fotoelastik teknik modeldeki streslerin görülebilir olmasını sağlamaktadır. Bu streslerin görülebilir olmasını sağlayan aygıta ''Polariskop'' denir. Polariskopu oluşturan ana yapılar polarize filtre ve ışık kaynağıdır. Bu tip polariskopa ''düzlemsel polariskop'' denir (Resim 1.1)(Özçelik,2002).



Resim 1.1 Düzlemsel polariskop düzeni. P: Polarize filtre, LS: Işık kaynağı, D: Dağıtıcı, M: Model (Özçelik, 2002).

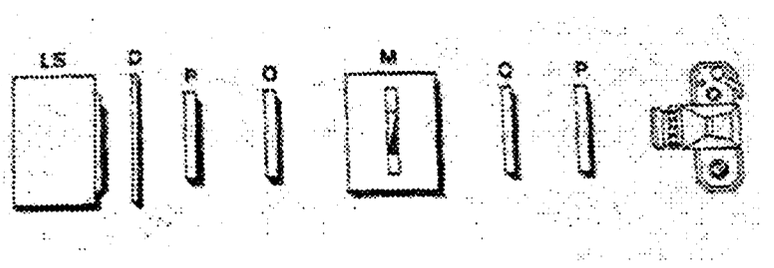
Polariskop, tek bir düzlemdeki ışınların geçişine izin veren bir polarizör içerdiğinden, incelenen modele gelen ışık huzmesi, esas düzlem boyunca ikiye ayrılarak, farklı hızlarda yollarına devam eder. Bu hız farkını ölçmek için polariskop kullanılır (Caputo ve Wylie, 2002).

Fotoelastik materyalde artan gerilim ile gözlenen renk skalası: Siyah (kuvvetin olmadığı alan), daha sonra sarı, kırmızı, mavi-yeşil. Sarı, kırmızı, yeşil, sarı kırmızı, yeşil v.s. şeklinde devam eder. Kırmızı ve yeşil renkler arasındaki geçiş çizgileri "

Fringe " olarak tanımlanır. Fringe'lerin sayısı arttıkça gerilim de oransal olarak artar. Bu renkli bantlar veya fringe'ler birbirine yaklaştıkça, gerilim değişimi daha fazla olur. Düzenli renk görünümü ise, düzenli dağılım gösteren gerilim alanlarını ifade eder (Ulusoy ve Aydın, 1988; Caputo ve Wylie, 2002).

Genel olarak düzlemsel polariskopta iki tip fringe gözlenir. Yukarıda da belirtildiği gibi bunlardan birincisi belirli renk çizgilerinin sıralı olarak gözlemlendiği alanlardır. Bunlara "izokromatik fringe" denir ve stresin yoğunlaştığı bölgelerde gözlenir. Diğeri ise polariskopta siyah olarak görülen alanlardır. Buna da "izoklinik fringe"'denir. Bu fringeler streslerin yönleriyle ilgilidirler ve izokromatikler ile üst üste binebilirler (Measurements Group, 2002b; Caputo ve Wylie, 2002).

Modelin iyi olarak analiz edilebilmesi ve görüntü alınabilmesi için izokromatik fringelerin net olarak gözlemlenmesi gerekir. Bu yüzden izokromatik fringelerin görülmesini kolaylaştırmak için izoklinikleri elimine etmek gerekmektedir. İzokliniklerin eliminasyonu "sirküler polariskop" ile gerçekleştirilir ve bunun filtresi "çeyrek dalga plağı" olarak adlandırılır (Resim 1.2). Bu filtre sayesinde ışığın bir kısmının rotasyonu engellenir ve izoklinik fringeler etkisiz duruma getirilir (Caputo ve Wylie, 2002).



Resim 1.2. Sirküler Polariskop düzeni. P: Polarize filtre, Q: Çeyrek dalga plağı, LS: Işık kaynağı, D: Dağıtıcı, M: Model (Özçelik, 2002).

Analizde diğer önemli konu da modele uygulanan yük miktarıdır. Kuvvet ne kadar arttırılırsa izokromatik fringe sayısı da o oranda artış gösterecektir. Kuvvet

miktarının arttırılmasıyla fringelerin şekil ve dağılımında farklılık gözlemlenmeyebilir (Caputo ve Wylie, 2002).

İzokromatik stresler gözönüne alındığında yorum için iki temel prensip kullanılır:

- Stres yoğunluğu arttıkça fringelerin sayısı artar
- İzokromatik fringelerin birbirine yakınlığı ne kadar artarsa o oranda stres yoğunluğu fazla anlamına gelmektedir.

Stres yoğunluğu genel olarak üç durumda oluşur. Bunlar;

1. Bir cismin diğerine baskı yapması
2. Geometrik cismin devamlılığının bozulması (sıkma, bükme, germe gibi).
3. Cismin iki parçası arasında elastik modül farkının olması (Caputo ve Wylie, 2002).

Fotoelastik Yöntemin Klinik Uygulamaları

İki boyutlu analiz tekniği:

İki boyutlu analizde model, sagittal düzlem gibi tek bir düzlemde oluşturulur. İki boyutlu analiz için en önemli gereksinimlerden biri, oluşan streslerin varyasyonlarını engellemek için model kalınlıklarının mümkün olduğunca azaltılmasıdır. Sonuç olarak, oluşturulacak kuvvetler tek düzlemle sınırlandırılmalıdır. İki boyutlu tekniğin üç avantajı vardır:

1. Modellerin yapımı göreceli olarak daha kolaydır,
2. Modellere çok çeşitli kuvvet uygulamaları yapılabilir.
3. Aynı modelde birçok farklı yapı test edilebilir.

Bu uygulamanın dezavantajı olarak da üç boyutlu bir model hazırlanmadığı için, üç boyutlu bir stres dağılımının gözlemlenememesi sayılabilir (Caputo ve Wylie, 2002).

Üç boyutlu analiz tekniği:

Üç boyutlu teknikte yapının bütün geometrik gerçekliği verilmelidir. Üç boyutlu model analizinde değişik özelliklere sahip plastik materyaller kullanılır. Belirlenmiş bir sıcaklıkta materyale kuvvet uygulanır ve kuvvet uygulanmaya devam ederken sıcaklık düşürülerek streslerin sabit kalması sağlanır. Bu işleme ''stres dondurma işlemi'' denir. Daha sonra model dilimlere ayrılarak her bir dilim sanki iki boyutlu analiz yapılıyormuş gibi incelenir. Bütün dilimlerin analizinin yapılması tüm yapının üç boyutlu analiz resmini verir. Üç boyutlu fotoelastik stres analizi, simule edilen kemik içerisindeki ligament yüzeyindeki streslerin belirlenmesini sağlar (Mehta ve ark, 1975; Caputo ve Wylie, 2002).

Üç boyutlu bir modelin yapımı oldukça güçtür. Böyle bir analizin yapılıp yapılmamasına, iki boyutlu analizlerde gözlemleyemediğimiz streslere ihtiyaç olup olmadığının dikkatli bir şekilde belirlenmesiyle karar verilmelidir (Caputo ve Wylie, 2002).

Üç boyut benzeri analiz tekniği:

Bu analiz tekniği, iki boyutlu ve üç boyutlu analiz tekniklerinin bazı avantajlarından yararlanmak amacıyla geliştirilmiş bir teknikdir. Bu teknik bazı avantajlar getirmesiyle birlikte kısıtlı olduğu durumlar da mevcuttur. Bu tekniğin modellerinde geometrik gerçekliğe isteğe bağlı olarak uyulur. Gerçek üç boyutlu teknikle bunun arasındaki temel fark, gözlemlenen ve kayıt edilen streslerdir. İki boyutlu ve üç boyutlu çalışmalarda modeller veya modelin bir kısmı incelenir. Bu incelemede modellerin yapım veya kesim kalınlığına bağlı olarak önemli bir stres varyasyonu gözlemlenemez. Bu teknikte ise düzlemsel stres dağılımı kısıtlanmaz.

Bu tekniğin avantajı modele yerleştirilen değişik aygıtlarla multipl kompleks kuvvetlerin uygulanabilmesidir. Dezavantajı ise gerçek üç boyutlu stres dağılımının gözlenememesidir (Caputo ve Wylie, 2002).

Kombine analiz tekniği:

Klinik problemlerin çözümünde kombine yöntem uygulamaları oldukça etkili olabilir. Örneğin, karmaşık bir yapı çözümlenmeye çalışılıyorsa ilk önce iki boyutlu bir uygulama gerçekleştirilebilir. Daha sonra bundan yola çıkarak üç boyutlu bir uygulama yapılabilir. Buna benzer olarak başka kombinasyonlar da gerçekleştirilebilir (Caputo ve Wylie, 2002).

2.GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamız A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı laboratuvarı ve ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü Fotoelastisite laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

İncelediğimiz hassas tutucu sistemlerinin hareketli bölümlü protezlerde diş desteklerde oluşturduğu streslerin incelenmesi amacıyla fotoelastik kuvvet analiz yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmamızda rezilient, rijid ve yarı-rijid tür olmak üzere üç farklı özellikteki hassas tutucular incelenmiştir. Her biri farklı firmaya ait dört adet rezilient, dört adet rijid ve dört adet yarı-rijid hassas tutucu kullanılmıştır. Bu hassas tutucuların türleri, markaları ve ait oldukları firmalar Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmamızda kullanılan hassas tutucular

Tür	Marka	Firma
Rezilient	VKS-SG (esnek tip, yeşil negatif) Ceka-Revax ASC-52 Special series stress breaker (Amortisör)	Bredent Ceka Microtecnor Ancorvis
Rijid	Miniancor rijid attachment NAB-92 VKS-SG (Rijid tip, kırmızı negatif) Rod attachment	Ancorvis Microtecnor Bredent Servo-Dental
Yarı-rijid	AP-Piccolino Klinat-98 VKS-SG (yarı-rijid tip, sarı negatif) Preci-Vertex	Servo-Dental Microtecnor Bredent Ceka

VKS-SG (Bredent, Senden, Germany): Her yöne hareket edebilen Bredent VKS-SG hassas tutucusu hareketli bölümlü protezler ve implant overdenture'lar için dizayn edilmiş basit ve etkili bir extracoronal tutucudur. Renkle kodlanmış negatif kısmı değişik derecelerde retansiyon sağlar ve kolaylıkla yerleştirilebilir. Düşükten yükseğe doğru retansiyon dereceleri: yeşil, sarı, kırmızıdır. Vario Snap standart distal düzende yerleştirilebilir veya mesial/distal, buccal/lingual yönde yerleştirilebilir (Resim 2.1)(Attachments International, 1999).

Ceka-Revax (Ceka N.V., Antwerpen, Belgium): Ceka-Revax sistemi destek dişin maksimum korunması amacıyla menteşe vertikal ve rotasyonel hareketleri sağlar. Üç değişik açıda plastik negatifiyle beraber, metal yuvası, yaylanma özelliğindeki pozitif pini ve retansiyon komponenti bulunur. Üç farklı açı hastanın ihtiyaçlarına uygun tasarımına izin verir. İyi bir oral hijyen ve estetik için M3 (standart) ve M2 (küçük) versiyonları bulunur. Cekanın yaylanan pini ayarlanabilir ve değiştirilebilir özelliktedir. Ceka-Revaxın periodontal dokuyla uyumlu bir negatifi vardır. Kronun doğal kontakt noktasının tam altından başlar ve bazal gingival kontakt yapar. Negatif ve kron arasındaki aralık hasta tarafından temizlenebilir (Resim 2.2)(Preat Corporation, 2003).

ASC-52 (Microtecnor, Milano, Italia): ASC 52 hassas tutucusu küçük, universal, eklemli bir bağlayıcıdır. Vertikal ve rotasyonal hareketlere izin verir.İki değişik tipte negatifi mevcuttur: Platin-iridyum ve plastik. Platin-iridyum negatif, herhangi bir alaşımla lehimlenebilir. Plastik negatif ise kıymetsiz alaşımla dökülmelidir. Paslanmaz çelik pozitif ayarlanabilir retansiyon sağlayan tersine yayla itilen bir konnektördür. Yayının gerginliği isteğe göre artırılıp azaltılabilir. Yay ve küresel eklem çivisi değiştirilebilir. Boyutları küçük olduğundan sınırlı yer olan vakalarda kullanılabilir. Yuva şekli düz olan tip kron içi , diğer şekilleri kron dışı uygulamalara elverişlidir. Vertikal ve sagittal eksendeki istenmeyen dönmeleri engellerler. Okluzal koruma uzantısı olmayan ASC 52 Regular artık piyasada bulunmuyor. Eğer gerekirse koruma uzantısı uzaklaştırılabilir (Resim 2.3) (Preiskel, 1984; Attachments International, 1999).

Special series stress breaker (Amortisör) (New Ancorvis, Bologna, Italia): Bu sistem parsiyel protezleri başarı ile destekler ve yükü gingival mukozaya ileterek ve diş hareketlerini sınırlayarak protezin stabilitesini ve fonksiyonunu sağlar. Pozitif parçası krona, negatif parçası hareketli proteze bağlanır. Negatif kısım içinde bir yay ve pin bulunur. Ayrıca yay ve pinin gerektiğinde değiştirilmesini sağlayan bir vida bulunur. İki kısım birleştiğinde yaylanarak pozitif üzerindeki girintiye oturur ve bağlantı bu şekilde sağlanır (Resim 2.4 ve 2.5) (New Ancorvis, 2002).

Miniancor rijid attachment (New Ancorvis, Bologna, Italia): Hareketli köprüler ve hareketli protezler için üretilmiştir. Bu sistem destek dişten faydalanarak protezin stabilitesini sağlar. Sistemde pozitif parça krona, negatif parça hareketli proteze bağlanır. Negatif kısım içinde bir yay ve pin bulunur. İki parça arasındaki bağlantı rijid, fonksiyonel ve hijyenik bir protetik ünite oluşturur (Resim 2.6 ve 2.7) (New Ancorvis,2002).

NAB-92 (Microtecnor, Milano, Italia): Ekstrakoronal, sürtünmesel, rijid bir mikroataçmandır. Krona döküm veya lehim yoluyla birleştirilen pozitif parça ve sürtünme sistemli negatif parça olmak üzere iki parçadan oluşur (Resim 2.8.) (Microtecnor, 2002).

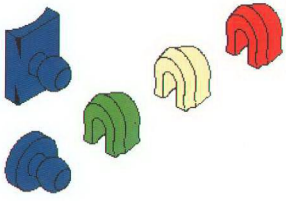
Rod attachment (Servo-Dental, Hagen-Halden, Germany): Rijid, ekstrakoronal bir hassas tutucudur. Pozitif çubuk tamamen yanabilir plastikten yapılmıştır. Negatifleri değişik iç çapları bulunan akriliktendir. Gerektiğinde değiştirilebilir (Resim 2.9) (Servo-Dental, 2001)

AP-Piccolino (Servo-Dental, Hagen-Halden, Germanny): Değiştirilebilir ve ayarlanabilir pozitifi bulunan ekstrakoronal bir hassas tutucudur. Küçük boyutları sayesinde özellikle antertior kullanım için tercih edilir (Resim 2.10) (Servo-Dental, 2001).

Klinat-98 (Microtecnor, Milano, Italia): Yarı-rijid ekstrakoronal bir hassas tutucudur. 90° ve 110° lik farklı kombinasyonlardadır ve değişik metal yapılarda bulunur. Pozitif negatif içerisine kolaylıkla yerleştirilebilir. Geniş bir sürtünme yüzeyi ve böylece sıkı bir birleşme sağlanır. Klinat-98'in pozitifi üzerindeki oluğa ince bir alet yerleştirilerek tekrar aktive edilebilir (Resim 2.11) (Microtecnor, 2002).

Preci-Vertex (Ceka N.V., Antwerpen, Belgium): Preci-Vertex menteşe ve vertikal hareket sağlar. Geniş tabanlı kret tarafından desteklenmelidir. Mandibular ve maksiller bilateral hareketli bölümlü protezlerde destek dişlerde koruma ve hastaya rahatlık sağlayan ucuz ve popüler bir sistemdir. Unilateral serbest sonlu bölümlü

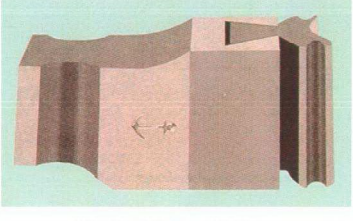
protezlerde karşıt ark stabilizasyonu sağlanmalıdır. Her türlü alaşımla dökülebilir. Plastik negatifi kolaylıkla değiştirilebilir (Resim 2.12) (Preat Corporation, 2003).



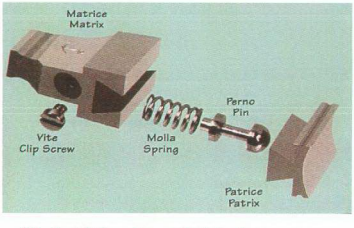
Resim 2.1. Bredent VKS-SG

Resim 2.2. Ceka-Revax

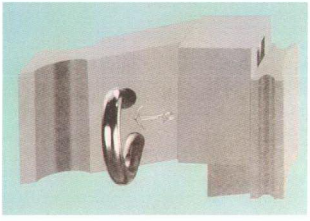
Resim 2.3. ASC-52 ve iç yapısı



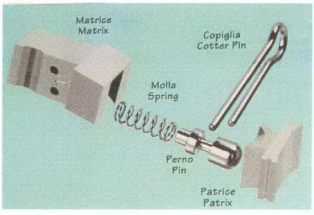
Resim 2.4. Amortisör



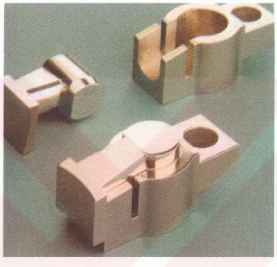
Resim 2.5. Amortisörün iç yapısı



Resim 2.6. Miniancor Rijid Attachment

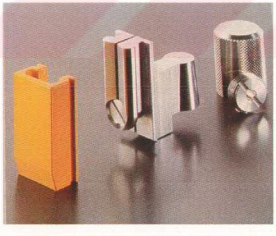


Resim 2.7. Miniancor'un iç yapısı

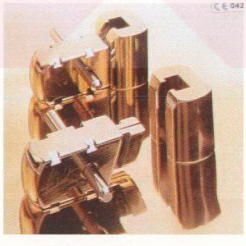


Resim 2.8. NAB-92

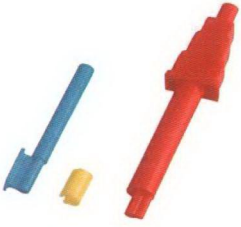
Resim 2.9. Rod Attachment



Resim 2.10. AP Piccolino



Resim 2.11 Klinat-98



Resim 2.12. Preci-Vertex

Araştırmamızda kullanılan PL-2 ve PLH-2 (Measurements Group Inc., North Carolina) fotostress metodu için kaplama materyali olarak üretilmiş olan fotoelastik rezindir (Resim 2.13).

Resim 2.13. PL-2 ve PLH-2

PL-2, şekilli fotoelastik plastik modeller yapmak için kullanılan oda ısısında sertleşen iki komponentli rezin/serteştirici sistemidir. Serteştiricisi PLH-2 ışığa ve neme duyarlıdır. Işık serteştiricinin koyulaşmasına neden olur ve nem ise rezin ile polimerizasyon oranını geciktirir.

Çizelge 2.2. PL-2 nin mekanik ve optik özellikleri (Measurements Group, 2002a)

K-Faktör (optik gerinme katsayısı)	: 0,02 K
Maksimum uzama oranı	: % 50
Elastik modülü	: 210 kg/cm^2
Optik gerinme katsayısının hassas olduğu sıcaklık	: 43
Poisson oranı	: 0.42
Maksimum kullanılabilir sıcaklık	: 204
Transparantlık	: Hafif açık sarı renk ile
mükemmel	

Gereken materyal miktarı yapılacak modelin boyutlarına ve kalınlığına göre hesaplanmalıdır. Üretici firma tarafından önerilen formül şu şekildedir:

W = d x A x t

W = Gereken toplam malzeme miktarı (gr.)

d = Plastik yoğunluğu (1.13 gr/cm^3)

A = Dökülecek plakanın yüzey alanı (genişlik x uzunluk mm)

t = İstenen kalınlık (mm)

Sertleştirici miktarının hesaplanmasında ise her malzeme için firma tarafından tavsiye edilen oran kullanılmaktadır. Bu oranın belirlenmesinde "pph" değeri göz önünde bulundurulur. PL-2 materyalinin pph'i 100'dür ve bu, 100 gr rezin için 100 gr'lık sertleştirici kullanılması gerektiği anlamına gelir (Measurements Group, 2002a; Akaltan, 1992).

2.1. Ağız Ortamını Yansıtan Modelin Hazırlanması:

Bir iskelet protezde iki adet hassas tutucuyu incelemek amacıyla Kennedy Sınıf III / Modifikasyon I vakasına uyan alçı modelden silikon esaslı ölçü maddesi (Speedex,

Coltene,Switzerland) ile negatif elde edilmiş ve bu negatif içerisine pembe mum (Tenacetin, Associated Dental Products Ltd.,UK) eritilerek, alçı modelin mum dublikatı hazırlanmıştır (Resim 2.14).

Resim 2.14. Mum dublikat model

2.2. Destek Dişlerin Hazırlanması:

İki adet alt sağ ve sol doğal kanin dişinde chamfer tarzında basamak hazırlanarak diş kesimleri yapılmıştır.

Kesimden sonra doğal dişlerin silikon esaslı ölçü maddesi (Speedex, Coltene, Switzerland) ile negatifleri elde edilmiş ve negatifler içerisine mavi döküm mumu akıtılarak mum modelleri oluşturulmuştur. Daha sonra bu modellerin Cr-Co alaşımı (Sandental, Bulgaria) ile dökümü elde edilmiştir.

Metal dişlerin polisajı yapılmış ve periodontal membranı taklit etmek amacıyla kök çevreleri 0.2 mm. kalınlığında mavi döküm mumu ile kaplanarak alçıya gömülmüştür.

Daha sonra alçı içindeki mum eritilerek boşluğa akıcı kıvamda silikon esaslı ölçü maddesi (Speedex, Coltene, Switzerland) konularak, kron kısmının etrafına bir anahtar hazırlanmış metal dişler batırılarak köklerin her tarafında eşit kalınlıkta yapay periodontal membran oluşturulmuştur (Resim 2.15).

Resim 2.15. Fotoelastik model için hazırlanan destek dişler

Bu şekilde hazırlanan dişler aks doğrultuları aynı olacak şekilde mum modeldeki yerlerine gömülmüş ve modelajı yapılmıştır.

2.3. Fotoelastik Modelin Hazırlanması:

Metal destek dişlere sahip olan mum model üzerinden, iki fazlı silikon esaslı ölçü maddesi (Optosil-Xantropen, Bayer, Leverkusen) ile ölçü alınmıştır. Ölçü içerisindeki mum kaynatılarak tamamen uzaklaştırılmıştır. İçerisinde metal dişlerin bulunduğu bu kalıp, kuruması için bir gün bekletilmiştir.

Çalışmada kullanılan fotoelastik modelin hazırlanması için, elektronik bir terazi ile 30 gr rezin ve 30 gr sertleştirici ayrı ayrı darası alınmış plastik kaplarda tartılmıştır. Üreticinin önerileri doğrultusunda, ayrı kaplarda tartılmış, olan materyaller, elastomerik ölçü maddesinden yapılan kalıpla beraber sterilizatör içine yerleştirilerek, 46°-52° C'ye kadar ısıtılmıştır. Rezinin ısıtılması viskozitesini düşürüp, sertleştiriciyle daha homojen bir karışım elde edilmesini sağlamaktır.

Hava kabarcığı olmamasına dikkat edilerek, sertleştirici rezine yavaşça ilave edilmiş ve termometre yardımıyla çalkalamadan, homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Bu esnada, ekzotermik kimyasal reaksiyon nedeniyle açığa çıkan ısı termometre ile izlenmiş, rezinin sıcaklığı 55° C'ye yükseldiğinde, daha önce hazırlanmış ve ısıtılmış kalıp içerisine yavaşça dökülmüştür. Kalıp vibratör üzerinde kısa bir süre

bekletildikten sonra polimerizasyonunu tamamlaması için rezin oda sıcaklığında 18 saat bekletilmiştir.

Bu süre sonunda kalıptan çıkarılan modelin tesviye ve polisajı yapıldıktan sonra, kronların hazırlığına geçilmiştir (Resim 2.16).

Resim 2.16. Fotoelastik model

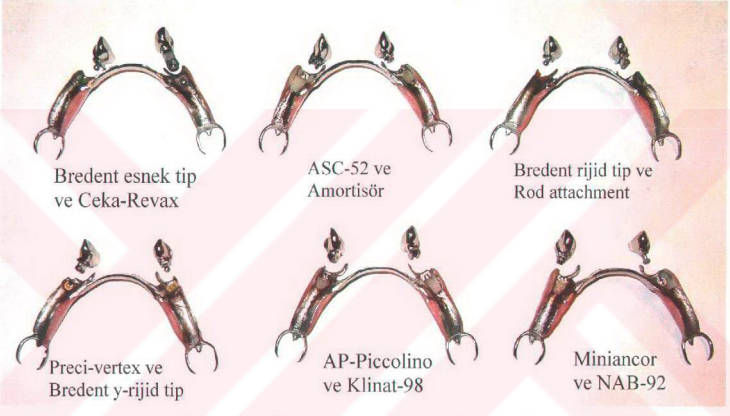
2.4. Kronların Hazırlanması:

Fotoelastik model üzerinde gömülü bulunan sağ ve sol metal kanin dişleri üzerinde lingualinde freze yuvaları bulunan full kron modelajı yapılmış ve dörder adet rezilient, rijid ve yarı-rijid hassas tutucu ikişer ikişer gruplandırılarak kronların boşluğa bakan aproksimal yüzeylerine monte edilmiştir. Daha sonra bu kronlar döküme sevk edilerek Cr-Co alaşıma dönüştürülmüştür.

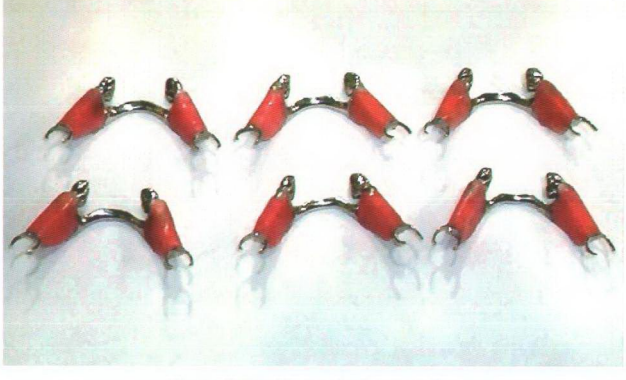
2.5. Protezlerin Yapımı:

Kronların model üzerinde uyumlandırılmasından sonra model üzerinde block-out işlemleri yapılmış ve iskelet protezlerin mum modelajlarının yapılması amacıyla altı adet revetman dublikat model elde edilmiştir. İskelet bölümlü protez planlamasında

ana bağlayıcı olarak lingual bar kullanılmıştır. Modelajlar tamamlandıktan sonra Cr-Co alaşımından metal alt yapılar elde edilmiştir. Daha sonra iskeletlerin fotoelastik model üzerinde uyumlamaları yapılmıştır (Resim 2.17). Her bir protez için kaide plağı hazırlamak amacıyla model üzerinden ölçüler alınmış ve altı adet sert alçı model elde edilmiştir. Kaide plakları üzerinde diş boyutlarına uyan mum şablonlar hazırlanarak akril tepilmiştir. Bitirilen protezler, fotoelastik model üzerinde tekrar uyumlanmıştır (Resim 2.18).



Resim 2.17. İskelet protezlerin metal alt yapıları



Resim 2.18. Bitmiş iskelet protezler

2.6. Yükleme İşlemi:

Çalışmamızda kullanacağımız yöntem üç boyut benzeri fotoelastik kuvvet analizi olduğu için herbir protez ayrı ayrı model üzerine oturtularak polariskop cihazı üzerine yerleştirilmiş ve yüklemeler aynı model üzerinde yapılmıştır (Resim 2.19).

Model üzerinde yüklemeler sonucu izlenen kuvvet çizgileri, polariskop cihazı önüne sabitlenen HP Photosmart 620 model, 2.1 megapixel, 3x optik zoom ve 4x digital zoom'a sahip digital fotoğraf makinesi ile görüntülenmiştir.

Yükleme işlemi tek ve çift taraflı olmak üzere iki şekilde yapılmıştır. Tek taraflı yükleme işlemi sağ ve sol dişsiz bölgede ayrı ayrı olmak üzere vertikal yönde, mesial ve distal yönde eğimli olacak şekilde yapılmıştır.

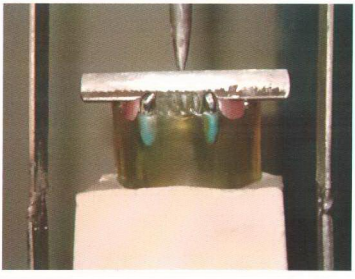
Çift taraflı yükleme işleminde ise her iki taraf dişsiz bölgenin orta noktasına yerleştirilen çelik bir bar kullanılmıştır. Bu barın tam ortasından 20 kg'lık yük uygulanmıştır (Resim 2.20).

Tek taraflı yüklemeler için protezler üzerinde, şablonların tam ortasına 45° lik piramit şeklinde yuvalar hazırlanmıştır. Eğimli yüklemeler sırasında yükleme aygıtının piramit yüzeyine dik olarak yerleşmesi amacıyla modelin altına yerleştirmek üzere 45° lik eğime sahip tahta takoz hazırlanmıştır. Daha sonra piramitin iki yüzeyi ve tepesi olmak üzere üç ayrı bölgesine 20 kg'lık yük uygulanmıştır (Resim 2.21., 2.22. ve 2.23).

Önce tek ve çift taraflı vertikal yönlü yüklemeler yapılmış, daha sonra tek taraflı mesial ve distal yönlü yükler uygulanmıştır.

Yüklemeler sonucu modelde oluşan renkli kuvvet çizgileri polariskop cihazında gözlenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

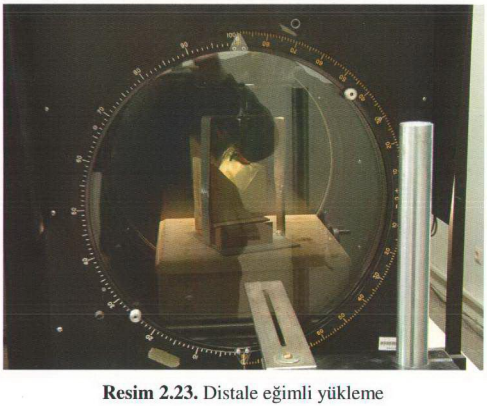
Resim 2.19. Polariskop cihazı



Resim 2.20. Çift taraflı dikey yükleme işlemi

Resim 2.21. Tektaraflı dikey yükleme

Resim 2.22. Mesiale eğimli yükleme



Resim 2.23. Distale eğimli yükleme

3.BULGULAR:

Çalışmamızda bulgular bölümü tek taraflı dikey yükleme, çift taraflı dikey yükleme, mesiale eğimli yükleme ve distale eğimli yükleme olmak üzere dört grup olarak incelenmiştir.

3.1. Tek Taraflı Dikey Yükleme Bulguları:

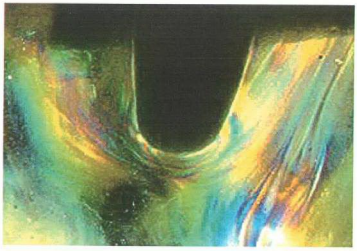
3.1.1. Rezilient Hassas Tutucular:

Bredent (esnek tip): Stres iletimi yüksek derecede olmak üzere kökün apeksinde (5 fringe)oluşmuştur. Lateral stres oluşmamıştır (Resim 3.1).

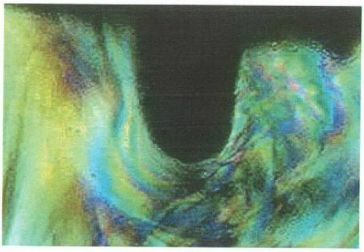
Ceka- Revax: Stresler kökün apeksinde orta derecede (4 fringe) görülmüş, daha az olacak şekilde kökün mesialinden koronale doğru (1 fringe) dağılmıştır (Resim 3.2).

ASC-52: Kökün apeksinde orta derecede (3,5 fringe) stres yoğunlaşması görülmüştür. Lateral stres oluşmamıştır. Bu grupta en düşük stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.3).

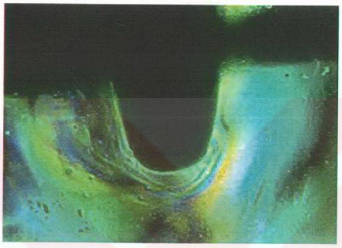
Special Series Stress Breaker (Amortisör): Kökün mesio-apikalinde yoğun miktarda (6 fringe) stres oluşmuştur.Rezilient grupta en fazla stres oluşturan hassas tutucu olduğu izlenmiştir (Resim 3.4) (Şekil 3.1).



Resim 3.1. Bredent esnek tip

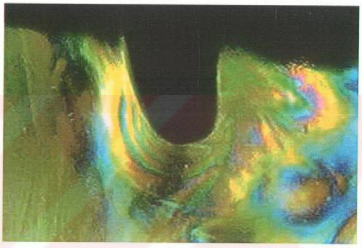


Resim 3.2. Ceka-Revax



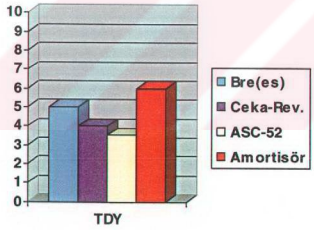
Resim 3.3. ASC-52

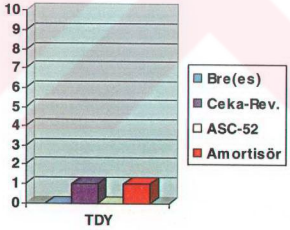
Apikal gerilim



Resim 3.4. Amortisör

Lateral gerilim





Şekil 3.1. Rezilient grup tek taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler

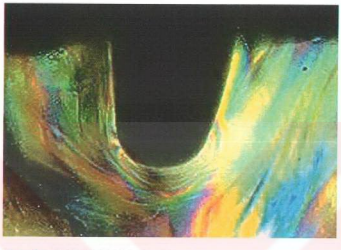
3.1.2. Rijid Hassas Tutucular:

Miniancor Rijid Attachment: Kökün apeksinde yüksek derecede (5 fringe), mesialinde ise çok az miktarda (0,5 fringe) stres birikimi görülmüştür (Resim 3.5.)

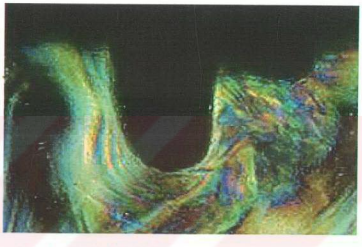
NAB-92: Kökün mesio-apikalinde yüksek düzeyde (5 fringe) olmak üzere, mesialinde ve disto-marjinalide (1 fringe) stres birikimi görülmüştür (Resim 3.6).

Bredent (rijd tip): Kökün apeksinde orta derecede (4 fringe) kuvvet iletimi görülmüştür. Kuvvet dişin uzun aksı boyunca iletilmiştir. Bu grupta en düşük stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.7).

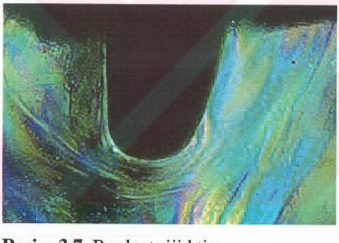
Rod Attachment: Kökün apeksinde NAB-92'ye benzeyen (5 fringe) disto-marjinal ve mesio-apikalinde lokalize (1 fringe) stres birikimi görülmüştür (Resim 3.8) (Şekil 3.2).



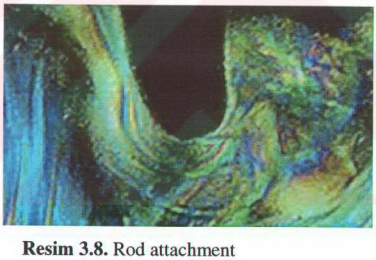
Resim3.5. Miniancor



Resim 3.6. NAB-92

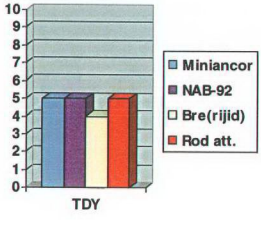


Resim 3.7. Bredent rijid tip

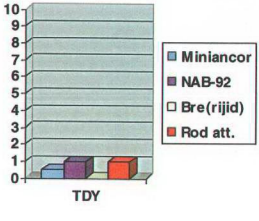


Resim 3.8. Rod attachment

Apikal gerilim



Lateral gerilim



Şekil 3.2. Rijid grup tek taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

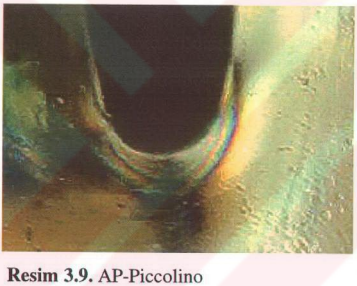
3.1.3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular:

AP-Piccolino: Kökün apeksinde uzun aksı boyunca yüksek derecede (5 fringe) kuvvet oluşmuştur. Lateral stres oluşmamıştır. Bu grupta en yüksek stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.9).

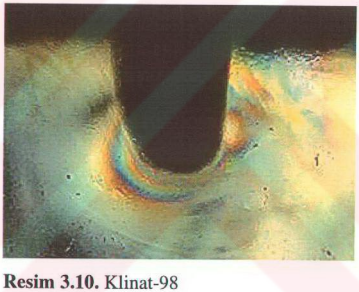
Klinat-98: Kökün apikalinde orta derecede (2,5 fringe) kuvvet çizgileri görülmüştür.. Lateral stres oluşmamıştır (Resim 3.10).

Preci-Vertex: Kökün mesio-apikalinde yüksek düzeyde (4,5 fringe) baskı kuvveti, distal yüzeyinde düşük derecede (0,5 fringe) baskı kuvveti görülmüştür (Resim 3.11).

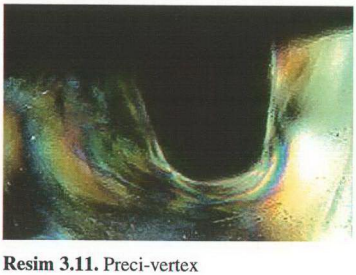
Bredent (Yarı-rijid): Kökün mesio-apikalinde orta düzeyde (2 fringe) kuvvet oluşumu görülmüştür. Bu grupta en düşük stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.12) (Şekil 3.3).



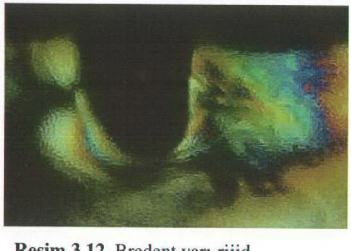
Resim 3.9. AP-Piccolino



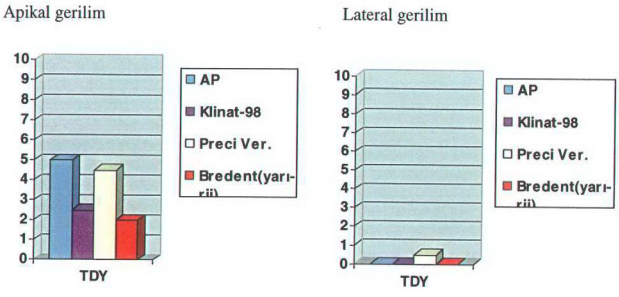
Resim 3.10. Klinat-98



Resim 3.11. Preci-vertex



Resim 3.12. Bredent yarı-rijid



Şekil 3.3. Yarı-rijid grup tek taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler

3.2. Çift Taraflı Dikey Yükleme Bulguları:

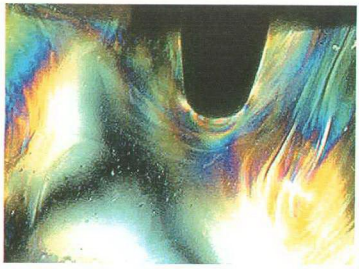
3.2.1. Rezilient Hassas Tutucular:

Bredent (esnek tip): Stres paylaşıldığı için kökün apekside orta düzeyde (2,5 fringe) kuvvet oluşumu görülmüştür. Lateral stres oluşmamıştır (Resim 3.13).

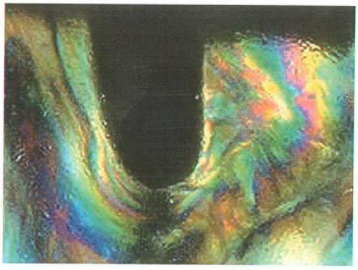
Ceka- Revax: Tek taraflı yüklemede olduğu gibi kökün apeksinden mesialine doğru stres gözlenmiş fakat, daha az stres (2 fringe) oluşmuştur (Resim 3.14).

ASC-52: Tek taraflı yüklemeye göre daha az (1,5 fringe) stres oluşmuş, kökün mesialinin orta kısmında çok az (0,5 fringe) stres görülmüştür. Stres daha çok dişin uzun aksı boyunca iletilmiştir. Bu grupta en düşük stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.15).

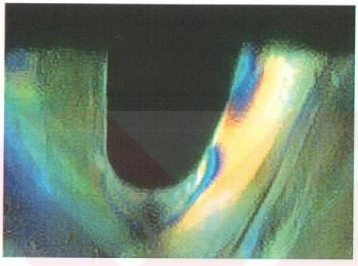
Special Series Stress Breaker (Amortisör): Tek taraflı yüklemeye göre daha az olacak şekilde kökün apeksinde orta düzeyde (3 fringe) ve çok az miktarda mesialinde (1 fringe) görülmüştür. Bu grupta en yüksek stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.16)(Şekil 3.4).



Resim 3.13. Bredent esnek tip

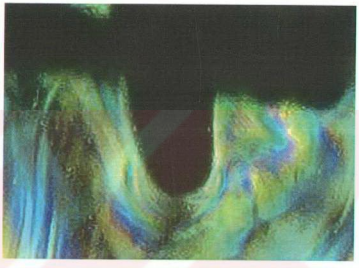


Resim 3.14. Ceka-revax



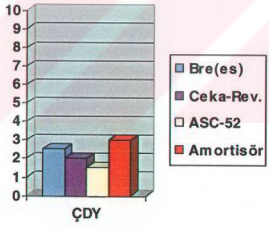
Resim 3.15. ASC-52

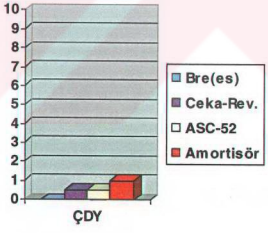
Apikal gerilim



Resim 3.16. Amortisör

Lateral gerilim





Şekil 3.4. Rezilient grup çift taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler

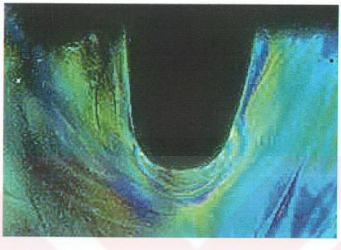
3.2.2. Rijid Hassas Tutucular:

Miniancor Rijid Attachment: Stres paylaşıldığı için tek taraflı yüklemeyle aynı şekilde fakat orta derecede (3 fringe) stres oluşmuştur (Resim 3.17).

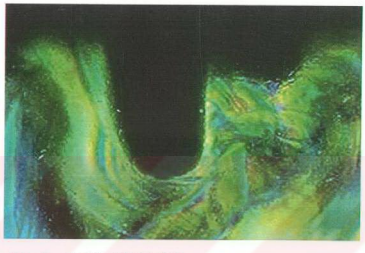
NAB-92: Tek taraflı yüklemeye benzer şekilde ve orta derecede (3 fringe) kuvvet oluşumu görülmüştür. Lateral stres oluşmamıştır (Resim 3.18).

Bredent (rijd tip): Tek taraflı yüklemeye göre daha az, orta derecede (3 fringe) kuvvet oluşumu görülmüştür. (Resim 3.19).

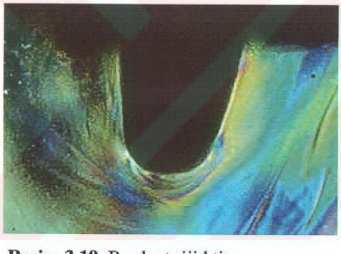
Rod Attachment: Tek taraflı yüklemeye göre daha az ve benzer lokalizasyonda orta derecede (3 fringe)kuvvet oluşumu görülmüştür (Resim 3.20)(Şekil 3.5).



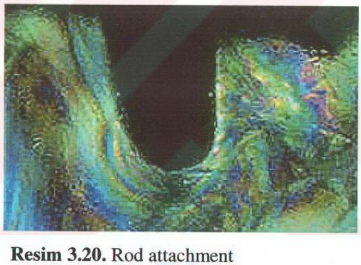
Resim 3.17. Miniancor



Resim 3.18. NAB-92

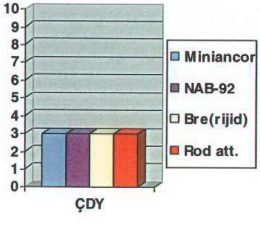


Resim 3.19. Bredent rijid tip

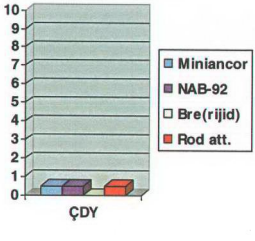


Resim 3.20. Rod attachment

Apikal gerilim



Lateral gerilim



Şekil 3.5. Rijid grup çift taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler

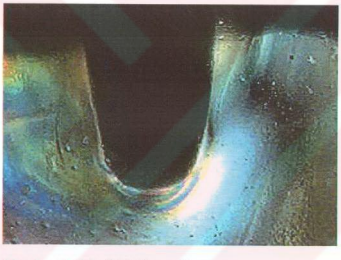
3.2.3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular:

AP-Piccolino: Kökün apeksinde uzun aksı boyunca iletilmiş tek taraflı yüklemeye göre daha az oluşmuş orta derecede (3 fringe) kuvvet oluşumu gözlenmiştir. Lateral stres oluşmamıştır. Bu grupta en yüksek stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.21).

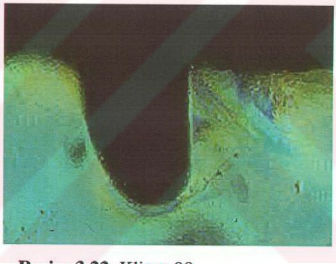
Klinat-98: Kökün apeksinde düşük derecede (0,5 fringe) kuvvet oluşumu gözlenmiştir. Lateral stres oluşmamıştır. Bu grupta en düşük stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.22).

Preci-Vertex: Kökün apeksinde düşük derecede (1,5 fringe) kuvvet oluşumu gözlenmiştir. Lateral stres oluşmamıştır (Resim 3.23).

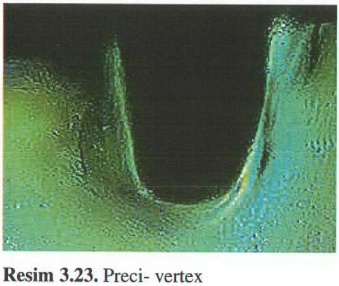
Bredent (Yarı-rijid): Kökün mesio-apikalinde düşük düzeyde (1,5 fringe) kuvvet oluşumu görülmüştür (Resim 2.24)(Şekil 3.6).



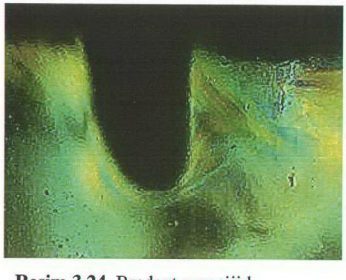
Resim 3.21. AP-Piccolino



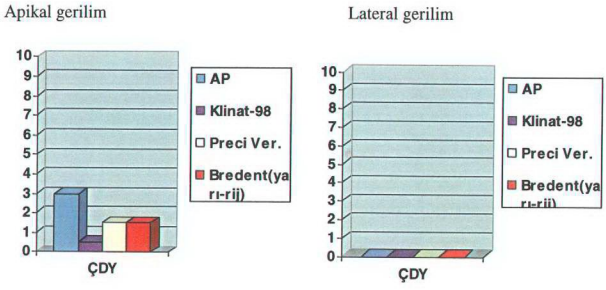
Resim 3.22. Klinat-98



Resim 3.23. Preci- vertex



Resim 3.24. Bredent yarı-rijid



Şekil 3.6. Yarı-rijid grup çift taraflı dikey yüklemede apikal ve lateral gerilimler

3.3. Mesiale Eğimli Yükleme Bulguları:

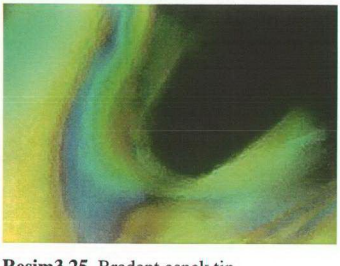
3.3.1. Rezilient Hassas Tutucular:

Bredent (esnek tip): Kökün apeksinde düşük basma (0,5 fringe), distal kök yüzeyinde geniş çekme (2,5 fringe) kuvveti oluşumu izlenmiştir (Resim 3.25).

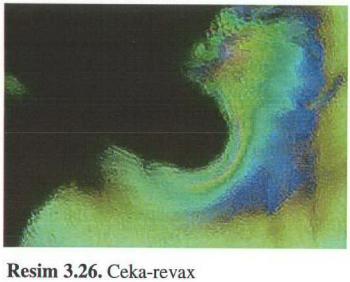
Ceka-Revax: Kökün apeksinde orta düzeyde basma (2 fringe), distalinde düşük düzeyde çekme (1 fringe) gerilimi izlenmiştir (Resim 3.26).

ASC-52: Kökün apeksinde orta düzeyde basma (2 fringe), disto-apikal kök yüzeyinde orta düzeyde çekme (2,5 fringe) gerilimi izlenmiştir (Resim 3.27).

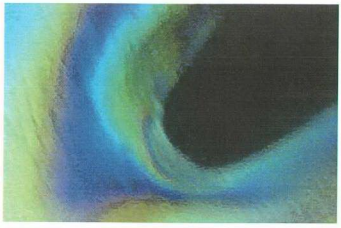
Special Series Stress Breaker (Amortisör): Apikalde lokalize orta düzeyde (3 fringe) gerilim izlenmiştir. Lateral gerilim oluşmamıştır. Bu grupta en yüksek stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.28) (Şekil 3.7).



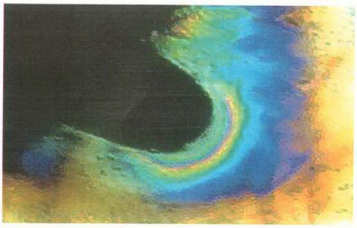
Resim3.25. Bredent esnek tip



Resim 3.26. Ceka-revax

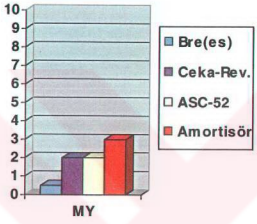


Resim 3.27. ASC-52

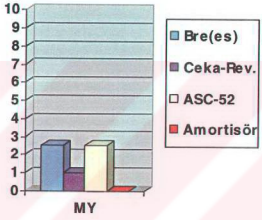


Resim 3.28. Amortisör

Apikal gerilim



Lateral gerilim



Şekil 3.7. Rezilient grup mesiale yüklemede apikal ve lateral gerilimler

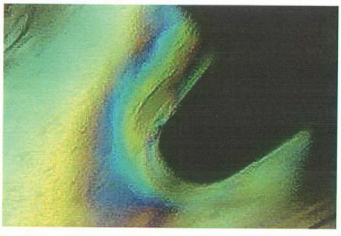
3.3.2. Rijid Hassas Tutucular:

Miniancor Rijid Attachment: Dişin apeksinde orta derecede (2 fringe), distal yüzeyinde orta derecede çekme (2 fringe) gerilimi izlenmiştir (Resim 3.29).

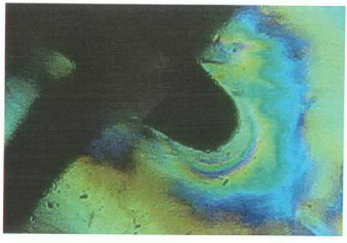
NAB-92: Kök mesio-apikalinde yüksek düzeyde (5 fringe) olacak şekilde, distal yüzeyinde orta derecede çekme gerilimi (3 fringe) izlenmiştir. Bu grupta en yüksek stres oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.30).

Bredent (rijd tip): Kökün apeksinde az (1,5 fringe), mesialinde çok az basma (0,5 fringe), distalinde ise orta düzeyde çekme gerilimi (2 fringe) izlenmiştir (Resim 3.31).

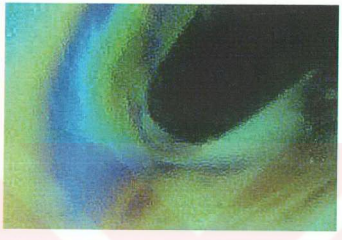
Rod Attachment: Dişin apeksinde orta derecede (3 fringe), mesialinde ise düşük düzeyde basma gerilimi (1,5 fringe) izlenirken, kökün distal yüzeyinde yine düşük derecede çekme gerilimi (1,5 fringe) izlenmiştir (Resim 3.32) (Şekil 3.8).



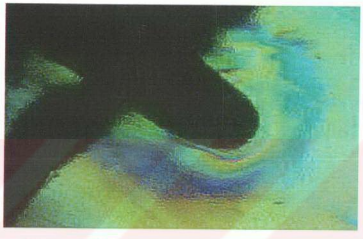
Resim 3.29. Miniancor



Resim 3.30. NAB-92

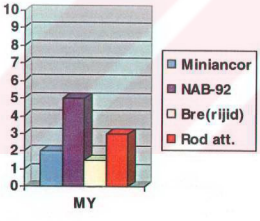


Resim 3.31. Bredent rijid tip

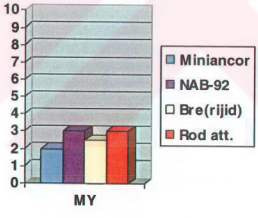


Resim 3.32. Rod attachment

Apikal gerilim



Lateral gerilim



Şekil 3.8. Rijid grup mesiale yüklemede apikal ve lateral gerilimler

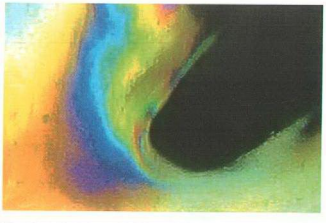
3.3.3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular:

AP-Piccolino: Kökün apeksinde az basma (1,5 fringe), distalinde ise düşük düzeyde çekme gerilimi (1 fringe) izlenmiştir (Resim 3.33).

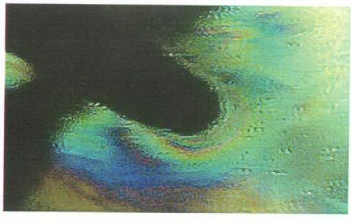
Klinat-98: Dişin apeksinde orta derecede gerilim (2 fringe) izlenmiştir. Lateral stres oluşmamıştır (Resim 3.34).

Preci-Vertex: Dişin apeksinde orta derecede (2 fringe), distal yüzde koronale doğru aynı düzeyde (2 fringe) devam eden stres oluşumu gözlenmiştir (Resim 3.35).

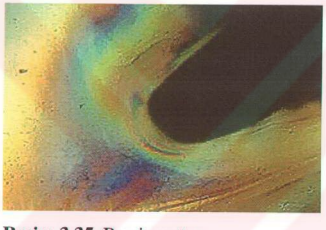
Bredent (Yarı-rijid): Kökün apeksinde düşük derecede (1 fringe) stres oluşumu gözlenmiştir. Lateral stres oluşmamıştır (Resim 3.36) (Şekil 3.9).



Resim 3.33. AP-Piccolino



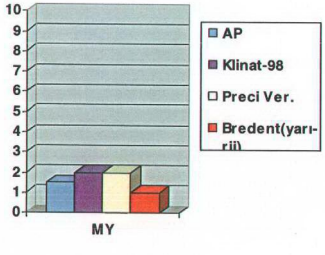
Resim 3.34. Klinat-98



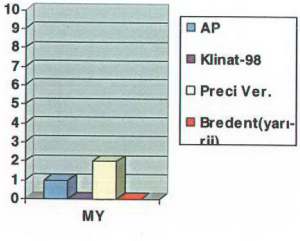
Resim 3.35. Preci- vertex

Resim 3.36. Bredent yarı-rijid

Apikal gerilim



Lateral gerilim



Şekil 3.9. Yarı-rijid grup mesiale yüklemede apikal ve lateral gerilimler

3.4. Distale Eğimli Yükleme Bulguları:

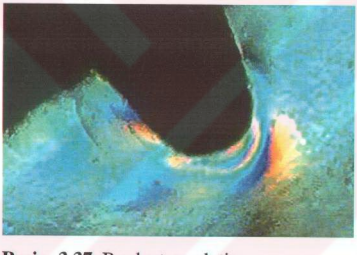
3.4.1. Rezilient Hassas Tutucular:

Bredent (esnek tip): Kökün apikal (1,5 fringe) ve mesio-apikalinde düşük düzeyde (0,5 fringe) basma gerilimi izlenmiştir (Resim 3.37).

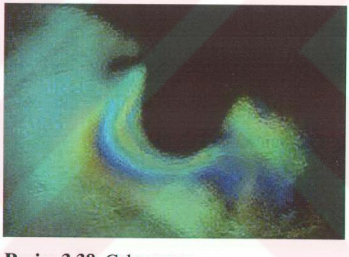
Ceka-Revax: Kökün mesio-apikalinde orta düzeyde basma gerilimi (2,5 fringe) izlenmiştir (Resim 3.38).

ASC-52: Kökün apikalinde çok düşük (0,5 fringe), disto-marjinal bölgede ise düzensiz basma gerilimi (0,5 fringe) izlenmiştir. Bu grupta en düşük stresi oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.39).

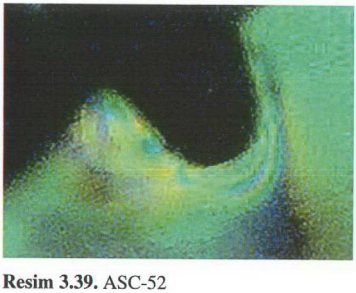
Special Series Stress Breaker (Amortisör): Mesio-apikalde lokalize orta düzeyde gerilim (2,5 fringe) izlenmiştir (Resim 3.40) (Şekil 3.10).



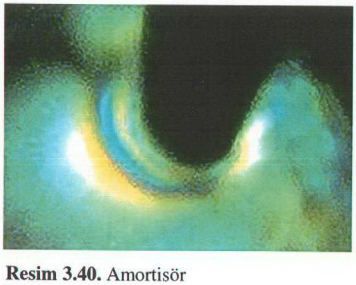
Resim 3.37. Bredent esnek tip



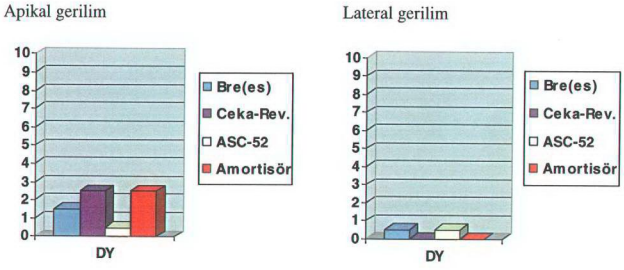
Resim 3.38. Ceka-revax



Resim 3.39. ASC-52



Resim 3.40. Amortisör



Şekil 3.10. Rezilient grup distale yüklemede apikal ve lateral gerilimler

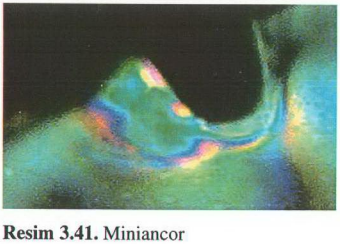
3.4.2. Rijid Hassas Tutucular:

Miniancor Rijid Attachment: Mesial kök yüzeyinde hiç basma gerilimi oluşmamış, apikale doğru çekme tarzında düşük düzeyde (0,5 fringe) stres oluşurken, distal kök yüzeyinde düzensiz (1 fringe) stres adacıkları izlenmiştir (Resim 3.41).

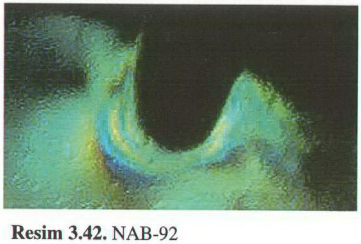
NAB-92: Kök mesio-apikalinde orta düzeyde basma gerilimi (3 fringe), disto-apikalinde ise çok az düzeyde çekme gerilimi (1 fringe) izlenmiştir. Bu grupta en yüksek stresi oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.42).

Bredent (rijd tip): Miniancora benzer bir görünüm izlenmiştir. Mesio-apikalde hiç basma gerilimi oluşmamış, disto-apikalden başlayan, koronale doğru akan miniancora göre daha düzenli basma gerilimi (1 fringe) oluşmuştur (Resim 3.43).

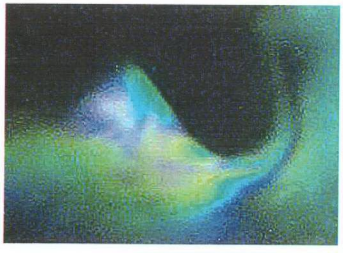
Rod Attachment: Mesial kök yüzeyinde hiç basma gerilimi oluşmamışken, mesio-apikalde düşük düzeyde (1,5 fringe), distalde ise daha da düşük düzeyde (0.5 fringe) gerilim izlenmiştir (Resim 3.44) (Şekil 3.11).



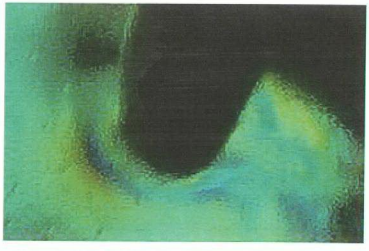
Resim 3.41. Miniancor



Resim 3.42. NAB-92

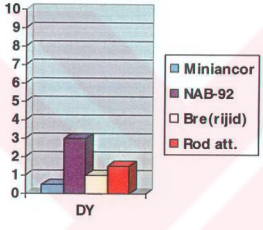


Resim 3.43. Bredent rijid tip

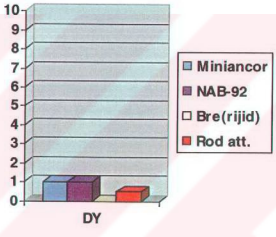


Resim 3.44. Rod attachment

Apikal gerilim



Lateral gerilim



Şekil 3.11 Rijid grup distale yüklemede apikal ve lateral gerilim

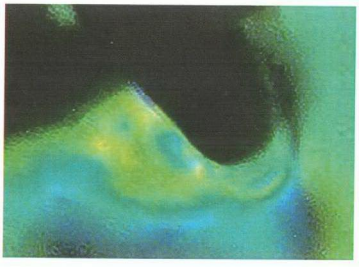
3.4.3. Yarı-Rijid Hassas Tutucular:

AP-Piccolino: Kökün apeksinde az düzeyde (0,5 fringe), distalinde yine düşük düzeyde (0,5 fringe) basma gerilimi izlenmiştir (Resim 3.45).

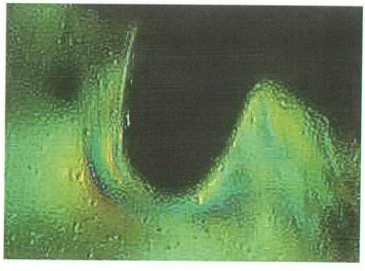
Klinat-98: Dişin apeksinde düşük derecede (1,5 fringe) gerilim izlenmiştir. Lateral gerilim oluşmamıştır. Bu grupta en yüksek stresi oluşturan hassas tutucu olmuştur (Resim 3.46).

Preci-Vertex: Dişin apeksinde düşük derecede (0,5 fringe), distal yüzde yine düşük derecede (0,5 fringe) stres oluşumu gözlenmiştir (Resim 3.47).

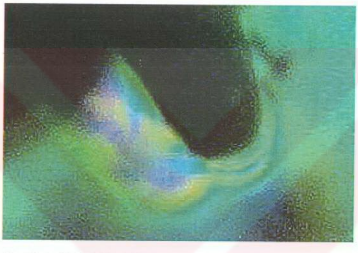
Bredent (Yarı-rijid): Kökün mesio-apikalinde düşük derecede (0,5 fringe) stres oluşumu gözlenmiştir. Lateral gerilim oluşmamıştır (Resim 3.48)(Şekil 3.12).



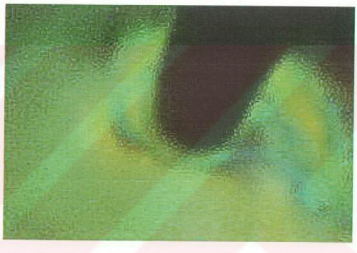
Resim 3.45. AP-Piccolino



Resim 3.46. Klinat-98

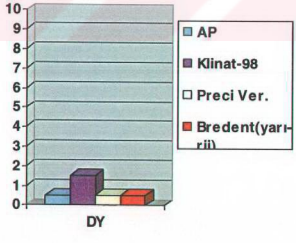


Resim 3.47. Preci- vertex

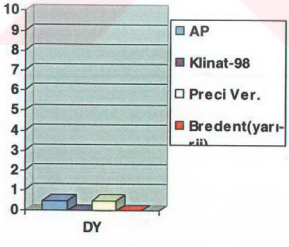


Resim 3.48. Bredent yarı-rijid tip

Apikal gerilim

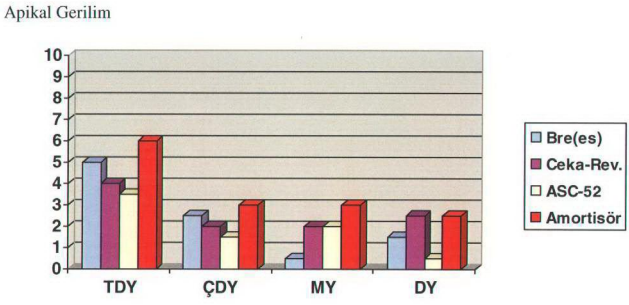


Lateral gerilim

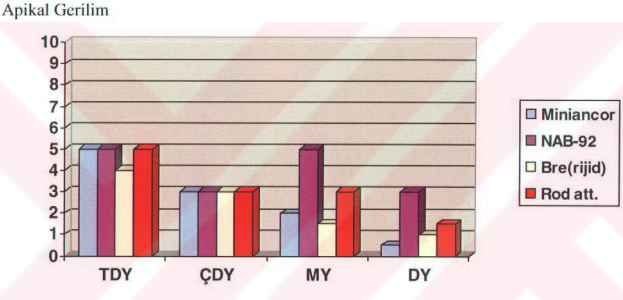


Şekil 3.12. Yarı-rijid grup distale yüklemede apikal ve lateral gerilim

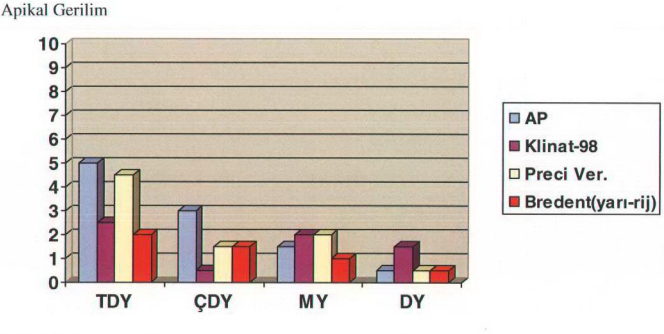
Tüm gruplara ait apikal ve lateral gerilim dağılımı aşağıdaki şekillerde toplu olarak gösterilmiştir.



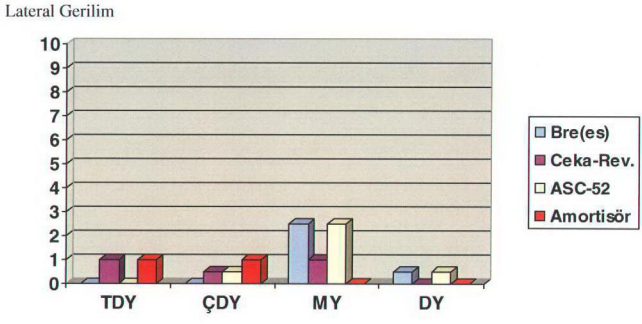
Şekil 3.13. Rezilient grupta apikal gerilim dağılımı



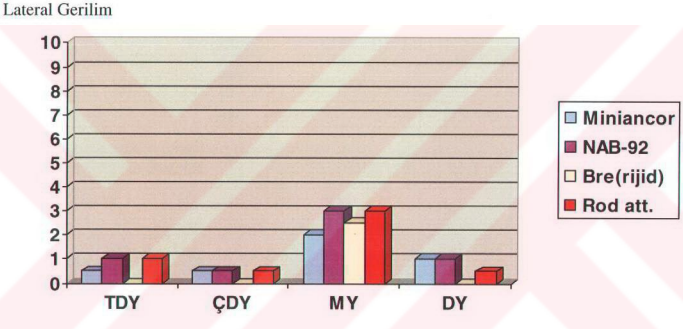
Şekil 3.14. Rijid grupta apikal gerilim dağılımı



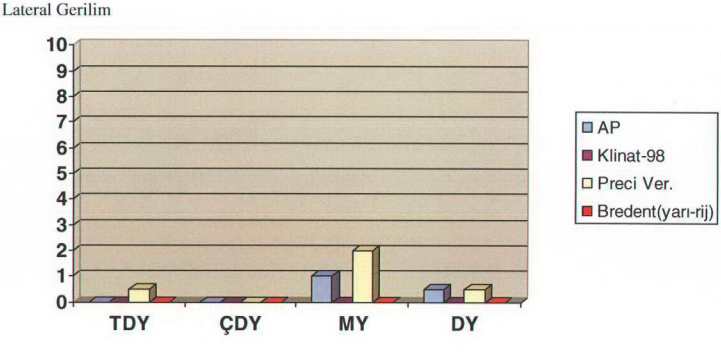
Şekil 3.15. Yarı- rijid grupta apikal gerilim dağılımı



Şekil 3.16. Rezilient grupta lateral gerilim dağılımı



Şekil 3.17. Rijid grupta lateral gerilim dağılımı



Şekil 3.18. Yarı-rijid grupta lateral gerilim dağılımı

4.TARTIŞMA:

Protezlerin oklüzal kuvvetleri destek dokulara iletmesinde bazı kriterler istenir. En iyisi bu kuvvetlerin destek dişlerin uzun aksı boyunca iletilmesi, destek dişlerle alveolar mukoza arasında düzenli kuvvet dağılmasının sağlanması ve kuvvetin alveolar mukozaya uniform iletilmesidir. Bu kriterler yerine getirilemediğinde, destek dişler tork etkisi altında kalır ve aşırı baskı uygulanmış olan dişsiz kretlerde rezorpsiyon meydana gelir (Alkumru ve Kedici,1985; Ulusoy ve Aydın, 1988).

Dişlerin hangi miktar kuvvetlere, zararlı etki olmaksızın dayanabileceğini gösteren bir rehber yoktur. Bu; dişin durumuna, alveol kemiğinin yapısına, gelen kuvvetin yönüne ve protez üzerindeki dağılımına bağlı olduğu kadar; protezin bu destek dişlere ne tip bir tutucu aracılığı ile kuvvet ilettiğine de bağlıdır. Ark üzerindeki mevcut diş sayısı azaldıkça protezdeki tutucuların tipleri, dişlerin zararlı etki görüp görmemeleri açısından önem kazanır(Alkumru ve Kedici,1985).

Kennedy 3. sınıf protezler genel olarak üç grup altında incelenir:

Grup A:

Bu grup, protezin eyer kısmının kısa, destek dişlerin sağlam ve etraflarında minimal miktarda kemik kaybının bulunduğu vakalardır. Böyle vakalar bazen olduğu gibi bırakılabildiği gibi, sabit protezler ile restore edilebilir.

Grup B:

Bu grupta eksik dişlerin sayısı daha çoktur. Destek dişlerin kök ve kuron şekilleri olumsuzdur ve destek dişlerin etrafındaki kemik rezorpsiyonu biraz fazlacadır. Böyle vakalarda uygulanacak protez bilateral hareketli protez olmalıdır.

Grup C:

BU grup vakada eksik diş sayısı çok fazladır ve desteklerden bir tanesi çok zayıftır. Örneğin arka desteğin 2. veya 3. molar, ön desteğin ise kısa köklü lateral kesici

dişlerden ibaret olduğu vakalarda ön saha mukozadan destek alacaktır (Ulusoy ve Aydın, 1988; Çalıkkocaoğlu,1996).

Eksik diş sayısının ve kemik rezorpsiyonunun fazla olduğu, B grubuna uyan Sınıf III Mod I vakalarında, bazı hassas tutucu türlerinin destek dişlere ilettiği kuvvet miktarlarının karşılaştırıldığı çalışmamızda dörder adet rezilient, rijid ve yarı-rijid olmak üzere toplam oniki adet farklı hassas tutucu kullanılmıştır.

Çalışmamızda her iki tarafta 1. ve 2. premolar ve 1. molar dişleri bulunmayan Kennedy Sınıf III / mod I vakasına uygun mandibular model kullanılmıştır. Böylece serbest sonlu olgulardaki dişsiz doku reziliensi gibi birçok parametrelerin olumsuz etkisinden korunmuş, etkin diş desteği sağlanmış ve bir hareketli bölümlü protezde iki adet hassas tutucuyu kullanma olanağı yaratılmıştır. Hareketli bölümlü protez için maksillaya göre az miktarda kret desteği sağlaması nedeniyle alt çene tercih edilmiştir (Ulusoy ve Aydın,1988; Chou ve ark.,1989; McGivney ve Castleberry, 1989; Chou ve ark., 1991; Çalıkkocaoğlu, 1996).

Fotoelastik kuvvet analizi yöntemini seçmemizin nedeni, yapılar içerisindeki gerilimleri belirlemek için yüzey baskılarını doğru olarak ölçmeye yarayan ve sıklıkla kullanılan bir teknik olmasıdır (Measurements Group, 2002b).

Fotoelastik rezin olarak Fotostress metodu için kaplama amacıyla üretilmiş olan PL-2 materyali, yapılar içerisindeki stres dağılımını minimum ağırlık ve maksimum güvenilirlikle en iyi şekilde gösterdiği ve modeli tekrarlamadan, değişik yükler altında testler tekrarlanabildiği için kullanılmıştır (Measurements Group, 2002b).

Periodontal ligamentin taklit edilebilmesi için akıcı kıvamda silikon esaslı elastomerik ölçü maddesi kullanılmıştır. Bunun nedeni yük uygulanması ile şekil değiştirme olayını takiben yük kaldırıldığında eski şekline dönebilmesidir.

Hareketli bölümlü protezlerde yüklemede görülebilirliğin kaybolmaması amacıyla klasik planlama ilkelerine sadık kalınarak ana bağlayıcı olarak lingual bar

kullanılmış, kronların lingualinde freze yuvaları hazırlanmış ve vakanın diş destekli olması nedeniyle kaide metalden hazırlanarak kretle teması kesilmiştir.

Herbir hassas tutucunun kuvvet iletim özelliklerini birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirmek amacıyla çift taraflı dikey ve tek taraflı dikey, mesial ve distal yönlü kuvvetler uygulanmıştır.

Protez kullanan hastalarda oluşan ortalama çiğneme kuvvetleri arasında olması nedeniyle 20 kg'lık yük uygulanmıştır (Craig ve Farah, 1978; Aydınlık ve Akay, 1980; Kratochvil ve ark, 1981;Pezzoli ve ark, 1986b; Ulusoy ve Aydın,1988; Pezzoli ve ark, 1988; Chou ve ark, 1989; Berg ve Caputo, 1992).

Fotoelastik kuvvet analizi konusunda çalışan diğer araştırmacılarında yaptığı gibi iskelet protezler üzerinde sadece kaide plağı hazırlanmış, yapay dişler uygulanmamış, bu suretle olası tüberkül interferenslerinden kaçınılmaya çalışılmıştır (Reitz ve Caputo, 1985; Pezzoli ve ark, 1986a; Pezzoli ve ark, 1988; Chou ve ark, 1991; Berg ve Caputo, 1992b; Berg ve Caputo, 1993; Chou ve ark, 2002).

İncelediğimiz hassas tutucu sistemlerinin kuvvet analizi sonuçlarında özellikle rezilient grup olmak üzere bütün gruplarda tek taraflı dikey yüklemelerde yüksek derecede apikal gerilim meydana getirmesi yüklerin unilateral uygulanmasının tabi sonucudur, yani bilateral tasarımlarla sağlanan karşıt ark stabilizasyonunun avantajı bulgularla bir kere daha doğrulanmıştır.

Tek taraflı dikey yüklemelerde rezilient grupta amortisörün en fazla apikal gerilimi ilettiği, bunu birer derece azalarak Bredent esnek tip, Ceka-revax ve ASC-52' nin izlediği görülmüştür. Berg ve Caputo (1992a), yaptıkları bir araştırmada en uygun stres dağılımını rezilient özellikteki ERA ataçmanında bulmalarına rağmen, bizim çalışmamızda rezilient gruptaki hassas tutucuların rijid ve yarı-rijid gruplardan fazla yük iletimine yol açtığı bulunmuştur. Berg ve Caputo' nun bir yıl sonraki başka çalışmalarında sert ve yumuşak türdeki ERA ataçmanlarına ilaveten I-bar ve piston türü yaylı hassas tutucu kullanarak yaptıkları daha kapsamlı bir çalışmada uygun yük

dağılımı yumuşak karakterdeki ERA ataçmanında bulunmuştur. Bulgularımızla bu iki araştırmadaki bulgu çelişkisi kullanılan hassas tutucuların yapısal özellikleriyle açıklanabilir. Kratochvil ve arkadaşları (1981) ise bir araştırmalarında ASC-52 ye benzer bir şekli bulunan Dalbo MK hassas tutucusunun en az kuvveti dişler üzerinde oluşturduğuna ilişkin bulguları çalışmamızda ortaya çıkan, rezilient grubumuzdaki en az düzeyde kuvvet ileten ASC-52' nin bulgularıyla uyum içerisindedir. Çift taraflı dikey yüklemeler sonucunda kuvvet paylaşıldığı için beklendiği gibi, tek taraflı yüklemeye göre yarısı değerlerde olacak şekilde amortisör en yüksek olmak üzere, aynı sırada azalan gerilimler izlenmiştir.

Mesiale ve distale eğimli yüklemelerde yine en yüksek gerilim amortisörde, düşük dereceli apikal gerilimler ise ASC-52 ve Bredent' te oluşmuştur. Ceka ise orta düzeyde yer almıştır. Cekanın mesiale ve distale eğimli yüklemelerde dikey yüklemelere göre daha düşük kuvvet iletmesinin sebebi ise pinin lateral yönde daha fazla esneme kabiliyetinin olması olarak açıklanabilmektedir. Bu durumda amortisörün kuvvet kırıcı olarak planlanmasına rağmen, çalışmamızda bu özellik kanıtlanamamıştır. Çünkü kuvvetleri maksimum düzeyde kök apeksine iletmiştir. Çalışmamıza benzer olarak Pezzoli ve arkadaşları (1986a) yaptıkları bir araştırmada en olumsuz değerleri kuvvet kırıcılı tasarımlardan elde etmişlerdir.

Rezilient grup içerisinde gerek tek taraflı ve çift taraflı vertikal, gerekse mesial ve distal yönlü yüklemelerde ASC-52'nin kuvvet kırıcılık özelliğinin diğerlerine göre çok daha iyi olduğu çalışmamızda kanıtlanmış bulunmaktadır.

Yapımcı firma tarafından kuvvet kırıcı grubunda kabul edilen ve çalışmamızda da bu grupta teste tabi tutulmasına rağmen amortisörün araştırmamız sonucu en yüksek stres değerleri oluşturması, yapıya ilave edilen itici yayın pozitif ve negatif parça arasındaki sürgü tarzındaki rijid birleşim özelliğini azaltamadığının bir sonucu olarak yorumlanabilir. Rijid grupta teste tabi tuttuğumuz miniancor rijid ataçmanın itici yay içermesine rağmen pozitif ve negatif kısımları arasında esneme payı olmaması bu tutucunun rijid grupta, esnek grupta test ettiğimiz benzer yapıdaki amortisörde ise

pozitif ve negatif kısımlar arasında esneme payı bırakan bir aralığın bulunması ise, amortisörün rezilient grupta ele alınmasının sebebidir.

Halbuki pozitif ve negatif kısımları arasında rijid olmayan pasif sürtünmesel özellikteki topuz başlı eklem yüzeyine sahip ASC-52' de her iki parça arasındaki ilişki kuvvet kırıcılık özelliği kazandırma niteliğindedir. Buna ek olarak yapısında kullanılan çekme tarzındaki yay bu kuvvet kırıcı özelliği daha da artırmış bulunmaktadır. Nitekim çalışmamızda en az kuvveti bu özelliğinden dolayı ASC-52 yaylı eklemi göstermiştir.

Rijid gruptaki hassas tutucular beklendiği gibi rijid olarak davranmış ve tek taraflı dikey yüklemelerde yüksek derecede ve çift taraflı dikey yüklemelerde bunun hemen hemen yarısı değerde gerilim oluşturduğu görülmüştür. Mesiale ve distale eğimli yüklemeleri de göz önünde bulundurduğumuzda en yüksek apikal gerilimi rijid yapı özelliğinden dolayı NAB-92 oluşturmuştur. 1976' da Ulusoy ve Pamir tarafından yapılan kuvvet analiz çalışmalarında rijid tip teleskop kronda düşük değerde apikal gerilim bulunması yükün tolerans limitleri içerisindeki iletim özelliği olan aksiyal iletimiyle açıklanabilirken, çalışmamızda yine rijid grupta olan farklı yapıdaki NAB-92 hassas tutucusunun en yüksek değerde apikal ve lateral gerilim oluşturması non-aksiyal doğrultulu torsiyonel etkisiyle açıklanabilir.

Rijid gruptaki diğer üç tutucunun giderek azalan stres sıralamasında Rod ataçman, Miniancor ve Bredent sırasıyla gitmesi yapısal özellikleriyle açıklanabilecek şekilde şöyle yorumlanabilir: Rod ataçmanda negatif ve pozitif arasında negatifi sert rezinden de olsa rijid bir sürtünmesel bağlantı vardır. Miniancorda daha önce de açıkladığımız üzere itici yaya rağmen esneme payı bırakılmamış olması; Bredent' te ise iki unsur arasındaki harekete küresel mafsal özelliği kazandırılmış olması, sert rezin negatif yuvaya rağmen en az düzeyde lateral gerilim oluşturması bunun kanıtıdır.

Yarı-rijid grupta tek taraflı dikey yüklemelerde oluşan streslerin genel olarak rezilient ve rijid gruba göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Berg ve Caputo'nun

(1992b) krondışı rijid bir tutucu (I-bar) ile yarı-rijid özellikteki TACH-EZ hassas tutucusu arasındaki karşılaştırmasında yarı-rijid özelliktekinin daha uygun stres ilettiği yönündeki bulguları bizim çalışmamızla da esneklik grubu bakımından benzeşmektedir. Şöyle ki; hem apikal gerilimler, hem de köklerin lateral yüzeylerindeki gerilimler bakımından yarı-rijid grupta rezilient ve rijid gruplardan daha az olmak üzere stres oluştuğu görülmektedir. Yarı-rijid grubun kendi içerisinde değerlendirilmesindeki yapısal özelliklerinin analiz sonuçlarımızla doğrulandığını söyleyebiliriz. Şöyle ki; en fazladan en aza doğru; AP-Piccolino, Preci-Vertex, Klinat-98 ve Bredent (yarı-rijid tip) şeklindeki sıralama yapısal özellikleriyle örtüşmektedir: AP-Piccolino' da metal metale yüksek sürtünme yüzeyleri, Preci-Vertex' de metal-plastik fakat AP-Piccolino' dan daha az vertikal sürtünme yüzeyi, Klinat-98' de en kısa metal metale sürtünme yüzeyi, Bredent' te ise küre başlı metal-plastik yüzeylerin mafsal hareketine izin vermesi.

Rezilient gruptaki ASC-52' nin mesial yüklemede diğerlerine oranla yüksek değerde lateral stres iletmesinin sebebi bünyesinde bulunan yayın yüklemenin ters yönüne yönelik çekme yayı olması şeklinde yorumlanabilir. Diğer yükleme gruplarında ASC-52' nin daha avantajlı sonuçlar vermesi Ulusoy' un 1981' de yaptığı ASC-52 ve Roach kuvvet kırıcılarını karşılaştırdığı ve ASC-52' nin daha az yatay baskıya neden olduğunu bildirdiği çalışmasıyla benzeşmektedir.

Rijid grupta ise yine en yüksek lateral kuvvet iletimi görülmüştür. En fazla gerilim, mesiale doğru yüklemelerde NAB-92, Rod ataçman, Bredent rijid tip ve Miniancor sırasına göre azalarak izlenmiştir. Miniancorun yay içermesi en az lateral gerilimi iletmesinin sebebi olabilir. Böylece rijid grubun en yüksek tork kuvveti ileten grup olması bilinen biyomekanik kuralı bir kere daha doğrulamıştır. Bu düşünceyi destekleyecek bir başka çalışma Zaimoğlu ve Aydın (1989) tarafından, farklı esneklikteki direkt tutucuları taşıyan bölümlü protezlerde yapılmış, terminal destek diş üzerindeki kuvvetlerin tork etkisini inceledikleri çalışmalarında rijid özellikteki tutucu unsurların destek diş üzerinde büyük bir zorlamaya sebep olduğu bulunmuştur. Yine Labaig ve arkadaşları (1997) yaptıkları bir çalışmada rijid sistemlerin yükün büyük bir bölümünü destek dişlere ilettiğini görmüşlerdir.

Yarı-rijid grupta ise çok az lateral kuvvet oluşumu görülmüştür. Oluşan kuvvet ise orta düzeyde olmak üzere Preci-vertex ve düşük düzeyde olmak üzere AP-Piccolinoda izlenmiştir. Diğerlerinde ise hemen hemen hiç lateral kuvvet oluşmamıştır. Destek dişte devrilme etkisi oluşturma açısından en olumlu grup yarı-rijid grup olmuştur.

Araştırmamızın bu sonuçları ışığında ortaya koyduğu önemli bir bulgu da yarı-rijid grupta yer alan hassas tutucuların, gerek apikal gerekse lateral gerilimler bakımından en avantajlı grup olduğudur.

Üç temel grup arasında hem apikal, hem lateral gerilimler açısından karşılaştırma yapacak olursak Amortisör ve Nab -92'nin en olumsuz hassas tutucular olduğu görülmüştür. Bunları giderek azalan sıralamayla Miniancor, AP-Piccolino ve Bredent esnek tip izlemiştir. En az gerilim ise ASC-52 ve Bredent yarı-rijid tipte görülmüştür.

5.SONUÇLAR:

1. Özellikle rezilient grup olmak üzere bütün gruplarda tek taraflı dikey yüklemelerde yüksek derecede apikal gerilim meydana gelmiştir.
2. Tüm yüklemelerde rezilient grupta amortisör en fazla apikal gerilimi iletmiş, bu durumda amortisörün kuvvet kırıcı olarak planlanmasına rağmen, çalışmamızda bu özelliği kanıtlanamamıştır.
3. Rezilient grup içerisinde gerek tek taraflı ve çift taraflı vertikal, gerekse mesial ve distal yönlü yüklemelerde ASC-52'nin kuvvet kırıcılık özelliğinin diğerlerine göre çok daha iyi olduğu kanıtlanmıştır.
4. Rijid grupta en yüksek apikal gerilimi NAB-92 oluşturmuştur. En düşük gerilimi ise Bredent Rijid tip oluşturmuştur.
5. Yarı-rijid grupta en yüksek apikal gerilimi AP- Piccolino, en düşük gerilimi ise Bredent yarı-rijid tip oluşturmuştur.
6. Yarı-rijid grupta yer alan hassas tutucular, gerek apikal gerekse lateral gerilimler bakımından en avantajlı grup olmuştur.
7. Tüm gruplar arasında Amortisör ve NAB-92'nin en olumsuz hassas tutucular olduğu görülmüştür. Bunları giderek azalan sıralamayla Miniancor, AP-Piccolino ve Bredent esnek tip izlemiştir.
8. En az gerilim ise ASC-52 ve Bredent yarı-rijid tipte görülmüştür.

ÖZET

Kennedy Sınıf III Dişsizlik Olgularında Üç Farklı Tür Hassas Tutucunun Kuvvet İletimi Yönünden Karşılaştırılması

Çalışmamızda Klas III olgularında kullanılan üç ana gruptaki (rezilient, rijid ve yarı-rijid) hassas tutucuların destek dişlere ilettiği kuvvetlerin fotoelastik stres analizi yöntemi ile invitro, karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlandı. Ağız ortamını yansıtan modelin hazırlanması amacıyla Kennedy Sınıf III / Modifikasyon I vakasına uyan alçı modelden silikon esaslı ölçü maddesi ile negatif elde edildi ve bu negatif içerisine pembe mum eritilerek, alçı modelin mum dublikatı hazırlandı. Cr-Co alaşımından döküm yolu ile elde edilen metal dişlerin periodontal membranı silikon esaslı ölçü maddesinden oluşturuldu. Dişler mum modele gömülerek model üzerinden, iki fazlı silikon esaslı ölçü maddesi ile ölçü alındı. Ölçü içerisindeki mum kaynatılarak oluşan boşluğa fotoelastik rezin (PL-2) dökülerek model elde edildi. Model üzerinde VKS-SG (esnek, rijid ve yarı-rijid tip), Ceka-Revax, ASC-52, Special series stress breaker, Miniancor rijid attachment, NAB-92, Rod attachment, AP-Piccolino, Klinat-98 ve Preci-Vertex hassas tutucularını içeren altı adet iskelet bölümlü protez hazırlandı. Herbir hassas tutucunun kuvvet iletim özelliklerini değerlendirmek amacıyla ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü Fotoelastisite laboratuvarında, herbir protez ayrı ayrı model üzerine oturtularak polariskop cihazı üzerine yerleştirilerek çift taraflı dikey ve tek taraflı dikey, mesial ve distal yönlü kuvvetler uygulandı. Yüklemeler sonucu modelde oluşan renkli kuvvet çizgileri polariskop cihazında gözlendi ve fotoğrafları çekildi. Çalışmamızın sonucunda Amortisör ve NAB-92'nin en olumsuz hassas tutucular olmuş bunları Miniancor, AP-Piccolino ve Bredent esnek tip izlemiştir. En az gerilim ise ASC-52 ve Bredent yarı-rijid tipte görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Direkt tutucular, fotoelastik kuvvet analizi, hareketli bölümlü protez, hassas tutucular, kuvvet iletimi.

SUMMARY

The comparison of the spesification of force distribution of three types of precision attachments used in Kennedy Class III partially edentulous arches.

In this study we evaluated the load transmission characteristics to the abutment teeth of mandibular Kennedy Class III removable partial dentures designed with three different types of precision attachments by using photoelastic stress analysis method. The model, simulating the in vivo situation, was prepared with photoelastic resin named as PL-2. The condensation type silicone impression material was used to simulate the periodontal ligament of the abutment teeth which had been casted with Cr-Co alloy. A total of six removable partial dentures carrying, VKS-SG (resilient, rigid and semi-rigid type), Ceka-Revax, ASC-52, Special series stress breaker, Miniancor rigid attachment, NAB-92, Rod attachment, AP-Piccolino, Klinat-98 and Preci-Vertex attacchments, were produced.

Bilateral vertically and unilateral vertically, mesially and distally directed loads were applied to the prostheses and the fringes which appeared on the polariscop were photographed.

As a result of this investigation, it was determined that special series stress breaker and NAB-92 were the worst precision attachments in distributing loads. These attachments were followed by Miniancor rigid attachment, AP-Piccolino and Bredent resilient type attachments. ASC-52 and Bredent semi-rigid type attachments were the most favorable attachments in load transmission.

Key Words: Direct retainers, load transmission, photoelastic stress analysis, precision attachments, removable partial denture.

KAYNAKLAR

AKALTAN, F. (1992). Hareketli Bölümlü Protezlerde Manyetik Tutuculuk. Doktora Tezi. Ankara: Ankara Üniv. Diş Hekimliği Fakültesi.

ALKUMRU, H.N., KEDİCİ, P.S. (1985). Minimal sayıda doğal dişe sahip maksiller ark vakaları için hazırlanan bölümlü protezlerin kuvvet iletimi yönünden fotoelastik analizlerle kıyaslanmaları. *Ankara Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **12:** 377-390

ATTACHMENTS INTERNATIONAL. (1999). Extracoronal attachments catalog. Erişim: [http:// www. attachments.com/ Catalog/Extracoronal.htm] Erişim Tarihi: 9. 28. 1999

AYDINLIK, E., AKAY, H.U.(1980). Effect of a resilient layer in a removable partial denture base on stress distribution to the mandible. *J. Prosthet. Dent.*, **44:** 17-20

BATES, JF, HUGGET, R.,STAFFORD, GD.(1991).Removable Denture Construction, ''3rd Ed.'' London: Butterworth-Heinemann Ltd.

BECERRA, G., MACENTEE, M. (1987). A classification of precision attachments. *J. Prosthet. Dent.*, **58:** 322-327

BERG, T.B., CAPUTO, A.A. (1992a). Load transfer by a maxillary distal extension removable partial denture with cap and ring extracoronal attachments. *J. Prosthet. Dent.*, **68:** 784-789

BERG, T.B., CAPUTO, A.A. (1992b). Comparison of load transfer by maxillary distal extension removable partial dentures with a spring-loaded plunger attachment and I-bar retainer. *J. Prosthet. Dent.*, **68:** 492-499

BERG, T.B., CAPUTO, A.A. (1993). Maxillary distal extension removable partial denture abutments with reduced periodontal support. *j. Prosthet. Dent.*, **70:** 245-250

BRUDVIK, JS. (1999). Advanced Removable Partial Dentures. Chicago: Quint. Pub. Co. Inc.

CAPUTO, A.A., WYLIE, S.R. (2002). Role of biomechanics in periodontal therapy. Erişim: [http://www.dent.ucla.edu/pic/members/biomechanics/index.html] Erişim tarihi: 24. 10. 2002

CARRANZA, F.A. (1990). Glickman's Clinical Periodontology.''7th Ed.", Philadelphia: W.B. Saunders Company.

EL CHARKAWI. H.G., EL WAKAD, M.T. (1996). Effect of splinting on load distribution of extracoronal attachment with distal extension prosthesis in vitro. *J. Prosthet. Dent.*, **76:** 315-320

CHOU, T.M., CAPUTO, A.A., MOORE, D.J., XIAO, B. (1989). Photoelastic analysis and comparison of force-transmission characteristics of intracoronal attachments with clasp distal-extension removable partial dentures.*j. Prosthet. Dent.*, **62:** 313-319.

CHOU, T.M., EICK, J.D., MOORE, D.J., TIRA, E.D. (1991). Stereophotogrammetric analysis of abutment tooth movement in distal-extension removable partial dentures with intracoronal attachments and clasps. *J. Prosthet. Dent.*, **66**: 343-349.

CHOU, H., ROUMANAS, E.D., CAPUTO, A.A. (2002). Load transfer by distal extension removable partiai denture with implant assisted support. Erişim: [http://www.dent.ucla.edu/research/ADEAIADR2002.html]. Erişim Tarihi: 20. 01. 2003

CRAIG, R., FARAH, J.W. (1978). Stresses from loading distal-extension removable partial dentures.*J. Prosthet. Dent.*, **39:** 274-277.

ÇALIKKOCAOĞLU, S. (1996). Bölümlü Protezler. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi.

DARBAR, U.R., HUGGETT, R., HARRISON, A. (1994). Stress analysis techniques in complete dentures. *J Dent.*, **22:** 259-264

DETOLLA, D.H., ANDREANA, S., PATRA, A., BUHITE, R. (2000). The role of the finite element model in dental implants. *J Oral Implantol.*, **26:** 77-81

GENG, J.P., TAN, K.B.C., LIU, G.R. (2001). Application of finite element analysis in implant dentistry: A review of the literature. *J. Prosthet. Dent.*, **85:** 586-598

GILLINGS, B.R.D., SAMANT, A. (1990). Overdentures with magnetic attachments. *Dent. Clin. North Am.*, **34**: 683-709.

GRASSO, J.E., MILLER, E.L. (19'91). Removable Partial Prosthodontics. Missouri: Mosby Year Book Company, Inc.

JENKINS, G. (1999). Precision Attachments. A Link to Successfull Restorative Treatment. London: Quint. Pub. Co. Inc.

KRATOCHVIL, F.J., THOMPSON, W.D., CAPUTO, A.A. (1981).Photoelastic analysis of stress patterns on teeth and bone with attachment retainers for removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.*, **46:** 21-28.

KU, Y.C., SHEN, Y.F., CHAN, C.P. (2000). Extracoronal resilient attachments in distal-extension removable partial dentures. *Quintessence International*, **31:** 311-317

LABAIG, C., MARCO, R., FONS, A., SELVA, E.J. (1997). Biodynamics of attachments used in overdentures: Experimental analysis with photoelasticity. *Quintessence International*, **28:** 183-190

LECHNER, S.K., MacGREGOR, A.R. (1994). Removable Partial Prosthodontics. St Louis: Mosby Year Book Europe Limited.

LEE, M.W., BAUM, L., PENCE, B., HERERRA, W. (1995). O-ring coping attachments for removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.*, **74:** 235-241

LEINFELDER, K.F., LEMANS, J.E. (1988). Clinical Restorative Materials and Techniques.Philadelphia: Lea & Febiger.

LEUNG, T., PREISKEL, H.W. (1991). Retantion profiles of stud-type precision attachments. *Int. J. Prosthodont.* **4:** 175-179

MAXFIELD, J.B., NICHOLLS, J.I., SMITH, D.E. (1979). The measurements of forces transmitted to abutment teeth of removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.*, **41:** 134-142

MC CABE, J.F. (1990) Applied Dental Materials. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

MC DOWELL, G.C., FISHER, R.L. (1982) Force transmission by indirect retainers when a unilateral dislodging force is applied. *J. Prosthet. Dent.*, **47:** 360-365

MC GIVNEY, G.P., CASTLEBERRY, D.J. (1989). McCracken's Removable Partial Prosthodontics."8th Ed.", St Louis: CV Mosby Company.

MEASUREMENTS GROUP, VISHAY. (2002a). Photoelastic stress analysis, instruction bulletin IB-234-3, Raleing, North Carolina, USA.

MEASUREMENTS GROUP, VISHAY. (2002b). Introduction to photostress method. Erişim:[http://www.vishay.com/brands/measurements_group/guide/pstress/tech/tn702/702index.htm] Erişim Tarihi: 10.10. 2002

MEHTA, N.R., ROEBER, F.W., HADDAD, A.W., GLICKMAN, I. (1975). Photoelastic model for occlusal force analysis. *J. Dent. Res.*, **54:** 1243

MENSOR, MC. (1990) Removable partial overdentures with mechanical (precision) attachments. *Dent Clin North Am.* **34:**669-681

MICROTECNOR. (2002). Materiali Per Protesi Dentali. Milano.

MONTEITH, B.D. (1984). Management of loading forces on mandibular distal extension prosthesis Part I. Evaluation of concepts for design. *J. Prosthet. Dent.*, **52:** 673-681.

NEW ANCORVIS. (2002). Operator's Manual.Bologna.

OSBORNE, J., LAMMIE GA.(1974). Partial Dentures, "4th Ed." London: Blackwell Scientific Publications

OWALL, B.(1991). Precision attachment retained removable partial dentures:1 Technical long-term study. *Int J Prosthodont.* **4:**249-257

ÖZÇELİK, T.B.(2002). Doğal Diş-İmplant Destekli Sabit Bölümlü Protez Tasarımlarının İki Farklı Stres Analiz Yöntemi İle İncelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniv. Diş Hekimliği Fakültesi.

PEZZOLI, M., ROSSETTO, M., CALDERALE, P.M. (1986a). Evaluation of load transmission by distal-extension removable partial dentures by using reflection photoelasticity. *J. Prosthet. Dent...* **56:** 329-337.

PEZZOLI, M., HIGHTON, R., CAPUTO, A., MATYAS, J. (1986b).Magnetizable abutment crowns for distal-extension removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.*, **55:** 475-480

PEZZOLI, M., HIGHTON, R., CAPUTO, A., MATYAS, J. (1988). Retantion magnets in guiding planes of distal-extension removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.*.**60:** 577-582

PHILLIPS, R.W. (1984). Elements of Dental Materials. Philadelphia: W.B Saunders Company.

PHILLIPS, R.W. (1991). Skinner's Science of Dental Materials, "9th Ed." Philadelphia: W.B Saunders Company.

PREAT CORPORATION.(2003). Extracoronal attachments for removable partial dentures. Erişim: [http://www.preat.com/product.html] Erişim Tarihi: 20.01.2003

PREISKEL, H. W. (1984). Precision Attachments in Prosthodontics. The Applications of Intracoronal and Extracoronal Attachments. Vol. I. Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc.

REITZ, P.V., CAPUTO, A.A. (1985). A photoelastic study of stress distribution by a mandibular split major connector. *J. Prosthet. Dent.*,**54:** 220-225

RENNER, R.P., BOUCHER, L.J. (1987). Removable Partial Dentures. Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc.

SABANCI, M. (2000). Değişik Şekillerde Tasarımlanan Mandibular Serbest Sonlanan Bölümlü Protezlerde Kuvvet İletiminin Holografik İnterferometri İle Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara: Ankara Üniv. Diş Hekimliği Fakültesi.

SERVO-DENTAL.(2001). SD-Collection. Range Of Products. Hagen-Halden.

SHERRING-LUCAS, M., MARTIN, P. (1994).Attachments For Prosthetic Dentistry, London: Quintessence Publishing Co.Ltd.

THAYER, H.H., CAPUTO, A. A. (1980). Photoelastic stress analysis of overdenture attachments, *J. Prosthet. Dent.*, **43:** 611

ULUSOY, M. (1979). Alt çene Kennedy 1. sınıf vakalarında kullanılan farklı direkt tutucuların destek dokulara ilettikleri kuvvetler yönünden fotoelastik yöntemle incelenmesi. Doçentlik Tezi. Ankara Üniv. Diş Hekimliği Fakültesi.

ULUSOY, M. (1981). ASC-52 ve Roach kuvvet kırıcılarının periodontal etkilerinin araştırılması. *Ankara Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **8:** 137- 144.

ULUSOY, M. (1999). Ders Notları. Ankara: Ankara Üniv.Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı.

ULUSOY, M., AYDIN, A.K.(1988). Bölümlü Protezler. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi

ULUSOY, M., PAMİR, A. (1976). Bölümlü protezlerde kullanılan bazı kroniçi ve krondışı tutucuların kuvvet iletimi yönünden in vitro deneylerle mukayeseleri. *Ankara Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **3:**25-38.

WICHMANN, M.G., KUNTZE, W.(1999). Wear behaviour of precision attachments. *Int. J. Prosthodont.*, **12:** 409-414

WILLIAMSON, R.T. (1993) Removable partial denture fabrication using extracoronal resilient attachments. *J. Prosthet. Dent.*, **70:** 285-287

WRIGHT, S.M. (1984). Use of spring loaded attachments for retention of removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.*, **51:** 605-610

ZAİMOĞLU, A., AYDIN, A.K. (1989). Kennedy II vakalarında, terminal destek diş üzerindeki kuvvetlerin tork etkisi. *Ankara Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **16:** 485-492.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ