

**ISIL DÖNGÜNÜN HASTA BAŞINDA KULLANILAN SERT ASTAR
MATERYALLERİ İLE ASTARLANAN AKRİLİK REZİNLERİN TRANSVERS
DAYANIMINA ETKİSİ**

**EFFECT OF THERMOCYCLING ON THE TRANSVERSE STRENGTH OF ACRYLIC
RESINS RELINED WITH CHAIRSIDE HARD RELINING MATERIALS**

Dr. Merve BANKOĞLU GÜNGÖR*

Doç. Dr. Seçil KARAKOCA NEMLİ*

Makale Kodu/Article code: 2878

Makale Gönderilme tarihi: 18.06.2016

Kabul Tarihi: 25.10.2016

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ısıl farklılıkların hasta başında kullanılan sert astar materyalleri ile astarlanan akrilik rezinlerin transvers dayanımına etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: İki farklı sert astar materyali ve geleneksel protez kaide rezini kullanılarak beş adet deney grubu oluşturuldu. Birinci grup, muflalama tekniğiyle üretilen geleneksel akrilik kaide rezininden (Akrilik rezin), ikinci grup görünür ışıkla polimerize olan rezinden (Triad), üçüncü grup otopolimerizan rezinden (Tokuyama), dördüncü grup görünür ışıkla polimerize olan rezin ile astarlanan akrilik rezinden (Triad Reline) ve beşinci grup ise otopolimerizan rezin ile astarlanan akrilik rezinden (Tokuyama Reline) oluşmaktadır. Her bir deney grubunda 65×10×3 mm³ boyutunda hazırlanan örnekler, rastgele kontrol ve ısıl döngü grubu olarak ikiye ayrıldı (n=10). Isıl döngü işlemi; sıcaklığı 5°C-55°C arasında değişen su banyolarında 5000 kez yapıldı. Sonrasında örneklerin transvers dayanım değerleri tespit edildi. Örneklerin transvers dayanımına ait veriler, iki yönlü varyans analizi ile değerlendirildi ve gruplar arasındaki farklılıkların tespit edilmesi için Tukey's HSD post hoc testi kullanıldı (α=0.05).

Bulgular: Isıl döngü işleminin bütün gruplarda transvers dayanım değerlerini azalttığı belirlendi. Transvers dayanım astarlama yapılmayan akrilik protez kaidesinde en yüksek, astarlama yapılan kaidelerde ise daha düşük bulundu. Otopolimerizan hasta başı sert astarlama materyali (Tokuyama) ile astarlanan kaide, ışıkla polimerize materyale (Triad) göre daha yüksek transvers dayanım gösterdi.

Sonuç: Protez kaide ve astar materyallerinin dayanımı ısıl değişkenlerden etkilenmekte olup, otopolimerizan astar materyali ile astarlanan akrilik rezin, görünür ışıkla polimerize olan astar materyalleriyle astarlanan rezine oranla daha yüksek dayanım göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akrilik rezinleri, protez astarlama, polimerizasyon

ABSTRACT

Aim: The purpose of the present study is to evaluate effect of thermal cycling on the transverse strength of acrylic resins relined with chair side hard relining materials.

Materials and Methods: Five experimental groups were generated using two different hard relining and conventional denture base resin materials. Groups were consisted of conventional acrylic denture base resin (Acrylic resin), visible light polymerized resin (Triad), otopolymerized resin (Tokuyama), acrylic resin relined with visible light polymerized resin (Triad Reline), and acrylic resin relined with otopolymerized resin (Tokuyama Reline), respectively. For each experimental group, specimens with dimensions of 65×10×3 mm³ were divided into two groups as control and thermocycling (n=10). Thermocycling was performed for 5000 times in baths held 5°C-55°C water. Then, transverse strength of the specimens were measured. Transverse strength data of the specimens were analyzed using two-way analysis of variance and pairwise comparisons among the groups were evaluated with Tukey's HSD test (α=0.05).

Results: Thermocycling decreased the transvers strength values of the materials in all groups. The transvers strength values were higher in non relined acrylic resin group, and lower in relined groups. Otopolymerized hard relining material (Tokuyama Reline) had higher transvers strength values than visible light polymerized resin (Triad Reline).

Conclusion: Denture base and reline resins were affected by thermal differences. Acrylic resins relined with otopolymerized relining material showed higher strength than acrylic resin relined with visible light polymerized resin.

Key Words: Acrylic resins, denture relining, polymerization

*Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye



GİRİŞ

Hareketli protezlerin yapımında sıklıkla kullanılan protez kaide materyali olan polimetilmetakrilatlar (PMMA) düşük maliyet, kolay uygulanabilme ve parlatılabilme gibi avantajları nedeniyle cazip hale gelmiştir.^{1,2} Ancak zaman içinde alveol kemiğinin rezorbsiyonuna veya protez altında kalan dokularda meydana gelen değişimlere bağlı olarak hareketli protezlerin tutuculuğunda azalma görülmektedir. Bu hareketli protezlerin rezin materyaller ile astarlanması, protezin uyumunun artırılması ve protez-doku ilişkisinin korunması açısından faydalı olmaktadır.³⁻⁵ Astarlama işlemi, hasta ağzında direkt olarak veya laboratuvarında indirekt olarak yapılabilmektedir.⁶ Laboratuvarında yapılan astarlama işlemi; tedavinin bir seans uzaması, ilave laboratuvar ücreti ve hastanın bir süre protezsiz kalması gibi dezavantajlara sahiptir.⁶ Ağızda direkt olarak yapılan astarlama işlemi; ölçü alınması ve model hazırlanması aşamaları ile bunlara bağlı olası hataları ortadan kaldırarak doku konturlarının direkt olarak proteze aktarılmasını sağlamakta ve tedavinin daha hızlı tamamlanmasına olanak vermektedir.^{3,6} Bu amaçla yumuşak ve sert astar materyalleri kullanılabilir. Yumuşak astar materyalleri, sıklıkla doku düzenleyici, fonksiyonel ölçü materyali veya dokulara gelen basıncın azaltılması amacıyla kullanılmaktadır.⁷ Kimyasal yolla (otopolimerizan) veya görünür ışıkla polimerize olan hasta başında uygulanan sert astar materyalleri ise daha uzun süreli tedavi seçeneği sunmaktadır.⁸

Protezlerin astarlanması durumunda, ısı ile polimerize olan akrilik protez kaide materyallerinden bir miktar madde kaldırılarak yerine otopolimerizan astar materyalleri koyulmaktadır. Mekanik özellikleri genellikle kompozisyonları ile ilgili olan bu astar materyallerinin kompozisyonları ısı ile polimerize olan polimetil metakrilat (PMMA) rezinlerden farklılık göstermektedir.^{4,9} Geleneksel PMMA rezinlerin astarlanmasında polietil metakrilatlar, isobütül metakrilatlar, butil metakrilatlar veya 1,6 heksandiol dimetakrilatlar kullanılmaktadır.⁴ Bazı çalışmalarda,¹⁰⁻¹³ otopolimerize astar rezinlerinin, ısı ile polimerize olan protez kaide materyallerinden daha düşük bükülme dayanımı gösterdiği ve astarlama sonrasında kaide materyallerinin bükülme dayanımlarını anlamlı derecede düşürdüğü bildirilmektedir. Hasta başı astarlama işlemlerinde kullanil-

mak üzere geliştirilen astar materyallerinden biri de görünür ışıkla polimerize olan rezinlerdir. Görünür ışıkla polimerize olan kaide rezinleri, üretan dimetakrilat, mikron boyutta silika ve yüksek moleküler ağırlıklı akrilik rezin monomerlerinden oluşan matrikse sahiptirler.¹⁴ Ancak görünür ışıkla polimerize olan sert astar materyalleri ile ilgili çalışmalar sınırlıdır.

Farklı laboratuvar şartlarında uygulanan dinamik veya ısıl yapay esitmeler, diş hekimliğinde kullanılan materyallerin belirli bir kullanım süresi sonunda çeşitli özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Bu şartlardan biri olan ısıl döngü uygulamaları, ağız içerisinde oluşan sıcaklık değişimlerini taklit ederek materyalleri esitmeye uğrattır.¹⁵ Bu nedenle dental polimerlerin test protokollerinde ısıl döngü işleminin de yer alması gerektiği belirtilmektedir.¹⁶

Tranvers dayanım testi, protez kaide materyallerinin karşılaştırılmasında kullanılan mekanik testlerden biridir.¹⁷ Bu test yönteminde, protez kaide materyaline, basma, çekme ve makaslama kuvvetlerinin kombinasyonu uygulanmaktadır. Bu nedenle bu test yöntemi, materyallerin kırılabilirliğini ve kırılmaya dayanımını yansıtmaktadır.^{14,17} Otopolimerizan ve ışıkla polimerize olan astar materyallerinin protez kaidelerinin dayanımına etkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur.^{4,10,11,13,18-23} Bu çalışmaların büyük bir kısmında astarlanan dikdörtgen şekilli örnekler üzerinde üç nokta bükülme testi yapıldığı görülmektedir.^{10,11,13,18-21,24}

Bu çalışmanın amacı, ısıl döngünün hasta başında kullanılan sert astar materyalleri ile astarlanan akrilik rezinlerin transvers dayanımına etkisini değerlendirmektir. Çalışmanın hipotezi ise ısıl döngünün ve hasta başında kullanılan sert astar materyallerinin astarlanan akrilik rezinlerin transvers dayanımını etkilemeyeceğidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada bir ısı ile polimerize akrilik rezin (Paladent 20; Heraeus Kulzer GmbH, Wehrheim, Germany) ve iki adet sert astar materyali (Triad Hi-Flow Reline Material; Dentsply Caulk, York, PA ve Tokuyama Rebase II Fast; Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japan) kullanıldı. Bu materyaller kullanılarak 5 deney grubu (n=20) oluşturuldu. Her deney grubu için, dikdörtgenler prizması şeklinde ve



65×10×3 mm³ boyutunda örnekler hazırlandı.

Grup 1: Akrilik rezin: 65×10×3 mm³ boyutundaki mum örnekler paslanmaz çelik metal kalıp kullanılarak hazırlandı. Muflalama işlemi takiben, mumun eritilmesi işlemi tamamlandı. Akrilik rezin, üretici firmanın talimatlarına göre toz/likit oranı 20 g/ 7 ml olacak şekilde karıştırıldı ve mufla içerisindeki mum örneğin boşluğuna yerleştirildi. Daha sonra, akrilik rezin örneklerinin polimerizasyonu sıcak su içerisinde (100°C) 30 dakikalık süreçte tamamlandı. Polimerizasyonun tamamlanmasından sonra, örnekler mufla içerisinde çıkarıldı.

Grup 2: Triad: Triad örneklerinin hazırlanmasında, 65×10×3 mm³ paslanmaz çelik metal kalıp içerisine prefabrike olarak hazırlanmış olan Triad materyali yerleştirilerek, taşan madde bir modelasyon spatülü yardımıyla uzaklaştırıldı. Daha sonra örnekler, üst ve alt yüzeylerden 20 sn ön ışınlama işlemine tabi tutuldu. Daha sonra (Triad 2000; Dentsply Caulk, York, PA) polimerizasyon cihazında üretici firmanın talimatlarına göre, örneklerin üzerine hava bariyeri (Triad Air Barrier Coating; ABC) sürülerek 10 dk polimerize edildi.

Grup 3: Tokuyama: Tokuyama örneklerinin hazırlanması için, toz (Tokuyama Rebase II Powder) ve likit (Tokuyama Rebase II Liquid) üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde karıştırıldı ve 1 dk içinde oda koşullarında 65×10×3 mm³ paslanmaz çelik metal kalıp içerisine yerleştirildi. Kimyasal polimerizasyon için 5 dk beklendi. Polimerizasyon tamamlandıktan sonra örnekler, sertliklerinin artırılması için firma tarafından önerilen solüsyonun içerisinde bekletildi. Solüsyonun hazırlanması için, 50°C'deki 200 ml distile su temiz bir kabın içerisine konuldu. Bu suyun içerisine 1 ölçek Tokuso Resin Hardener II tozundan konuldu ve çözünmesi beklendi. Daha sonra örnekler bu solüsyon içerisinde 3 dk bekletildi. Polimerizasyonun tamamlanmasından sonra, örnekler metal kalıp içerisinden çıkarıldı.

Grup 4: Triad Reline: Triad reline örneklerinin hazırlanması için Grup 1'de anlatıldığı şekilde akrilik örnekler hazırlandı. Örneklerin sadece bir yüzeyinden hard frez yardımıyla aşındırma yapılarak 1 mm madde uzaklaştırıldı. 2 mm kalınlığına indirilen örnekler paslanmaz çelik kalıplara yerleştirildi, üzerlerine adeziv sürüldü (Triad Bonding Agent) ve 2 dk boyunca polimerizasyon ünitesinde polimerize edildi. Daha sonra üzerine Triad sert astar materyali yerleştirilerek ışın cihazıyla (Mini LED; Acteon, Fransa) ön polime-

rizasyon yapıldı. Örneklerin polimerizasyonu Grup 2'de anlatıldığı şekilde tamamlandı.

Grup 5: Tokuyama Reline: Tokuyama reline örneklerinin hazırlanması için Grup 1'de anlatıldığı şekilde akrilik örnekler hazırlandı. Örneklerin sadece bir yüzeyinden hard frez yardımıyla aşındırma yapılarak 1 mm madde uzaklaştırıldı. 2 mm kalınlığına indirilen örnekler paslanmaz çelik kalıplara yerleştirildi ve üzerlerine adeziv sürülerek 20 s beklendi. Daha sonra üzerlerine Grup 3'te anlatıldığı şekilde Tokuyama Rebase hazırlanarak polimerizasyonları tamamlandı.

Örnekler hazırlandıktan sonra bütün gruplardaki örneklerin kaba tesviyeleri yapıldı. Örnek yüzeylerine herhangi bir polisaj işlemi uygulanmadı. Örnek boyutları dijital kumpas (Powertechtools, Çin) ile ölçüldü. Her gruptaki örnekler, kontrol (ısı döngü işlemi uygulanmayan) ve ısı döngü işlemine tabi tutulanlar olmak üzere rastgele olarak iki alt gruba ayrıldı (n=10). Isıl döngü işlemi, 5°C ve 55°C derecelere ve 20 s devir süresine sahip su banyolarında, ısı döngü cihazı (MTE 101; MOD Dental, Esetron Smart Robotech-nologies, Ankara, Turkey) kullanılarak 5000 kez yapıldı.

Tüm örneklere universal test cihazında (Esetron Smart Robotech-nologies, Ankara, Turkey) üç nokta bükülme testi uygulandı. Test gerçekleştirilirken örnek yerleştirilecek olan metal destekler arası uzaklık 50 mm ve kırma hızı 5mm/dk olacak şekilde ayarlanıp, örneğin tam ortasına dik yönlü kuvvet örnekler kırılana kadar uygulandı (Şekil 1). Kırılma anındaki en yüksek değer, cihaz tarafından N cinsinden otomatik olarak kaydedildi. Örnekler için transvers dayanım değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı:^{11,18,24,25}

$$TS = 3/2 (WL/bd^2),$$

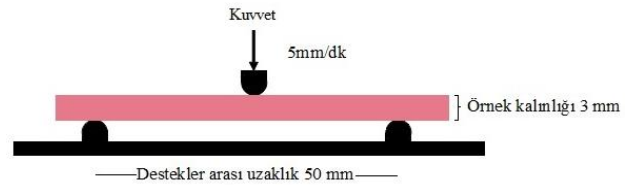
$$TS = \text{Transvers dayanım (N/mm}^2\text{)},$$

$$W: \text{Kırılma anındaki yük (N)},$$

$$L: \text{Destekler arası uzaklık (50 mm)},$$

$$b: \text{Örnek genişliği (10 mm)},$$

$$d: \text{Örnek kalınlığı (3 mm)}.$$

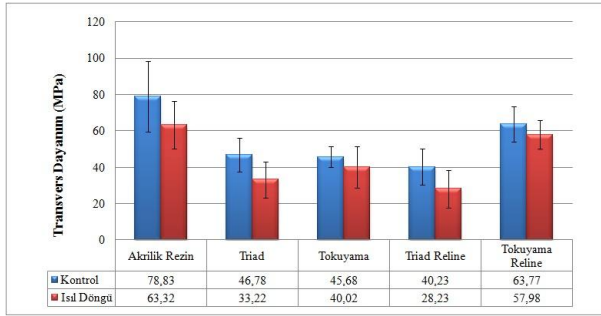


Şekil 1. Üç nokta bükülme testinin şematik olarak gösterimi

Verilerin istatistik olarak değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arası karşılaştırmalarda Tukey Post Hoc testi (SPSS 20; SPSS Software Corp, Münih, Almanya) kullanıldı. Sonuçlar $\alpha=0.05$ için anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Kontrol gruplarında transvers dayanım değerleri Akrilik Rezine için 78.83 ± 19.41 MPa, Triad için 46.78 ± 9.37 MPa, Tokuyama için 45.68 ± 5.62 MPa, Triad Reline için 40.23 ± 9.88 MPa ve Tokuyama Reline için 63.77 ± 9.57 MPa olarak belirlendi. Isıl döngü gruplarında transvers dayanım değerleri Akrilik Rezine için 63.32 ± 13.14 MPa, Triad için 33.22 ± 9.89 MPa, Tokuyama için 40.02 ± 11.27 MPa, Triad Reline için 28.23 ± 10.35 MPa ve Tokuyama Reline için 57.98 ± 7.81 MPa olarak belirlendi. En düşük transvers dayanım değerleri ısı döngü uygulanan Triad Reline grubunda ve en yüksek transvers dayanım değerleri ısı döngü uygulanmayan Akrilik rezin grubunda belirlendi. Ayrıca kontrol grupları içerisinde de, en düşük transvers dayanım değerleri Triad Reline grubunda belirlendi. Isıl döngü işleminin, tüm gruplarda transvers dayanımı düşürdüğü belirlendi. Materyallere ve ısı döngü uygulanıp uygulanmamasına göre elde edilen transvers dayanım değerleri Şekil 2'de özetlendi.



Şekil 2. Materyal ve uygulanan işlemlere göre transvers dayanım değerleri

İki yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre, iki bağımsız değişken (materyal tipi ve ısı işlem) arasında interaksiyon bulunmadı ($p=0.514$). Fakat materyaller arasında ve ısı işlem grupları arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$).

Materyal etkeni göz ardı edildiğinde ($n=50$), transvers dayanım değerleri kontrol grubu için 55.06 ± 18.26 MPa olarak ve ısı döngü grubu için

44.56 ± 17.24 MPa olarak bulundu. İki grup arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Tablo 1). Isıl işlem etkeni göz ardı edildiğinde ise ($n=20$), materyallere ait transvers dayanım değerleri sırasıyla Akrilik Rezine için 71.08 ± 17.99 MPa, Tokuyama Reline için 60.88 ± 9.01 MPa, Tokuyama için 42.85 ± 9.14 MPa, Triad için 40.00 ± 11.67 MPa ve Triad Reline için 34.23 ± 11.61 MPa'dır (Tablo 2). Akrilik Rezine grubuna ait transvers dayanım değerleri, diğer gruplardan anlamlı olarak yüksek bulundu ($p<0.05$). En düşük transvers dayanım değerleri ise Triad Reline ve Triad gruplarında bulundu ($p<0.05$).

Tablo 1. Kontrol ve ısı döngü gruplarına ait transvers dayanım değerleri

Grup (n=50)	Ortalama (Standart Sapma)
Kontrol	55,06 (18,26) A
Isıl döngü	44,56 (17,24) B

Ortak büyük harfe sahip gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Tablo 2. Materyallere ait transvers dayanım değerleri

Materyal (n=20)	Ortalama (Standart Sapma)
Akrilik Rezine	71,08 (17,99) A
Triad	40,00 (11,67) CD
Tokuyama	42,85 (9,14) C
Triad Reline	34,23 (11,61) D
Tokuyama Reline	60,88 (9,01) B

Ortak büyük harfe sahip gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

TARTIŞMA

Bu araştırmada ısı döngünün hasta başında kullanılan sert astar materyalleri ile astarlanan akrilik rezinlerin transvers dayanımı üzerindeki etkisi incelendi. Çalışma sonucunda ısı döngünün tüm gruplarda transvers dayanımı azalttığı tespit edilerek çalışmanın hipotezi reddedildi. Isıl döngü işleminin tüm

materyallerde, transvers dayanımı azalttığı belirlendi.

Geleneksel olarak kullanılan sert astar materyalleri, metilmetakrilat ve polimetilmetakrilat içermektedir ve rahatsız edici kokuları ve içerdikleri monomer nedeniyle yumuşak dokuda iritasyon ve polimerizasyon süresince ısı oluşumu gibi bir takım dezavantajlara sahiptirler. Daha iyi bir astar materyali arayışı nedeniyle, çapraz bağlantılı otopolimerize ve görünür ışıkla polimerize rezinler üretilmiştir.²⁶

Gürbüz ve arkadaşları²⁵, altı farklı akrilik protez rezinini inceledikleri çalışmalarında görünür ışıkla polimerize edilen rezinlerin (Triad VLC) transvers dayanımının, ısı ile polimerize olan ve otopolimerize akrilik rezinlerin transvers dayanımından daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da ışıkla polimerize olan rezin (Triad) ve otopolimerizan rezin birbirine yakın değerler gösterirken, ısı ile polimerize edilen akrilik rezinin anlamlı derecede yüksek değere sahip olduğu belirlendi ($p < 0.05$). Ayrıca bazı çalışmalarda da görünür ışıkla polimerize edilen rezinlerin daha düşük dayanım değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.^{27,28} Bu farklılığın akrilik kaide materyallerinin üretim tekniğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Muflalama ve ısı ile polimerize etme tekniği, materyalin içinde yapısal bir homojenite oluşturmaktadır.⁶ Bunun yanında görünür ışıkla polimerize olan ve otopolimerizan rezinlerin içeriğinde çok fazla porozite bulunmaktadır.^{28,29} Bu materyallerin polimerizasyon süresi boyunca baskı altında tutulamamaları, materyalin yapısında defektlerin ve iç boşlukların oluşmasına neden olmaktadır.²⁹ Aynı zamanda iç poroziteler, matriks içerisinde stres birikimini arttırmakta ve yüklenme sırasında küçük çatlakların oluşumunu hızlandırmaktadır.²⁵ Işıklı polimerize edilen rezinlerde mekanik özellikleri etkileyen diğer bir faktör de dönüşüm derecesidir. Materyalin dönüşüm derecesi azaldıkça, bükülme ve yolulma dayanımı da azalmaktadır.³⁰

Ağız içerisinde çiğneme yükleri, astarlanan protezi oluşturan her iki tabakaya da birlikte uygulanmaktadır. Ağız içerisinde astarlanan protezlerde kırılma riski protezin, kaide ve astar materyali olarak iki farklı materyalden oluşması ve bu iki materyal arasındaki bağlantı sorunlarına bağlıdır. Protezde oluşan kırıklar ara yüze ulaştığında, protezin dayanımı bu iki farklı yapı arasında oluşan adezyona bağlıdır.³¹ Eğer ara yüzde oluşan bağlantı zayıfsa, bu durum tabakaların birbirinden ayrılmasına, renklenmeye ve bakteriyel

adezyona neden olmaktadır.⁴ Aynı zamanda astar materyalinin protezin yüzeyinden ayrılması da meydana gelebilmektedir. Bu nedenle üretici firmalar kullanılan astar materyaline uygun adeziv ajanlar üretmektedirler.⁴ Perez ve arkadaşları⁴ ısı ile polimerize edilen akrilik kaide rezininin (Lucitone 550), iki farklı astar materyaliyle astarlanmasının ve adeziv uygulamasının, materyalin darbe dayanımına etkisini inceledikleri çalışmalarında; adeziv uygulanan polietil metakrilat içerikli Tokuso Rebase Fast'in diğer bir polietil metakrilat içerikli (Ufigel Hard) astar materyalinden daha yüksek darbe dayanımı gösterdiğini belirlemişlerdir. Polyzois ve arkadaşları⁶ otopolimerizan veya ışıkla polimerize astar materyali kullanıldığında, akrilik kaide rezinlerinin bükülme dayanımlarının azaldığını bildirmişlerdir. Bu azalma kaide ve astar materyali arasındaki bağlantının zayıflığından veya astar materyalinin daha düşük dayanım değerine sahip olmasından kaynaklanabilir. Buna göre protez kaide rezini ve astar materyali arasındaki bağlantı zayıfsa astar materyali protez kaidesinden ayrılır, bağlantı güçlüyse ve astar materyali daha rijit bir yapıya sahipse astar materyalinin tokluğu astarlanan rezinin kırılmasına sebep olur.⁴ Bizim çalışmamızda ise; astarlanma yapılmayan akrilik rezinin dayanımı en yüksek (71.08 ± 17.99 MPa) bulundu. Isıl döngü uygulanmayan gruplarda, Triad ve Tokuyama birbirine yakın değerler göstermesine rağmen, Tokuyama Reline'in Triad Reline ile karşılaştırıldığında yüksek transvers dayanım değerlerine sahip olduğu belirlendi. Bu farklılığın, astar materyallerinin farklı polimerizasyon mekanizmasına sahip olması ve görünür ışıkla polimerize edilen sert astar materyallerinin akrilik kaideye bağlantısının zayıf olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca otopolimerizan rezinlere polimerizasyon sonrası uygulanan sıcak suda bekletme işleminin polimerizasyon sırasında oluşan artık monomer miktarını azalttığı belirtilmektedir.^{18,32,33} Bu nedenle, Tokuyama Reline materyaline polimerizasyon sonrası uygulanan işlemin dayanımı arttırdığı söylenebilir.

Isıl döngü işlemi, test edilecek örneklerin sıcak ve soğuk su banyolarına daldırılması suretiyle yapılan in-vitro test yöntemidir. Bu çalışmada da test edilecek örnekler (ısıl döngü grubu örnekleri), sıcaklığı 5°C-55°C arasında değişen su banyolarında 5000 kez ısıl döngü işlemine tabi tutuldu. Isıl döngü işlemi sonrasında materyallerin transvers dayanım değerlerinin düştüğü belirlendi. Isıl döngü, dental



polimerlerde bozunmaya ve ısıl streslerin polimer zincirleri arasındaki mesafeyi açması nedeniyle su emiliminde artışa neden olabilmektedir.^{11,34} Emilen su, plastizer rolü oynayabilmekte ve materyalin mekanik özelliklerini olumsuz etkileyebilmektedir.^{11,35} Bununla beraber, akrilik rezinlerin ısıtılmasının ilave polimerizasyon reaksiyonlarına neden olarak mekanik özellikleri arttırabildiği bildirilmiştir.³⁶ Tokuyama Reline materyali, yüksek konsantrasyonda çapraz bağlantı ajanı içermektedir.¹⁶ Çapraz bağlantıların çizgisel makromoleküller arasında çok sayıda köprü oluşturarak üç boyutlu bir ağ yapısı oluşturması nedeniyle, akrilik rezinlerin su emilimini azalttığı belirtilmektedir.^{9,37} Silva ve arkadaşları¹⁶ ısıl döngü işlemi uygulanan Tokuyama Reline materyalinin kırılma tokluğunda anlamlı bir değişim görülmediğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da, Tokuyama ve Tokuyama Reline gruplarında, ısıl döngü işlemi sonrasında transvers dayanım değerlerinde çok az bir düşme belirlendi. Bunun nedeninin Tokuyama Rebase II'nin içeriğinde yer alan çapraz bağlantı ajanından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Protez materyallerinin dayanımlarının ölçülmesinde sıklıkla kullanılan üç nokta bükülme testinde örnek, basma kuvveti altında bükülmeye zorlanmakta ve alt yüzeyde kırılmaya yol açan gerilme stresleri oluşmaktadır. Bükülme testi, üç nokta bükülme testi şeklinde yapılabileceği gibi dört nokta bükülme testi şeklinde de yapılabilmektedir. İki teknikte de kullanılan örnek boyutu aynı olup, dört nokta bükülme testinde farklı olarak iki ayrı yükleme noktası mevcuttur ve daha karmaşık bir tekniktir.³⁸ Chitchumnong ve arkadaşları³⁹ protez kaide polimerlerinin bükülme dayanımlarını üç nokta bükülme ve dört nokta bükülme testiyle incelemişler ve üç nokta bükülme testinin her zaman daha yüksek değerler verdiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, çalışmalarda kullanılan materyallerin transvers dayanımlarını değerlendirirken kullanılan test göz önünde bulundurulmalıdır. Üç nokta bükülme testi uygulama tekniğinin karmaşık olmaması ve önceki çalışmalarda sıklıkla kullanılan bir test yöntemi olması nedeniyle bu çalışmada tercih edildi.

Bu çalışmada hareketli protez kaidenin iki farklı hasta başı sert astar maddesi ile astarlanması sonucu protez kaidenin transvers dayanımı ve ısıl döngünün etkisi incelenmiştir. Isıl döngü klinikte ağız içine alınan gıdaların meydana getirdiği ısıl değişimleri taklit eden, in-vitro çalışmalarda sık

kullanılan geçerli bir eskitme yöntemidir. Ancak in-vivo şartlarda protez kaideleri ısıl değişimler yanında döngüsel yüklemelere de maruz kalmaktadır ve bu çalışmada kaide materyallerinin uzun süre maruz kaldığı mekanik yükler göz önüne alınmamıştır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlamaları göz önünde bulundurularak aşağıdaki sonuçlar tespit edildi:

Transvers dayanımı astarlama yapılmayan PMMA protez kaidesinde en yüksek, astarlama yapılan kaidelerde ise daha düşük bulundu.

Otopolimerizan hasta başı sert astarlama materyali (Tokuyama) ile astarlanan kaide, ışıkla polimerize materyale (Triad) göre daha yüksek transvers dayanımı gösterdi.

Isıl döngü tüm gruplarda transvers dayanımı azalttı.

KAYNAKLAR

1. Jagger DC, Jagger RG, Allen SM, Harrison A. An investigation into the transverse and impact strength of 'high strength' denture base acrylic resins. J Oral Rehabil 2002;29:263-7.
2. Meng TR Jr, Latta MA. Physical properties of four acrylic denture base resins. J Contemp Dent Pract 2005;6:93-100.
3. Haywood J, Basker R, Watson C, Wood D. A comparison of three hard chairside denture reline materials. Part I. Clinical evaluation. Eur J Prosthodont Rest Dent 2003;11:157-63.
4. da Cruz Perez LE, Machado AL, Canevarolo SV, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC. Effect of reline material and denture base surface treatment on the impact strength of a denture base acrylic resin. Gerodontology 2010;27:62-9.
5. Matsumura H, Tanoue N, Kawasaki K, Atsuta M. Clinical evaluation of a chemically cured hard denture relining material. J Oral Rehabil 2001;28:640-4.
6. Polyzois GL, Lagouvardos PE, Frangou MJ. Flexural and bond strengths of relined denture polymers assessed by four-point bending tests and Weibull analysis. Gerodontology 2012;29:e543-e52.



7. Bal Bt, Yavuzylmaz H. Yumuşak Astar Maddeleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2006;Suppl 1:53-60.
8. Murata H, Seo RS, Hamada T, Polyzois GL, Frangou MJ. Dynamic mechanical properties of hard, direct denture relined resins. J Prosthet Dent 2007;98:319-26.
9. Arima T, Murata H, Hamada T. Properties of highly cross-linked autopolymerizing relined acrylic resins. J Prosthet Dent 1995;73:55-9.
10. Takahashi Y, Kawaguchi M, Chai J. Flexural strength at the proportional limit of a denture base material relined with four different denture relined materials. Int J Prosthodont 1997;10:508-16.
11. Archadian N, Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Matsumoto N. Flexural strength of rebased denture polymers. J Oral Rehabil 2000;27:690-6.
12. Seo RS, Murata H, Hong G, Vergani CE, Hamada T. Influence of thermal and mechanical stresses on the strength of intact and relined denture bases. J Prosthet Dent 2006;96:59-67.
13. Reis JMdsN, Vergani CE, Pavarina AC, Giampaolo ET, Machado AL. Effect of relining, water storage and cyclic loading on the flexural strength of a denture base acrylic resin. J Dent 2006;34:420-6.
14. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials. 11th ed. St Louis; MO Saunders: 2003.p.737.
15. Gale M, Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent 1999;27:89-99.
16. Silva CdS, Machado AL, Chaves CdAL, Pavarina AC, Vergani CE. Effect of thermal cycling on denture base and autopolymerizing relined resins. J Appl Oral Sci 2013;21:219-24.
17. Craig R, Power J. Restorative dental materials, 11th edn. St Louis; MO Mosby: 2002.p.87-8.
18. Takahashi JMFK, Machado FM, Nuñez JMC, Consani RLX, Mesquita MF. Relining of prosthesis with auto-polymerizing hard denture relined resins: effect of post-polymerization treatment on flexural strength. Gerodontology 2009;26:232-6.
19. Chai J, Takahashi Y, Kawaguchi M. The flexural strengths of denture base acrylic resins after relining with a visible-light-activated material. Int J Prosthodont 1998;11:121-4.
20. Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M. Effect of water sorption on the resistance to plastic deformation of a denture base material relined with four different denture relined materials. Int J Prosthodont 1998;11:49-54.
21. Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M. Strength of relined denture base polymers subjected to long-term water immersion. Int J Prosthodont 2000;13:205-8.
22. Hayakawa I, Nagao M, Matsumoto T, Masuhara E. Properties of a new light-polymerized relining material. Int J Prosthodont 1990;3:278-84.
23. Seo RS, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC, Reis JMdsN, Machado AL. Effect of disinfection by microwave irradiation on the strength of intact and relined denture bases and the water sorption and solubility of denture base and relined materials. J Appl Polym Sci 2008;107:300-8.
24. Durkan R, Özel MB, Bağıs B, Usanmaz A. In vitro comparison of autoclave polymerization on the transverse strength of denture base resins. Dent Mater J 2008;27:640-2.
25. Gürbüz O, Ünalın F, Dikbaşı I. Comparison of the transverse strength of six acrylic denture resins. OHDMBS 2010;9:21-4.
26. Al Rifaiy MQ. Shear bond strength between light polymerized hard relined resin and denture base resin subjected to long term water immersion. Saudi Dent J 2012;24:23-7.
27. Al-Mulla M, Huggett R, Brooks S, Murphy W. Some physical and mechanical properties of a visible light-activated material. Dent Mater 1988;4:197-200.
28. Machado C, Sanchez E, Azer SS, Uribe JM. Comparative study of the transverse strength of three denture base materials. J Dent 2007;35:930-3.
29. Tan H-K, Brudvik JS, Nicholls JI, Smith DE. Adaptation of a visible light-cured denture base material. J Prosthet Dent 1989;61:326-31.
30. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Shaull KL, Laffoon JE, Qian F. Flexural and fatigue strengths of denture base resin. J Prosthet Dent 2008;100:47-51.
31. Jagger D, Harrison A, Jagger R, Milward P. The effect of the addition of poly (methyl methacrylate) fibres on some properties of high strength heat-cured acrylic resin denture base material. J Oral Rehabil 2003;30:231-5.



32. Shim JS, Watts D. Residual monomer concentrations in denture-base acrylic resin after an additional, soft-liner, heat-cure cycle. *Dent Mater* 1999;15:296-300.
33. Lamb D, Ellis B, Priestley D. Loss into water of residual monomer from autopolymerizing dental acrylic resin. *Biomater* 1982;3:155-9.
34. Hargreaves A. The effects of cyclic stress on dental polymethylmethacrylate. *J Oral Rehabil* 1983;10:137-51.
35. Durkan RK, Özdemir T, Pamir AD, Usanmaz A. Water absorption of two different denture base resins reinforced with dental fiber systems. *J Appl Polym Sci* 2010;117:1750-3.
36. Urban VM, Machado AL, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC, de Almeida FG, Cass QB. Effect of water-bath post-polymerization on the mechanical properties, degree of conversion, and leaching of residual compounds of hard chairside relineresins. *Dent Mater*. 2009;25:662-71.
37. Arima T, Murata H, Hamada T. Analysis of composition and structure of hard autopolymerizing reliner resins. *J Oral Rehabil* 1996;23:346-52.
38. Standard AT. D6272-02. Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials by Four-Point Bending, ASTM International, West Conshohocken, PA 2002.
39. Chitchumnong P, Brooks S, Stafford G. Comparison of three-and four-point flexural strength testing of denture-base polymers. *Dent Mater* 1989;5:2-5.

Yazışma Adresi

Merve Bankoğlu Güngör
Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Emek 8.cad, Ankara
Tel: 03122034177
e-mail: mervebankoglu@yahoo.com

