

PROTEZ KAİDE REZİNLERİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ**THE REINFORCEMENT OF DENTURE BASE RESINS***Hakan LEVENT**,*Lale KARAAĞAÇLIOĞLU†***ÖZET**

Tam protez yapımında en sık kullanılan materyal polimetilmetakrilattır. Bu materyal estetik ihtiyaçları karşılamakta yeterli olurken, protez için gerekli mekanik özellikleri sergilemekten uzaktır.

Genel olarak, polimetilmetakrilatın mekanik özelliklerini geliştirmesi amacı ile üç yöntem uygulanmaktadır, bunlar:

- Polimetilmetakrilata alternatif olabilecek bir materyalin araştırılması veya geliştirilmesi
- Polimetilmetakrilatın kimyasal modifikasyonu
- Polimetilmetakrilatın karbon, cam, polietilen aramid lifler gibi materyaller katılarak güçlendirilmesidir.

Anahtar Kelimeler: Akrilik rezin, güçlendirme materyalleri

SUMMARY

The material most commonly used for the fabrication of complete dentures is poly(methyl methacrylate) (PMMA). Despite its popularity in satisfying aesthetic demands, it is still far from ideal in fulfilling the mechanical requirements of a prosthesis.

Generally there are three methods which have been investigated to improve the mechanical properties of PMMA

- The search for, or development of, an alternative material to PMMA
- The chemical modification of PMMA
- The reinforcement of PMMA with other materials such as carbon, glass, polyethylene, aramid fibers.

Key Words: Acrylic resin, reinforcement materials

* *Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Dr. Dt*

† *Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.*

GİRİŞ

Tam protez yapımında en çok kullanılan materyal polimetil metakrilatlardır. Ancak bu materyaller her yönüyle ideal değildir. Estetik yönden tatmin edici sonuçlar alınmasına rağmen, bir protezde aranılan mekanik ihtiyaçları söz konusu olduğunda yetersiz kalabilmektedir.

Protezlerde kırılmalar iki çeşit kuvvet tipinden kaynaklanmaktadır. Bunlar bükülmeye bağlı yorulma ve çarpma kuvvetidir. Bükülmeye bağlı yorulma materyalin çok sayıda tekrarlanan bükülmelerinden oluşur. Bu bükülmelerin herbiri tek başına yapıya zarar vermezken tekrarlanan bükülmeler sonucunda materyalde çatlama veya kırılma oluşmaktadır. Bu tip başarısızlık stresin yoğunlaştığı alanlarda mikrosko-

bik düzeyde çatlakların oluşması ile açıklanabilir. Düşük düzeyde kuvvetlerin uygulanması sonucu bu çatlaklar birleşir ve sonuçta materyal zayıflar. Kırılma ise materyalin mekanik kapasitesinin üstünde bir kuvvetin uygulanması veya ısıl farklılıklar ile gerçekleşir³³. Tam protezlerde orta hat kırıkları genelde bu tip esneme yorulması sonucunda oluşur. Çarpmaya bağlı kırılmalar ise daha çok ağız dışında protezin kazayla düşürülmesi, sıkılması gibi nedenlerle oluşur. Kaide plağı kırılmalarında etkili olan faktörler şunlardır;

Kaide plağının deformasyonu: Tam protezlerde deformasyon genellikle ısırma, çiğneme, yutkunma ve diş sıkma gibi bütün dişlerin okluziyonda olduğu durumlarda meydana gelir. idealde, protez tutuculu-

ğunun maksimum, deformasyonun ise minimum olması gerekir. Akrilik kaide plağında deformasyon metal kaideye oranla 8.5 kez daha büyüktür. Kaide plakları deformasyona uğramaları için yeterli kalınlıkta olmalıdır. Estetik nedenlerle üst tam protez labial bölgelerinin inceltilmesi gereken durumlar veya ajusteli diş dizimi yapılan durumlarda kaide plağında kırılmaya eğilim artmaktadır. Bu gibi durumlarda protez kaidesinin güçlendirilmesi gerekir⁹.

Kaide plağı destek doku uyumsuzluğu: Protezlerin iyi yapılamaması veya alveolar kret rezorbsiyonuna bağlı olarak doku uyumunu kaybetmesiyle kırılmalar meydana gelir. Bu durumlarda kaide yenilemesi yapılmalı ve kırılmaları elimine etmek için kaide güçlendirilmelidir²².

Yetersiz rölyef yapılması: Çene kemiklerindeki ekzostozlar, keskin ve sivri genial tüberküller, mylohiyoid çıkıntılar ile retromolar kabartı ve tüber maksilların belirgin olması gibi anatomik faktörler protezin kırılmasında rol oynarlar. Bu bölgelerde rölyef yapılarak oluşabilecek kırıklar önlenmelidir. Ayrıca cerrahi yaklaşımlar veya kaide plağında modifikasyonlar yapılabilir.

Yapay diş aşınmaları: Kret rezorbsiyonu ile birlikte yapay dişlerdeki aşınmalar protezlere gelen gerilimlerin artmasına neden olur. Yapay dişlerin kret üzerindeki pozisyonları da kırılmalarda etkili olmaktadır. Bu yüzden dişler nötral alanda dizilmeli okluzyon çığneme kuvvetlerinin olumsuz etkilerini gidermek için uygun bir biçimde düzenlenmelidir⁹.

Tam protez kaide plaklarında kırıklara neden olan faktörler şu şekilde özetlenebilir;

1) Oklüzyon

-Tüberkül eğimleri

-Dişlerin arktaki yeri

2) Fonksiyon ve parafonksiyonla oluşan stresler

3) Doku uyumuna bağlı oluşan yükler

4) Frenilum çentiklerinin oluşturduğu stresler

5) Yorulma, çarpma gibi mekanik özelliklere bağlı faktörler²¹

Akrilik Rezinlerin Mekanik Özelliklerinin Arttırılmasına Yönelik Yaklaşımlar

Polimetilmetakrilatın mekanik özelliklerinin geliştirilmesinde genel olarak üç yol izlenmektedir:

a-Polimetilmetakrilata alternatif olabilecek yeni bir materyalin araştırılması ve geliştirilmesi

b-Polimetilmetakrilatın kimyasal modifikasyon yolu ile güçlendirilme çalışmaları

c-Polimetilmetakrilatın bazı materyallerle güçlendirilme çalışmaları

a-Polimetilmetakrilata alternatif materyaller

Polimetilmetakrilatta aranılan ideal mekanik özellikler arasında dayanıklılığın artırılması, daha iyi bir boyutsal stabilite, daha iyi bir abrazyon direnci sayılabilir. Polimetilmetakrilatın mekanik yetersizliklerinin aşılabilmesi amacıyla poliamid, epoksi rezin, polistren, vinil akrilik, polikarbonat ve naylon gibi bir çok materyal geliştirilmiştir. Ancak günümüze kadar polimetilmetakrilattan daha tatmin edici bir materyal bulunamamıştır.

b- Polimetilmetakrilatın kimyasal modifikasyonu

Polimerlerin lastik ile güçlendirilmesi iyi tanımlanmış bir konsept olup, güçlendirme mekanizması tamamen ortaya konmuştur. Polimer matriks içinde lastiğin polimetilmetakrilatla bağlantı oluşturacak şekilde dağılması sonucunda gelişmekte olan bir çatlak polimetilmetakrilat içerisinde ilerler. Ancak lastik arayüzüne geldiğinde yavaşlar.

Lastikle güçlendirilmiş ya da diğer bir deyişle high impact rezinlerin amacı bunların kırılma olmadan önce normal rezine oranla daha yüksek gerilim ve daha fazla enerji absorbe edebilmeleridir. Buradaki problem ise çarpma dayanıklılığı gelişirken esnekliğin çok fazla artmasıdır.¹⁷

Rodford⁸ 1990, bütadin stiren katılarak geliştirilen high impact rezinlerin mekanik özelliklerini incelediği çalışmasında lastik fazın rezine % 30'a varan oranlarda katılabileceğini ve bunun viskozitede artış gibi rezinin manipülasyon karakteristiklerine zarar verici etkide bulunmayacağını açıklamıştır.

Polimetilmetakrilatların lastik katılarak güçlendirilmesi günümüzde en çok kabul edilen ve başarıya ulaşmış kaide güçlendirme metodudur. Ancak yüksek maliyeti rutin olarak kullanımı engellemektedir.

c-Polimetilmetakrilatın bazı materyallerle güçlen - dirilmesi

Polimetilmetakrilatın fiziksel ve mekanik özelliklerini arttırmak amacı ile bünyesine çeşitli lifler katılmaktadır.

Lifle güçlendirme üzerine ilk çalışmalar bundan 40 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. 1960 ve 1970'lerde araştırmacılar standart poli-metilmetakrilat'ı cam ve karbon lifleri katarak güçlendirmişlerdir. 1980'lerde buna benzer çalışmalar tekrarlanmış ve implantlar için fiberle güçlendirilmiş protetik alt yapılar, sabit protez uygulamaları, ortodontik apareyler ve splintler yapılmıştır.

Karbon lifleri:

19.yüzyılın sonlarına doğru Edison tarafından ince bambu filizlerinin karbonize edilmesiyle elde edilmiştir. Karbon lifleri poliakrilo nitratin önce 200-250°C'ye kadar, sonra da inert atmosfer ortamında 1200°C kadar ısıtılmasıyla elde edilir. Bu işlem ile hidrojen, nitrojen ve oksijen çıkarılarak karbon atom zincirinin elde edilmesi sağlanır³⁴.

Karbon lifleri akrilik rezine ya iplik ya da ağ şeklinde katılabilir. Kuru olarak liflerin rezine katılması güçtür ancak monomer ile ıslatılması manipülasyon kolaylığı yaratmaktadır. Karbon lifleri ile polimetilmetakrilat arasındaki bağlantı potansiyel başarısızlık kaynağı olarak nitelendirilebilir. Liflerin silan veya diğer kimyasal ajanlarla muamele edilmesi liflerin polimetilmetakrilata olan bağlantısını arttırmaya yönelik çalışmalardır.

Karbon liflerle güçlendirilmiş polimerlerde ideal mekanik özellikleri sağlamak için üç faktör öne sürülmüştür:

- Matriks ve güçlendirme materyali arasında iyi bir adezyon sağlanması,
- Güçlendirme materyalinin matriks tarafından tam bir şekilde ıslatılması gerekliliği, böylece potansiyel çatlakların oluşması ve ilerlemesinin durdurulması,
- Son olarak ta liflerin rezinle tam olarak kaplanması

Karbon lifleri ile yapılan güçlendirme çalışmalarında De Boer ve arkadaşları⁹ iki farklı protez kaide rezininde karbon lif oriyantasyonlarının yorulma ve transvers dayanıklılıklarına olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında en iyi mekanik özellikleri uzun ek-

sene paralel yerleştirilen örneklerde elde etmişlerdir.

Yazdanie ve Mahood³⁴ ise, paralel form ve ağ formunda karbon liflerle yaptıkları transvers dayanıklılık testlerinde paralel formlu liflerin daha üstün mekanik özellikler sergilediğini bildirmişlerdir.

Karbon liflerinin potansiyel sitotoksitesi hakkında Manley ve arkadaşları⁴ uzun dönem toksisite veya karsinojenite bildirmemişlerdir. Ancak Yazdanie ve Mahood³⁴ yaptıkları çalışmalarda bazı deri iritasyonlarına rastlamışlardır. Diş hekimliğinde karbon liflerinin kullanımı estetik olmayan siyah renginden dolayı sınırlı kalmıştır⁴.

Aramid lifleri :

Aramid, polipara fenilen teroftalamid adı verilen ve piyasada Kevlar ticari ismiyle bulunan organik bir bileşiktir. Kevlar naylondan iki kat daha fazla çekme dayanıklılığı ve yirmi kat fazla elastik modülüne sahiptir. Bu değerler cam lifine göre iki kat daha fazla olup bu özellikler filamentlerin ince yapısından kaynaklanmaktadır.

Kevlar endüstride çelik yeleklerin, otomobil lastiklerinin yapımında ve uçak endüstrisinde kullanılmaktadır. Kevlar karbon liflerine göre daha yüksek ıslanabilirlik özellikleri göstermektedir ve silan gibi bir ajanla işlenmeye gerek duymamaktadır. Sarı renkli oluşu estetik bölgelerde kullanımını kısıtlamaktadır. Yüzeyde ortaya çıkan keklar lifleri cilalanamaz ve bu pürüzlü yüzeyler hasta için rahatsızlık verici olabilirler. Kevlar ile ilgili toksisite çalışmalarında da olumsuz bulguya rastlanmamıştır¹⁰.

Grave ve arkadaşları⁷ aramid liflerle yaptıkları transvers dayanıklılık testlerinde, güçlendirilmiş bütün örneklerde kontrol grubuna oranla önemli miktarda azalma bulmuşlardır. Bunun nedeni olarak lif ve rezin arasındaki adezyonun başarısızlığı gösterilebilir. Bu bulguların aksine Berrong ve arkadaşları¹ yaptıkları çalışmada ağırlıkça %2 oranına kadar eklenen aramid liflerinin çarpma dayanıklılığını önemli derecede geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Cam Lifleri:

Cam lifleri polimetilmetakrilatı güçlendirmek üzere lif, ağ gibi değişik formlarda ve E-cam, S-cam ile C-cam olmak üzere üç tip olarak üretilmektedirler. S-cam mağnezyum alüminyum silikat yapısında ve yüksek elastisite modülüne sahiptir. C-camlarının ise

korozyon direnci yüksektir, ancak her ikisi de protezlerde güçlendirici materyal olarak kullanılamazlar. Protez güçlendirme materyali olarak sıklıkla E-cam lifleri (electrical glass) kullanılmaktadır. Yoğunluğu 2.54 gr/cm³, elastik modülü 73 GPa, çekme direnci 3400 MPa, kırılma anındaki uzama miktarı %2.8, tek bir lifin çapı 10-12 µm'dir. Sitotoksik etkisi olmayan ve elektriksel iletkenliği yüksek bir lif sistemidir^{6,28}. Ayrıca bu liflerin şeffaf renkleri, ucuz ve kolay bulunmaları dolayısıyla yaygın kullanım alanları vardır.

ideal olarak polimer rezini cam lifleriyle güçlendirmek için polimer matriks ile lifler arasında iyi bir adezyon sağlanmalıdır. Aradaki bağlantıyı arttırmak için silan ajanları kullanılmaktadır. Solnit¹⁹ silanla işlenmiş ve işlenmemiş cam lifleriyle güçlendirilen rezinlerde transvers dayanıklılık çalışmalarına göre silanla muamele edilmiş liflerle güçlendirilen örneklerin daha dayanıklı olduğunu bulmuştur. Vallittu²³ iki farklı silan ajanını kullandığı çalışmada, silanlanmış örneklerin kırılma dirençlerinin önemli ölçüde arttığını söylemiştir.

Polimer içindeki cam liflerinin pozisyonu da rezin dayanıklılığını etkilemektedir. Galan ve Lynch⁵ optimum dayanıklılık için liflerin gelen yüklere dik yönde yerleştirilmesi gerektiğini önermektedir.

Vallittu ve arkadaşları³² ise, optimum güçlenme için cam lifleri konsantrasyonunun fazla olması gerektiğini söylemektedir. Cam liflerinin yerleştirilmesi sırasında mufla preslenirken liflerin homojen olmayan şekilde yayılması gibi problemler oluşabilir. Ek olarak liflerin rezinle az ıslanması ve akrilik rezindeki polimerizasyon büzülmesi liflerin üzerindeki tabakadaki akrilik rezinin bozulmasına ve lif-rezin arası bağlantının zayıflamasına yol açmaktadır¹⁰.

Vallittu²⁹ yaptığı çalışmada paralel formdaki cam liflerinin, akrilik likit-toz karışımıyla önceden ıslatılmasının polimerizasyon büzülmesini azaltacağını açıklamıştır. Ancak liflerin daha iyi ıslatılabilmesi için fazla miktarda metilmetakrilat monomerinin kullanılması polimerizasyon büzülmesini arttırmakta ve protezde boyutsal değişikliklere neden olabilmektedir. Vallittu²⁵ polimetilmetakrilattaki polimerizasyon büzülmesinin cam liflerle güçlendirilen test örneklerinin boyutsal stabilitelerini olumsuz yönde etkilediğini açıklamıştır. Vallittu'ya göre liflerin metil metakrilatla ıslatılması sonuç materyalde distorsiyona yol açmalıdır.

Vallittu² yaptığı çalışmada farklı miktarda liflerle güçlendirdiği akrilik rezinin çekme dayanıklılığı ve elastik modülü değerlerini teorik hesaplamalarla elde ettiği değerlerle karşılaştırmıştır. Bunun için akrilik toz-likit karışımında ıslattığı tek yönlü E-glass lifleri otopolimerize akrilik rezinleri güçlendirmek için kullanmıştır. Testlerin sonunda deneysel bulgu değerleri teorik hesaplamalara oranla daha az çıkmıştır. Bu da rezin içindeki liflerin polimerle yeteri kadar doyurulmaması ile ilgilidir. Bu doyurulmamış liflerin varlığı ışık mikroskobu ile belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonunda araştırmacı iyi doyurulmuş liflerle bir kompozit yapı meydana getirebilmek için, liflerin rezin matrikse katılımında yeni bir metod geliştirilmesi gerekliliğini ortaya atmıştır.

Bunlardan biri olan Stick (Stick Tech Ltd, Turku, Finlandiya), silanlanıp pöröz polimerle doyurularak yüzey işlemi yapılan sürekli tek yönlü lif demetleri halinde olup, çapı 10-12 µm'dur. Stick liflerinin kullanım alanları tam ve bölümlü hareketli protez kaideleri ve bunların kırık tamirleri, periodontal splintlerin ve ortodontik akrilik plakların yapımı, geçici ve rezin bağlantılı köprüleri kapsamaktadır. Aynı teknoloji ile üretilen ağ formundaki Stick-net ise materyalin dayanıklılık ve sertliğini bütün yönlerde arttırmaktadır. Bu iki materyale ek olarak aynı firma tarafından en son kullanıma sunulan Ever Sticknet cam lifinin ise transvers dayanıklılık özelliği yaklaşık olarak % 50 oranında arttırdığı ifade edilmektedir. Klinik olarak bunun anlamı ise diğer Stick Tech ürünlerine oranla aynı alanda ince yapılarla daha güçlü yapıları gerçekleştirmenin mümkün olmasıdır. Bu yeni materyal ile bir veya daha çok tabaka olarak uygulanabilen Ever Sticknet ile yapının dayanıklılığı artmaktadır. Ever Sticknet ürününün bağlanma dayanıklılığındaki artış, ürünün polimer matriks yapısı içerisindeki aralara nüfuz eden ağ tarzı polimer yapısı sayesinde oluşturulabilir. Bu artış, Ever Sticknet matriks yapısının akrilik rezin içinde kısmen çözünmesine ve oluşan mikrokavitelere akrilik rezinin penetrasyona bağlı olarak gerçekleşir. Böylece normal kimyasal bağlanmaya ek olarak mikromekanik bağlanma mekanizması oluşmaktadır. Bu üründe Stick ve Sticknet'te olduğu gibi tam ve bölümlü protezlerin güçlendirilmesi ve tamirinde, kron ve köprü uygulamalarında, ve splintleme amacı ile kullanılmaktadır³¹.

Vallittu³⁰ önceden polimerle doyurulmuş bir sistem olan Stick (tek yönlü) ve Sticknet (ağ şeklindeki yapı)

ile yaptığı çalışmasında güçlendirdiği rezinlere bazı mekanik testler uygulayarak bu liflerin başarılı bir güçlendirme oluşturduğunu ve lif rezin bağlantısının mükemmelliğini SEM çalışması ile ortaya koymuştur.

Polietilen lifleri :

Doğal bir kristalin polimer olan polietilen erime derecesinin altındaki ısılarda çekilerek aksiyal yönde yüksek bir elastik modülü'ne sahip olan bir materyaldir. Polietilen lifleri doğal renkli düşük densiteye sahip ve biyouyumludur. Lifler veya ağ şeklinde dizayn edilebilir. Elektrik plazma işlemi ile polietilen ve rezin arasındaki adezyon arttırılabilir. Bu şekilde işlenen liflerin yüzeyi rezin yapıya mekanik olarak bağlanabilir. Bu lifler de cam liflerinde olduğu gibi renkleri dolayısı ile akrilik rezinler içinde rahatlıkla kullanılırlar^{10,16}.

Braden ve arkadaşları² polietilenle yaptıkları güçlendirme çalışmalarında pozitif sonuçlara ulaşmış ve elektrik plazma işleminin lif-rezin arası adezyonu arttırdığını açıklamışlardır. Çalışmada transvers dayanıklılık etkilenmezken, çarpma dayanıklılığı önemli miktarda artmıştır. Gutteridge⁸ ağırlıkça %0.5-%4 arasında kattığı polietilen liflerle çarpma dayanıklılığında artış olduğunu bildirmiştir. Ancak %3'ten daha fazla olan lif konsantrasyonlarında rezindeki viskozite artışı çalışabilirliği azaltmış sonuçta araştırmacı %1'lik lif konsantrasyonunun yeterli olduğunu açıklamıştır.

Ladizesky ve arkadaşları¹¹ Gutteridge'in⁸ kullandığı kıymık formundaki liflerin miktarını önceden monomerle ıslatarak ve yavaş yavaş karıştırarak % 4-30 oranına kadar arttırmıştır.

Bu kıymık tarzı güçlendirmeye alternatif olarak Ladizesky ve arkadaşları¹² üç tabaka polietilen lif kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarında, çarpma dayanıklılığının artarken, transvers dayanıklılığın etkilenmediğini açıklamışlardır. Ancak yine aynı araştırmacıların 1994 yılında ki çalışmalarında polietilen tabaka sayısı 10'a kadar arttırılmış ve transvers dayanıklılığın geliştiği gözlenmiştir¹³.

Günümüzde akrilik rezinin ağ şeklindeki polietilen liflerle güçlendirilmesi gelişmiş mekanik özelliklere sahip bir rezinin oluşturulabilmesi için yeterlidir, ancak protezlerin bu metotla üretilmesi zaman alıcıdır ve liflerin rutin kullanımını engellemektedir¹⁰.

Lifle Güçlendirilmiş Rezinlerin Mekanîği:

Geleneksel materyallerle karşılaştırıldığında lifle güçlendirilmiş rezinlerin özellikleri ve mekanîği biraz daha karmaşık bir yapı sergiler. Dental alaşımlar uniform, homojen ve isotropik özelliklere sahip olduğu için, test yöntemlerinden bağımsız olarak aynı özellikleri sergilerler. Liflerle güçlendirilmiş rezin yapılar ise heterojen ve anisotropiktir. Bu nedenle bunların mekanik özellikleri büyük oranda materyalin test edildiği yönün lif düzenlenmesi ile olan ilişkisine bağlıdır. Liflerin tek yönlü olduğu güçlendirilmiş rezinler için mekanik özellik liflere paralel yönde en yüksek, liflere dikey yönde en azdır. Sonuç olarak dental materyal dizaynı liflerin streslere paralel olarak yerleştirilmesi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Bir çok farklı lif yapısının varlığı, fiziksel ve mekanik özellikleri ve içerikleri lifler ile güçlendirilmiş yapılarla önemli mekanik özellikler ve geniş manipülasyon olanakları sağlar.

Liflerle güçlendirilmiş rezinlerin dayanıklılığını etkileyen faktörler dört kısımda incelenebilir.

- a-Liflerin düzenlenmesi
- b-Liflerin miktarı
- c-Liflerin polimer ile doyurulması
- d-Liflerin polimer matriks yapıya adezyonu

a-Liflerin düzenlenmesi:

Tek yönlü cam lifleri rezin yapıya anisotropik mekanik özellik kazandırır ve oluşan stresin yönünün belli olduğu durumlar için uygundur. Bu tip materyal genel olarak sabit protez uygulamalarında gövde tasarımı olarak, bazı bölümlü protez uygulamalarında ve periodontal splintlerde kullanılır.

Ağ şeklinde düzenlenmiş lif yapılar ise bir dereceye kadar bütün yönlerde güçlendirir. Bu yüzden streslerin yönünün tahmin edilemediği durumlarda kullanışlıdır. Bu ağ şeklindeki yapılar iki veya daha fazla yönde düzenlenebilir ve bu lifle güçlendirilmiş yapıya ortotropik mekanik özellikleri kazandırır.

Liflerin protezlere yerleştirilmeleri lif formları göz önünde bulundurularak temelde iki türlü yapılmaktadır. Bunlardan birincisi protez kaidelerinin tamamen liflerle kaplanmasıdır ki bu yöntemde ağ veya parçacık lifler kullanılmakta ve bu işlem total lifle güçlendir-

me olarak adlandırılmaktadır. Diğeri ise parsiyel lifle güçlendirmedir. Bunlar ağ ve sürekli tek yönlü liflerle protez kaidelerinin frenilum bölgelerine, aşırı kemik rezorbsiyonu olan alt tam ve Kennedy Class 1 protezlerin ön bölgelerine, gerilimin yüksek olduğu ve kırılmaya eğilimli kısımlarına yerleştirilerek yapılan düzenlenmelerdir^{15,24,26}.

b-Liflerin Miktarı:

Akrilik rezin polimer matriksinde lif miktarındaki artışın test örneklerinde transvers ve çarpma dayanıklılığını arttırdığı gösterilmiştir. Matriksteki lif miktarı % ağırlık veya % hacim olarak ölçülebilir. Lif hacmi polimerin mekanik özelliklerini etkilediği için liflerin miktarının % hacim olarak gösterilmesi önerilmektedir.

Protez yapımında liflerin düzenlendiği tabaka ideal olarak polimer tabakası ile kaplanmalıdır. Bu durum yapıdaki lif miktarını sınırlar. Cam lifleri ile yapılan ilk deneyler cilalı yüzeylerden taşan liflerin iritan özelliklerinden dolayı başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bu problem özellikle kıymık tarzı cam lifleri kullanıldığında meydana gelmektedir. Bu problem daha sonra tek yönlü veya ağ tipi liflerin istenilen pozisyonunda yerleştirilmesiyle çözülmüştür.

c-Liflerin polimer matriks ile doyurulması:

Protez kaide materyallerinin güçlendirilmesinde en büyük problemlerden biri liflerin polimer matriks ile yetersiz derecede doyurulmasıdır. Lifle güçlendirilmiş kompozitte yetersiz doyurulmuş bölgeler su emilimini artırır ve suyun zararlı hidrolitik etkisinden dolayı kompozitin mekanik özellikleri zayıflar.

Diğer bir problem oluşan mikroboşluklara oral mikrofloranın invazyonu ve buna bağlı renk değişimidir. Aynı zamanda lif ve matriks arasındaki bu boşlukların oksijen rezervi olarak görev yaptığı ve bu oksijenin de akriliğin radikal polimerizasyonunu engellediği ortaya konmuştur. Böylece oluşan yüksek orandaki artık monomer akrilik yapının dayanıklılığını azaltmaktadır²⁷.

Etkili bir doyurma işlemi rezinin liflerin her yüzeyiyle sıkı bir kontakta gelmesine izin verir. Bir lifin doyurulmasının belirlenmesinde kriter liflerin polimer ile kaplanmasıdır. Dental uygulamalar gibi küçük yapılarda yüksek doyurulma derecesinin önemi vurgulanmalıdır. Çünkü bu durumda bütün liflerin güçlendirici etkisinden yararlanılmaktadır.

Çok iyi bilinmektedir ki akrilik rezin monomerin hacimce polimerizasyon büzülmesi yaklaşık olarak %21 dir. Liflerin etrafında yeterli bir akrilik rezin tabaka sağlamak için lif demetinin içindeki polimerizasyon büzülmesi minimal olmalıdır. Bu büzülme monomer likitine polimer tozu eklenerek azaltılabilir. Liflerin tam anlamıyla doyurulabilmesi amacıyla düşük viskoziteli toz-likit karışıma batırılması yönünde uygulamalar vardır. Ancak buna rağmen doyurulma hahla arzu edilenden uzaktır.

Liflerin visküz dental rezinlerle doyurulma problemini çözmek amacıyla liflerin pöröz polimer rezinle üretim aşamasında önceden doyurulmasına dayalı (pre-impregnated) yeni bir sistem ortaya konmuştur²⁰.

Bu işlem sonuç yapıda liflerin istenilen düzeyde doyurulmasıyla sonuçlanır. Daha önce bahsettiğimiz Stick Tech firmasının ürünü olan Stick ve Stick-net bu amaçla üretilmiştir²⁹.

d-Liflerin polimer matrikse adezyonu:

Liflerle polimer matriks arasındaki adezyonu arttırmak için silan kaplama ajanları yıllardır kullanılmaktadır. Silan ajanlarının fonksiyonları hakkında bir çok teori ileri sürülmüştür. Soderholm ve Shang'a²⁰ göre 1993 silan ile cam lifi arasındaki adezyon iki tip bağlantıyla olmaktadır. Bunlardan ilki silanol gruplarıyla cam yüzeyi arasında oluşan kondenzasyon reaksiyonuna bağlı siloksan köprüleridir. Kondenzasyon reaksiyonu ile aynı zamanda silanol moleküllerinin karbonil grupları hidrojen bağları oluşturur. Silan ajanının kondenzasyon polimerizasyonu rezin ve cam lifi arası adezyon açısından çok önemlidir ve buna bağlı olarak lifle güçlendirilmiş yapının dayanıklılığı artmaktadır.

Silan, cam yüzeyinde oda sıcaklığından daha yüksek ısılarda polimerize olur. Bu yaklaşık olarak 80°C'de 2 saattir. Isıyla polimerize olan akrilik rezinler kullanıldığında ulaşılan polimerizasyon ısı aynı zamanda silan ajanının da polimerizasyonunu sağlar. Otopolimerize rezin kullanımında ise polimerizasyon ısı oldukça düşüktür. Bu nedenle silanın cam lifi yüzeyinde kondansasyonunu sağlamak için lifler rezine uygulanmadan önce polimerizasyonları sağlanmalıdır.

Cam lifinin rezin matriksle silana bağlı adezyonunda polimerize olan silanın kalınlığı da etkilidir.

Cam yüzeyindeki silan miktarı silan solüsyonunun konsantrasyonu değiştirilerek ayarlanabilir. Yüksek konsantrasyondaki silan ajanların kullanımı iyi bir adezyon sağlar. Ancak silanın kondansasyon polimerizasyonuna bağlı olarak birbirine sıkıca yapışan lifler, rezin matriksin lifleri yeteri kadar ıslatmasını engeller. % 0,5-2 konsantrasyonlarda silan ajanının kullanımı bu problemi çözmektedir.

Silan aracılığı ile lif-rezin matriks arasında iyi bir bağlantı sağlanabilirken, polimerize olan silan ajanı yani cam lifi üzerindeki polisiloksan köprüsü hidrolize yatkındır. Su rezin matriksi geçip cam lifi yüzeyine ulaştığında hidroliz meydana gelir. Bu da lifle güçlendirilmiş yapının mekanik özelliklerini azaltır.

KAYNAKLAR

- Berrong I M, Weed R M, Young J M Fracture resistance of Kevlar-reinforced poly (methyl methacrylate) resin: A preliminary study. *Int J Prosthodont* 3: 391-395, 1990
- Braden M, Davy K M, Parker S, Ladizesky N H, Ward I M. Denture base poly (methyl methacrylate) reinforced with ultra-high modulus polyethylene fibres. *Br Dent J* 164: 109-113, 1998.
- De Boer J, Vermilyea S G, Brady R E. The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. *J Prosthet Dent* 51: 119-121, 1984.
- Dixon D L, Breeding L C. The transverse strength of three denture base resins reinforced with polyethylene fibres. *J Prosthet Dent* 67: 417-419, 1992.
- Galan D Lynch E. The effect of reinforcing fibres in denture acrylics. *J Irish Dent Assoc* 35: 109-113, 1990
- Goldberg A J, Burstone C J. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater* 8: 197-202, 1992.
- Grave A M H, Chandler H D, Wolfaardt J F. Denture base acrylic reinforced with high modulus fibre. *Dent Mater* 1: 185-187, 1985.
- Gutteridge D L. The effect of including ultra-high-modulus polyethylene fibre on the impact strength of acrylic resin. *Br Dent. J*, 164: 177-180, 1988.
- Jagger D C, Harrison A. The fractured denture - solving the problem. An update for general dental practice. *Primary Dental Care* 5: 159-162, 1998.
- Jagger D C, Harrison R, Jandt K D. The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil* 26: 185-194, 1999.
- Ladizesky N H, Chen Y Y, Chow T W, Ward I M. Acrylic resin reinforced with chopped high performance polyethylene fibres properties and denture construction. *Dent Mater* 9: 128-135, 1993.
- Ladizesky N H, Pang M K M, Chow T W, Ward I M. Acrylic resin reinforced with woven highly drawn linear polyethylene fibres. III. Mechanical properties and further aspects of denture construction. *Australian Dental Journal* 38: 28-38, 1993.
- Ladizesky N H, Chow T W, Chen Y Y. Denture base reinforcement using woven polyethylene fibres. *J Prosthet Dent* 7: 307-314, 1994.
- Manley T R, Bowman A J, Cook M. Denture bases reinforced with carbon. *Brit Dent J* 146:25, 1979.
- Narva K K, Valittu P K, Helenius H, Urpa A Y. Clinical survey of acrylic resin removable denture repairs with glass-fiber reinforcement. *Int J Prosthodont* 14: 219-224, 2001.
- Ramos V J, Runyan D A, Christensen L C. The effect of plasma treated polyethylene fiber on the fracture strength of poly(methyl methacrylate). *J Prosthet Dent* 76: 94-96, 1996
- Rodford R A. The development and evaluation of high impact strength denture base materials. *J Dent Res* 14: 214-217, 1986.
- Rodford R A. Further development and evaluation of high impact strength denture base materials. *J Dent* 18: 151-157, 1990.
- Solnit G. The effect of methylmetacrylate reinforcement with silane treated and untreated glass fibres. *J Prosthet Dent* 66: 310-314, 1991.
- Soderholm K J M, Shang W S. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal silica. *J Dent Res* 72: 1050-1054, 1993.
- Uzun G. Protez kaide rezinlerinin güçlendirilmesinde liflerin kullanımı. *H Ü Diş Hek Fak Derg* 24: 70-76, 2000.
- Vallittu P K. Effect of some properties of metal strengtheners on the fracture resistance of acrylic denture base material. *J Oral Rehab* 20: 241-248, 1993.
- Vallittu P K. Comparison of two different silane compounds used for improving adhesion between fibres and acrylic denture base materials. *J Oral Rehabil* 20: 533-539, 1993.
- Vallittu P K. Comparison of in vitro fatigue resistance of acrylic resin partial denture reinforced with continuous glass fibres or metal wire. *J Prosthodont* 5: 115-121, 1996.
- Vallittu P K. Dimensional accuracy and stability of poly methyl methacrylate reinforced with metal wire or with continuous glass fiber. *J Prosthet Dent* 75: 617-621, 1996.
- Vallittu P K. Glass fiber reinforcement in repaired acrylic resin removable dentures: Preliminary results of a clinical study. *Quint Int* 28: 39-44, 1997.
- Vallittu P K. Oxygen inhibition of autopolymerization of poly-methyl methacrylate-glass fibre composite. *J Mater Sci Mater Med* 8: 489-492, 1997.
- Vallittu P K. Some aspects of tensile strength of unidirectional glass fibre-polymethyl methacrylate composite used in dentures. *J Oral Rehabil* 25: 100-105, 1998.
- Vallittu P K. Experiences of the glass fibres with multiphase acrylic resin systems. The first international symposium on fibre-reinforced plastics in dentistry. A special symposium of the annual meeting of the EPA on 26-27 August 1988 in Turku, Finland.

30. Vallittu P K. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. J Prosthet.Dent 81: 318-326, 1999.
31. Vallittu P K. Glass Fibres Erişim : www.sticktech.com Erişim tarihi: 3/5/2002
32. Vallittu P K, Lassila V P, Lappalainen R. Acrylic resin fibre composite: Part 1: The effect of fibre concentration on fracture resistance. J Prosthet Dent 71: 607-611, 1994.
33. Wisskott H W A, Nicholls J I, Belser V C. Stress fatigue: Basic principles and prosthodontic implications. Int J Prosthodont 8: 105-116, 1995.
34. Yazdanie N, Mahood M. Carbon fiber acrylic resin composite: An investigation of transverse strength. J Prosthet Dent 54: 534-547,1985.

Yazışma adresi

Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakóltesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
06200 Beşevler/ANKARA
Telefon : 2126250/374 05327604516
E mail : hakanlevent@hotmail.com