

Diş Hekimliğinde İndirekt Kompozit Rezinler

Indirect Composite Resins in Dentistry

Melis BAYSAL CANYURT¹ 

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye

Elif AYBALA OKTAY¹ 

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye

Serpil KARAOĞLANOĞLU¹ 

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye



ÖZ

Son yıllarda, adezyon teknolojisindeki gelişmeler, kavite preparasyon tekniklerindeki yeniliklerle beraber hekimlerin estetik ve uzun ömürlü restorasyonlara ilgisi artmış, bu sebeple birçok yeni restoratif materyal üretilmiştir. Bunlardan biri de indirekt kompozit rezinlerdir. İndirekt kompozitler, direk kompozitlere nazaran daha az polimerizasyon büzülmesi gösterir, aşınma direnci daha iyidir, daha ideal kontak oluşturur ve reaksiyona girmemiş artık monomer miktarı daha azdır. Ayrıca indirekt kompozitlerin ilave polimerizasyon teknikleriyle beraber mekanik özellikleri de geliştirilmiştir. Bütün bu avantajlarıyla beraber indirekt kompozit restorasyonlar, seramik restorasyonlara birer alternatif haline gelmiştir. Bu literatür derlemesinde, indirekt kompozitlerin gelişimi, kullanım alanları, mekanik ve fiziksel dezavantajları ele alınacaktır

Anahtar Kelimeler : İndirekt kompozit rezin, Inley-onley, Polimerizasyon

ABSTRACT

In recent years, with the advances in adhesion technology and the innovations in cavity preparation techniques, the interest of physicians in aesthetic and long-lasting restorations has increased, so many new restorative materials have been produced. One of these is indirect composite resins. Indirect composites show less polymerization shrinkage, better abrasion resistance, more ideal contact, and less unreacted residual monomer than direct composites. In addition, the mechanical properties of indirect composites have been improved with additional polymerization techniques. With all these advantages, indirect composite restorations have become an alternative to ceramic restorations. In this review of literature, the development, usage areas, mechanical and physical disadvantages of indirect composites will be discussed.

Keywords: Indirect composite resin, Inlay-onlay, Polymerisation

GİRİŞ

Restoratif diş hekimliğinin amacı diş dokusunda çürük, travma, aşınma gibi nedenlerle oluşmuş madde kaybını, fonksiyon, fonasyon ve estetikle beraber hastaya geri kazandırmaktır.¹ Bu kapsamda ideal bir restorasyon materyalinden dişin orjinal formunu koruyarak, çürük veya travma gibi nedenlerle oluşan madde kaybını restore etmesi, ideal kapanışı ve estetiği sağlaması beklenir.² Günümüzde modern diş hekimliğinde hastaların artan estetik beklentileri, hekimleri minimum doku uzaklaştırmaya, doğal diş rengini taklit edebilen materyallerle tedavi yöntemlerini kullanmaya yöneltmiştir.^{3,4}

Direk estetik materyallerin temeli 1871 yılında silikat simanlar ile başlamıştır.^{3,5,6} Daha sonra 1940'larda kullanılan akrilik rezinlerin yetersizlikleri sonucunda kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür.⁷ Kompozit rezinler 1962 yılında Bowen tarafından tanıtılmış ve günümüze kadar oldukça fazla gelişme göstermiştir.⁸

Bu süreçte Dr. Bowen Bis-GMA monomer yapısını bulmuş, 1955 yılında ise Buenocore rezinlerin diş sert dokularına bağlanmasını arttırmak için ortofosforik asiti ilk kez pürüzlendirme materyali olarak kullanmıştır. Bu iki önemli buluşla beraber diş hekimliğinde adezyon gelişmelerinin önü açılmıştır.^{8,9}

Kompozit rezinler güçlü fiziksel ve mekanik özellikleri, yüksek çözünme dirençleri ile beraber estetik beklentileri de karşılamaları sebebiyle anterior ve posterior da rutin olarak kullanılsa da henüz klinik özellikleri optimum seviyeye gelmemiştir.^{6,10} Kompozit rezinlerin polimerizasyon sırasında hacminin %1-4, uzunluğunun %0.2-1.9 oranında azalmasına "polimerizasyon büzülmesi" adı verilir. Bu büzülme, diş ve kompozit rezin arasındaki bağlanma yüzeylerinde stres birikimine neden olur. Bu strese bağlı olarak kaviteyle restorasyon yüzeyi arasında mikro boşluklar oluşur ve zamanla marjinal adaptasyonda ciddi

Geliş Tarihi/Received 09.03.2021
Kabul Tarihi/Accepted 11.08.2021
Yayın Tarihi/Publication 15.04.2024
Date

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Melis Baysal Canyonurt

E-mail: elifaybala.oktay@sbu.edu.tr

Cite this article: Baysal Canyonurt M, Aybala Oktay E, Karaoğlanoğlu S. Indirect Composite Resins in Dentistry. *Current Research in Dental Sciences*. 2024;34(2):144-149



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

sorunlar meydana gelir.¹¹ Bütün bunların sonucu olarak kompozit rezinlerde zaman içerisinde mikrosızıntı, mikroçatlak, post operatif hassasiyet, bakteri geçişi, sekonder çürük ve pulpal enflamasyon gibi problemler meydana gelebilir.^{11,12}

Kompozit rezinlerdeki polimerizasyon büzülmesi ve kenar sızıntına bağlı oluşan dezavantajları elimine etmek için indirekt kompozit sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler ağız dışındaki çalışma modelleri üzerinde tamamlanan restorasyonların, daha önceden hazırlanmış kavitelere yapıştırılma prensibine dayanır.^{13,14,15} Bu derlemede, indirekt kompozit sistemlerin son yıllardaki gelişimi, kullanım alanları, mekanik ve fiziksel avantaj ve dezavantajlarıyla ilgili bir literatür taraması sunulacaktır.

Kompozit rezinlerde indirekt sistemlerin kullanımındaki esas amaç; materyalin polimerizasyon büzülmesinin önüne geçmek, diş dokusuna bağlantıyı arttırmak ve reaksiyona girmemiş artık monomer miktarını azaltarak restorasyonun mekanik özelliklerini geliştirmektir. Adeziv sistemlerdeki gelişmeler sayesinde son dönemde indirekt kompozitler başarıyla uygulanmaktadır.^{16,17}

İndirekt kompozitler, tüm sınıf I ve sınıf II kavitelere, kompozit endikasyonu olan bütün arka grup dişlerde, amalgam alerjisi olan bireylerde, estetik kriterlerin ön planda olduğu vakalarda, ara yüzey bölgesinde, basamak diş eti altındaysa ve geniş madde kayıplı dişlerde şayet kalan diş dokusu bağlanmayı destekleyecek miktardaysa kullanılabilir. Fakat yetersiz ağız hijyeni olan hastalarda, periodontal sağlığı iyi olmadığı durumlarda, kalan diş dokusu indirekt kompozit restorasyonun bağlanması için yeterli değilse, kavitede undercut varlığında ve brüksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkları olan hastalarda tercih edilmez.^{18,19,20}

İlk nesil indirekt kompozitler Touati ve Mörmann tarafından posterior inley ve onleyler için 1980'lerde piyasaya sunulmuştur.²¹ Direkt kompozit rezinler organik matris, inorganik doldurucu ve silan gibi bağlayıcı madde içerirler. İlk üretilen birinci nesil indirekt kompozitler direkt kompozit rezinlerle aynı içeriğe sahiptir ve aynı üreticiler tarafından benzer isimlerle üretilmiştir.²²

Birinci nesil indirekt kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirmek için birçok çalışma yapılmıştır. Zaman içerisinde polimer dönüşüm seviyeleri %6 ila %44 oranında artırılmıştır.²³⁻²⁷ Bu kompozitlerin organik matrisi ve inorganik doldurucuları arasındaki bağ yetersizdir ve bu da marjinal boşluklara, mikrosızıntıya, fraktürlere, istenmeyen aşınma direncine neden olur.

Birinci nesil kompozitlerin klinikte problem yaratmaya devam etmesi ve alternatif olan seramik restorasyonların ise karşıt dişte yarattığı aşınma, seramiğin kaybedilen yüzey düzgünlüğünün kazanılmasındaki zorluk, seramik restorasyonlardaki kırılma gibi kısıtlamaları ikinci nesil kompozitlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Birinci nesil indirekt kompozitlerden farklı olarak ikinci nesil indirekt kompozitlerde polimerizasyon tekniğinde, yapı ve bileşenlerinde gelişmeler kaydedilmiş, ilave olarak indirekt kompozitleri fiberle güçlendirme seçeneği sunulmuştur.²⁸

İndirekt Kompozitlerin Polimerizasyon Tekniğindeki Gelişmeler

İndirekt kompozit rezinlerin ışıkla polimerizasyon başladığında içeriğinde bulunan kamforakinon serbest radikaller oluşturmak üzere ayrışır ve polimerizasyonu başlatır. Bununla beraber yüksek çapraz bağlı polimer oluşur. Metakrilat grubunun % 25-50' sinin polimerize olmadan kaldığı görülür.²⁹ Bu sebeple sadece ışık kullanılması polimere dönüşümü yeterince sağlayamadığı için polimerizasyon için farklı çeşitli metotlar kullanılır.³⁰ Ekstraoral ek ışıkla polimerizasyonla bile polimere dönüşüm derecesi beklenen noktaya gelememiştir. Bu nedenle, ikinci nesil indirekt kompozitlerin polimerizasyonun istenene en yakın olması için ısı, vakum, basınç ve oksijensiz ortam gibi ekstra spesifik koşullar kullanılmıştır.³¹

Kullanılan ek polimerizasyon yöntemleri şöyledir;

a. Isı ile Polimerizasyon

İndirekt kompozitlerin polimerizasyonu için sıcaklık genellikle 120–140°C arasında kullanılır. Bu metotta önemli olan uygulanan sıcaklık

derecesinin kompozitin cama dönüşüm derecesinden yüksek olmasıdır. Cama dönüşüm ısı, polimerik malzemelerin temel ayırt edici özelliğidir. Maddenin camı özelliğini kaybedip visköz özellikler kazanmaya başladığı sıcaklık sınırıdır.³² Bu işlem polimer zincirinin hareketliliğini artırarak ekstra çapraz bağları azaltır ve böylece stres azalır.³³ Fakat fazla ısı uygulaması kompozitin yapısında bozunmaya neden olabilir. Isı, otoklavlarda, döküm fırınlarında ya da özel fırınlarda uygulanabilir.³⁴ Işıklı sertleşme sonrası ısı uygulaması artık monomer miktarını azaltır. Bunun iki sebebi vardır; birincisi artık monomer ısıyla beraber polimer bağına bağlanarak dönüşümü artırır. İkincisi ise tepkimeye girmeyen monomerler ısıyla birlikte buharlaşır.²⁶ Isı ve ışık kombinasyonu daha iyi bir çift bağ dönüşümü için gereken termal enerjiyi artırır. İlk defa bu uygulama Charisma®'nın geliştirilmesi sürecinde Heraeus-Kulzer firması tarafından kullanılmıştır. Yalnızca ışıkla polimerize etmeye kıyasla, hem ışık hem ısıyla polimerizasyon ile beraber aşınma direncinin %35 arttığı gözlemlenmiştir.³⁵

b. Nitrojen Atmosfer Polimerizasyon Yöntemi

Hava varlığı, oksijen barındırdığı için, polimerizasyonu engellediği gibi aynı zamanda kompozit restorasyonun translüensliği ve opaklığında önemli bir rol oynar, kompozitte oksijen sıkışmasına, restorasyonun yüzeyinden yansıyan doğal ışığın kırınımına sebep olur. İçerde kalmış tüm havanın çıkartılması restorasyonun daha translüent olmasını sağlar. Nitrojen basıncı tam da burada devreye girer, materyalin sertleşmesinden önce içinde kalan oksijeni ortadan kaldırır. Böylece materyalin, polimer dönüşüm derecesi, aşınma direnci artar ve materyal estetik beklentileri daha iyi karşılar. BelleGlass® ve Sculpture Plus® bu metodu nitrojen fanus içinde uygular.²²

c. Soft Start ya da Yavaş Polimerizasyon Yöntemi

Soft tedavi, yani daha yavaş bir ışık ile polimerizasyonun daha yüksek polimerizasyona yol açtığı fikrini Mehl³⁵ ortaya atmıştır. Polimerizasyonun daha hızlı olması yeni oluşan polimerlerin daha erken ve hızlı katılmasına neden olabilir. Bunun sonucunda rijidite artar ve moleküllerin yayılması engellenir. Soft start yöntemi polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşan stresi azaltır. Bu sistem hem BelleGlass® hem de Cristobal® rezinlerde de kullanılır.^{36,22}

d. Elektron Işın ile Polimerizasyon Yöntemi

Kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi için tercih edilen bir diğer metot elektron ışını uygulamasıdır.³⁷ Polietilen, polikarbonat ve polisülfon gibi polimerler için kullanılmaktadır.³⁸ Bir polimer elektron ışınlanmasına maruz kalınca ortaya zincir kırılması ya da zincir bağlanması olarak tanımlanan iki reaksiyon çıkar. Bu uygulama doldurucu ve matris arasındaki bağı güçlendirir. Dolayısıyla, mekanik özellikleri güçlenir ve restorasyonun klinik başarısı artar. Bu metodun mümkün olabilecek dezavantajları polimer bozulması ve kompozitteki renklenmedir. Rutinde kullanım için pahalı bir yöntemdir.²²

Fiber ile Güçlendirme

Smith tarafından 1960larda fiberle güçlendirilmiş kompozitler üretilmiştir. Bunlar; polietilen fiberler,³⁹ karbon grafitte fiberler, ve cam fiberlerdir.⁴⁰⁻⁴² Ancak cam ve polyethylene fiberler diş hekimliğinde daha sık kullanılır. Fiber varlığı çatlak ilerlemesini durdurarak kompozitin yapısını güçlendirir. Resin matris yapı fiberi sarar ve geometrik formunu düzenler.^{43,44} Fiberler, bir uçtan öteki uca paralel şekilde olduklarından tek yönlüdür (unidirectional). Buna alternatif olarak, fiberler farklı yönlerde, örgü ya da çark şeklinde de düzenlenebilir.⁴³ Fiberin uzun ekseninin fibere uygulanan kuvvete dik olması daha güçlü olacağı anlamına gelir.⁴⁵

Bir çok marka tarafından inley, onley, overley ve kron yapımında kullanılmak üzere farklı doldurucu içerikleri ve doldurucu oranlarıyla, farklı polimerizasyon teknikleri kullanılan çeşitli indirekt kompozitler üretilmiştir.

Artglass, Heraeus-Kulzer tarafından 1995'te sunulmuştur. %70 yoğunlukta, 0.7 µ'lük baryumsilikat ve koloidal silika doldurucular içerir. Organik matrisinde UDMA bulunur. Çift fonksiyonlu moleküllerin yanı

sıra daha çok çift-bağlı dönüşüm sağlayan iki ile dört arası fonksiyonel grup içerir.⁴⁶ Ksenon stroboskop ışığıyla polimerize edilir. UniXS, Heraeus/Kulzer. Bu sistem 320 ile 500 nanometre , 4.5 watt gücünde ışın gönderir. Yüksek yoğun ışık, 80 milisaniyelik bir karanlığın ardından 20 milisaniye boyunca gönderilir. Bu sayede, polimerize olan rezin moleküller dinlenir ve reaktif olmayan çift-bağlı karbon molekülleri tepkimeye hazır hâle gelir.⁴⁷ Bu işlem polimerizasyon derecesini artırır. Ayrıca akrilonitrit kopolimerin yani Kevloc , restoratif materyal ışık ile polimerizasyondan önce yüzeye uygulanarak metale bağlantı da sağlanabilir.²³

Belleglass HP, 1996'da Belle de St. Claire tarafından sunulmuştur. 0.6µ'lük silanlanmış mikrohibrit doldurucular içerir. Dentin ve mine olmak üzere kullanılacak formları vardır. Mine kompoziti %74 yoğunluk, %63 hacimde borosilikat cam doldurucular Dentin kompoziti %78,7 yoğunluk ve %65 hacimde baryum cam doldurucular içerir. Organik matrisinde mine kompozitinde BİSGMA dentin kompozitinde TEGDMA bulunur. Beş farklı tonda mine rengi içerir. Dentin kompoziti %78,7 yoğunluk ve %65 hacimde baryum cam doldurucular içerir. Mine olarak kullanılanında ise, geliştirilmiş optik özellikler sağlayan %74 yoğunluk, %63 hacimde borosilikat doldurucu bulunur. Dentin rezin matrisi BİSGMA iken mine için TEGDMA metakrilat diüretanı ve alifatik dimetakrilatın karışımıdır. İki farklı ışık ile polimerizasyon yöntemi vardır. Bu kademeli sistem tıpkı doğal dişlerde olduğu gibi gerilimlere dayanıklı daha opak dentin üzerine translüsent mineye olanak sağlar. Dentin kompozit, sıradan ışıkla, mine kompoziti ısıyla polimerize edilir. Polimerizasyon, 140°C ve 80psi bir fırında 20 dakika ısıtılmaya gerçekleşir. Ortam oksijensizdir ve nitrojen gazı basıncı mevcuttur.⁴⁷

Sinfony, 3M ESPE tarafından sunulmuştur. Ultra ince parçali cam veya cam-seramik doldurucular içerir. %40 ağırlıkta makrodoldurucu olarak, stronsiyum alimünyum borosilikat cam doldurucular içerir. Mikrodoldurucu olarak , % 5 ağırlıkta olarak oksihidrojen gazı alevinde üretilmiş, ana parçacık çapı 0.05µ'den az olan bir tür silikon dioksit amorf olan pirojenik silika kullanılır. Pirojenik silika makrodoldurucuların arasını doldurur. Matris ise çok fonksiyonlu metakrilat monomerleri içerir. Özel sistem, iki polimerizasyon biriminden oluşur. Visio alfa, Visio beta. Visio alfa' da, bir halojen lamba bulunur, Visio beta dört tane floresan tüp kullanır. 400-550 nm ile polimerize olur. Alfa kaynağında polimerizasyon modu 15 saniye iken beta kaynağının 40°C'de 15 dakikadır.^{48,49} Kullanılan diğer birim, iki metal halojen lamba içeren yüksek yoğunluğa sahip olan Hyper LII'dir. 250-600 nanometre arasında 150W 60 saniye uygulanır.⁵⁰ Bu materyalin iki farklı ışık kaynağıyla polimerizasyonu, mekanik özelliklerini güçlendirir.⁵¹

Targis, 1996'da Ivoclar Vivadent tarafından sunulmuştur. % 77 yoğunlukta trimodal ve 1µ boyutlu baryum cam doldurucular 0.25µ sferoidal silika doldurucular ve 0.015-0.05µ koloidal silika doldurucular bulunur. Matris ise konvensiyonel monomerler içerir. Targis, oksijen-inhibisyon tabakasının oluşumunu engellemek için gliserin jel Targis Gel ile kaplanır ve Targis Power Ivoclar Vivadent polimerizasyon cihazına yerleştirilir: İlk 10 dakika ışık emisyonu sağlanır, 25 dakikada sıcaklık 95°C ye yükselir ve 5 dakika soğumaya bırakılır.

SR Adoro, Ivoclar Vivadent tarafından sunulmuştur. % 63 ağırlıkta, kopolimer ve silikon dioksit dolurucular içerir.

Targis sürekli güncellenen bir sistemdir ve şu anki uygulama SR Adoro'dur. Dentin ve mine kompoziti bu sistemin ana malzemeleridir. Bu sistemin ekstra malzemeleri arasında; metal iskelete bağlanmak için SR bağlayıcı, bir astar maddesi, dentin materyali, boyalar, insizal kesici diş ve opaklaştırıcı bulunur. SR bağlayıcı, yüksek derecede hidrofobik bir alifatik hidrokarbon zinciri ve metakrilat işlevli bir fosforik ester içeren bir monomer içerir. Dentin matrisi, BİSGMA veya TEGDMA yerine UDMA ve yaklaşık %63 ağırlıktaki kopolimer doldurucu içerir. Kopolimerler, mikrodoldurucu içeren bir kompozitin yaklaşık 10-30µm'lik parçacıklara ayrılması ve sonrasında bunların inorganik mikrodoldurucularla birleşti-

rilmesiyle üretilir. Kopolimerler yüksek inorganik mikrodoldurucu homojen bir kompozit sağlar. Astar maddesi %49 ağırlıktaki baryum cam doldurucular içerir.

Solidex, Shofu tarafından sunulmuştur. %53 hacimli 1µ silikon dioksit ve inorganik alüminyum oksit doldurucular⁵² ve seramik mikrofilamentler içerir. Matris ise %25 yoğunlukta çok fonksiyonlu rezin polimerleri ve %22 konvensiyonel rezinler / polimerizasyon başlatıcılar içerir. Sistemde metal primerler, servikal, insizal, body, opak kompozitler veya translüsent tonlar mevcuttur. 4 halojen lambalı Solidilite sistemiyle 55°C sıcaklık ve 420-480 nanometre dalga boyunda ilave ışık polimerizasyonu yapılır. Sublit polimerizasyon sistemi, şekillendirme sırasında modelden restorasyonu kaldırmadan, ilk veya kısa polimerizasyonlar için dizayn edilmiştir.

Sculpture plus, Pentron tarafından sunulmuştur. Nano-hibrit bir indirekt kompozit sistemdir. Doldurucular baryum borosilikat cam gibi silanlanmış doldurucular, nano boyutlu silika, zirkonyum silikat, başlatıcı, hızlandırıcı, stabilize edici ve pigmentler içerir. Matris kısmı PCBİSGMA, EBPADMA, BİSGMA, UDMA ve HDDMA iki fonksiyonlu metakrilatlar içerir. Az miktarda A12O3 de içermektedir. Body, insizal, yarı opak, opak kompozitleri mevcuttur. Sculpture polimerizasyon sisteminde ışık hem polimerizasyonun öncesinde hem de polimerizasyon sırasında basınç altında otomatik uygulanır. İki polimerizasyon döngüsü, bir yapılandırma döngüsü ve bir de restorasyon tamamlandığındaki bir final döngüsünden oluşur. Nitrojen gazıyla sıkıştırılır ve otomatik olarak, 3 dakikalık yüksek yoğun ışık uygulaması sonrası takip edilen 5 dakikalık sıkıştırma dan oluşan toplamda 8 dakikalık bir uygulamadır.

Tescera ATL, Bisco INC tarafından sunulmuştur. Bu sistem diğer sistemlere kıyasla daha yüksek bir inorganik seramik mikrodoldurucu içerir.⁵³ Bu materyal hem kompozitlerin hem de porselenlerin avantajlarına sahiptir ve ikisinin de kısıtlılıklarını içermez. Doldurucular, organik matrise uygun bağlanması için silanlanmıştır. Mikrodoldurucuların konsantrasyonu arttıkça klinik performans da artmıştır. Eklenen 1µm'lik güçlendirme parçacıkları, çatlak önleyici olarak görev yapar. Dentin materyali %85 ağırlık, %73 hacimde yüksek doldurucu içeren bir hibrittir. Body ve insizal materyali güçlendirilmiş %70 ağırlıktaki mikrodoldurucudan oluşur. Bu kompozitin ortalama parçacık boyutu yaklaşık olarak 50 nanometredir. Bir ışık ve su altındaki bir ısı kabında polimerize edilir. Önde dentin kısmı, tabakalı yerleştirme sırasında boşluk ve kabarcıkları engellemek için ışık kabında 60psi sıkıştırılır. Işık kabında, ışığı ortama ve kompozit yüzeyine yansıtmaya ve dağıtmaya yardımcı beyaz bilyeler bulunur. Her tabaka 2 dakika boyunca ışıkla polimerize edilir. İkincil polimerizasyonları suya batırılmış ısı kabında gerçekleşir. Suda biriken artık oksijeni temizleyen bir sistemi mevcuttur. Final restorasyonu 10-13 dakika boyunca ışık ve ısıyla en yüksek 130°C olup basıncın salınmasından önce yaklaşık 90°C'ye düşer tam bir basınç 60psi döngüsü kullanılarak polimerize edilir.^{54,55}

Paradigm, MZ100 3M ESPE tarafından sunulmuştur. CEREC restorasyonları için porselen bloklara alternatiflerdir. Ultra ince zirkonya-silika doldurucu partiküller sol-gel işlemiyle, amorf silikada dağılmış nanoyapılı zirkonya oluşturur. %85 yoğunlukta ultra ince zirkonya-silika seramik doldurucu içerir. Yüksek çapraz bağlı polimer matrisi sağlamlaştırır. Matris BİSGMA, TEGDMA ve ternari başlatıcı sistemden oluşur. Doldurucu partiküller sferik şekillerdedir, ortalama boyutu 0.6 mikrometredir.

Vita ZetaLC, Vita Zahnfabrik tarafından sunulmuştur. Nano doldurucu partiküller yüksek translüsen ve doğal bir ışık kırılımı sağlar. % 44.3 konsantrasyonunda çok fazlı feldspat cam hamuru ve silikon dioksit doldurucular içerir. Dentacolor, ortalama 40°C ve 350-500 nm dalga boyunda, ilave ışık polimerizasyonu yapar.

İKİNCİ NESİL İNDİREKT KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİ

1. Mekanik Özellikler

İkinci nesil indirekt kompozitlerde ekstra polimerizasyon yöntemleri ve inorganik doldurucu oranının artması bükülme dayanıklılığını ve

elastisite katsayısını yükseltmiştir. Her ne kadar polimer dönüşüm derecesi artsa da, polimer dönüşüm derecesinin artması her zaman daha iyi mekanik özellikler sağlamaz çünkü rezin matris oranı, doldurucu partiküllerin büyüklüğü, dağılımı ve oranı gibi mekanik özellikleri etkileyen diğer bir çok faktör vardır.

Doldurucu oranı arttıkça kompozitin mekanik özelliklerinin geliştiğine dair birçok çalışma yapılmıştır. ^{56,57} Örneğin, Chung ve arkadaşları, doldurucu oranıyla kompozit rezinlerin çapsal çekme dayanımı ve sertliği arasında pozitif bir ilişki olduğunu gözlemlemişlerdir. ⁵⁸

Doldurucu oranının olduğu gibi, doldurucu içeriği de kompozitin mekanik özelliklerinde etkilidir. Doldurucu içeriği ile kompozitin sertliği arasındaki pozitif ilişkiye dair, Neves ve arkadaşları ⁵⁹ yaptıkları çalışmada, doldurucu içeriğinin sertlik değerini doğrudan etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, ikinci nesil kompozitler içerisinde daha düşük oranda inorganik içeriğe sahip indirekt rezin kompozitler örneğin, sırasıyla %50 ve %45-48, Sinfony®, Vita Zeta® daha düşük mekanik özellikler göstermişlerdir. ⁶⁰ Kompozitin sertliğini etkileyen bir diğer faktör polimerizasyon yöntemidir. Miranda ve arkadaşları yaptığı çalışmada doldurucu içeriği diğerlerinden daha az olmasına rağmen, Targis®'in mikrosertliğinin indirekt kompozitler arasında en yüksek olduğunu belirtmiştir. Bunun nedeninin, polimerizasyon yöntemi ile mikrosertlik arasındaki ilişki olabileceğini söylemişlerdir. ²²

Doldurucu boyutu, şekli ve matrise olan bağlantısı kompozit rezinlerin aşınma direncini etkiler. Örneğin doldurucuların matrise bağlanması için yapılan kimyasal işlemin zamanla oluşan aşınma miktarını azalttığı belirtilmiştir. ⁶ Doldurucu boyutu ve indirekt kompozit rezinlerin aşınmalarıyla ilgili Bayne ve arkadaşları yaptığı çalışmada Concept®'in aşınma oranının belleGlass®'tan daha az olduğunu göstermiştir. Bunun sebebinin Concept®'deki mikrofilli doldurucu kullanımı, küçük partikül boyutu ve doldurucu partiküller arası boşluk olabileceğini söylemişlerdir. BelleGlass® ise, Artglass® ve Targis®'ten daha düşük aşınma direnci göstermiştir, bunun sebebinin ise doldurucu hacmi olabileceği belirtilmiştir. ⁶²

İndirekt materyaldeki aşınmanın gözle görülür şekilde artması çapraz bağın oluşturan karbon zincirlerin kontrolünü sağlayan multifonksiyonel monomerlerin birleşmesine bağlanabilir. Bu durum fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanında aşınma direncinin de gelişmesine yardımcı olabilir. ⁴⁶ Aynı zamanda BISGMA konsantrasyonundaki bir değişikliğin de aşınma direncini geliştirebileceği bazı çalışmalarda belirtilmiştir. ²²

2. Optik Özellikler

İndirekt kompozit rezinlerin zamanla yüzeyinde oluşan bozulma ve sertleşme, kompozit rezin yapısında bulunan tersiyer aminlerin kimyasal reaksiyonları, doldurucu partiküllerin yüzeye olan hareketi sonucunda optik özelliklerinde değişme yani beklenmeyen bir renk stabilitesi gözlenir. ⁶³

Bu öngörülemeyen renk değişiminin sebebi, polimerizasyon şekli ve kalan çift bağ sayısı ile ilişkili olabilir. ²² Papadopoulos ve arkadaşları, indirekt kompozitlerle yaptıkları çalışmada hızlandırılmış yaşlandırma ve polimerizasyon sonra, indirekt kompozitlerin renginde açılma ve yeşil-sarı ya da yeşil-mavi renk değişimleri gözlemlemişlerdir fakat bu değişimlerin klinik olarak kabul edilebilir seviyede olduğunu söylemişlerdir. ⁶⁴

Yine renk değişimi ile ilgili Douglas indirekt kompozitlerde hızlandırılmış yaşlandırma ile yaptığı çalışmada Artglass, Zeta, Targis, Bellaglass HP hepsinin renk değişiminin kabul edilebilir sınırlarda olduğunu göstermiştir. Zeta, aralarında en az renklenmeyi gösterirken, Artglass ise ondan sonra gelmektedir. Targis ise yine kabul edilebilir sınırlarda olsa da, bu kompozitler arasında çalışmadaki en çok renklenen indirekt kompozit rezin olmuştur. ⁶⁵

Çulhaoğlu ve Zaimoğlu'nun renk değişimine dair çalışmasında, Douglas'ın sonuçlarına nazaran Bellaglass daha az renklenme göstermiştir. Bunun dışında değişen doldurucu partikül ve doldurucu oranıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada yeni nesil Targis SR Adoro örnekleri, Douglas'ın çalışmasındaki eski nesil Targis'e nazaran çok daha iyi renk stabilitesi göstermiştir. SR Adoro'nun içeriği bunu açıklamaktadır. SR Adoro'nun yapısındaki kopolimer küçük parçalara bölünmüş polimer-

ler daha parlak ve homojen bir yüzey sağlar bunun renklenmeyi azaltmış olabileceği söylenmiştir. Ayrıca UDMA monomeri kullanılmamıştır, bu da BISGMAVE TEGDMA aksine hidroksil grubu oluşturmadığı, su emilimi ve çözünürlüğü düşük olduğu için artan renk stabilizasyonu ile ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada, doldurucu oranının artmasıyla ve seramik doldurucular kullanılmasıyla renk stabilitesinin azaldığı belirtilmiştir. ⁶⁶

3. Marjinal Adaptasyon ve Mikrosızıntı

İndirekt kompozitlerin geliştirilme nedenlerinin başında, direkt kompozitlerde görülen polimerizasyon büzülmesini ve buna bağlı mikrosızıntıyı azaltmak gelir. İndirekt kompozitlerin sağladığını düşündüğümüz bu klinik avantajları değerlendirmek adına mikrosızıntı ve marjinal adaptasyon konusunda bir çok çalışma mevcuttur.

Örneğin Scheibenbogen ve arkadaşları, direkt ve indirekt kompozit restorasyonları kenar bütünlükleri açısından iki yıllık klinik değerlendirmeye tabii tutmuşlar, indirekt restorasyonlarda %60 alfa skoru, direkt restorasyonlarda ise %40 alfa skoru belirlemişlerdir. ⁶⁷ Yine buna benzer olarak Van Dijken ve arkadaşları ise direkt kompozit ve indirekt inley, onley restorasyonları 11 yıllık klinik değerlendirmeye almışlar, direkt kompozit restorasyonlarda kenar renklenmesi açısından %64 oranında, inley ve onley indirekt restorasyonlarda ise %93.2 oranında alfa skoru belirlemişlerdir. ⁶⁸

Şirin Karaarslan direkt ve indirekt kompozit restorasyonların bir yıllık klinik takibini yaptığı çalışmada, indirekt kompozit restorasyonların direkt kompozit restorasyonlara göre postoperatif hassasiyet, yumuşak doku sağlığı ve yüzey düzgünlüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar gösterdiğini bildirmiştir. ⁶⁹

Puy ve arkadaşları, indirekt kompozit rezin inleylerin marjinal adaptasyonunu invitro ortamda SEM görüntülerinden değerlendirmiş, onlar da diğer çalışmalarda olduğu gibi kenar adaptasyonu açısından mükemmel sonuç alındığını bildirmişlerdir. ⁷⁰

İndirekt kompozit restorasyonların direkt kompozit restorasyonlara nazaran önemli derecede az mikrosızıntı gösterdiğini ve marjinal uyumunun daha iyi olduğuna dair benzer sonuçlar veren bir çok çalışma mevcuttur. ⁷¹⁻⁷³

4. Yüzey Özellikleri

İndirekt kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ile artan plak birikimi sekonder çürük oluşumu ile sonuçlanır. Bu yüzden indirekt kompozit restorasyonlarda daha uzun klinik ömür için daha pürüzsüz yüzeyler ve iyi bir polisaj protokolü gerekir. Biofilm, plak birikmesi, iyi bitim yüzeylerine yani doldurucu boyutuna ve matris monomerine bağlıdır. Daha ağır ama küçük doldurucular daha pürüzsüz yüzeyler ortaya koyar ve bunun sonucu olarak da restorasyon yüzeyine daha az biofilm adezyonu gözlenir. Yüzey pürüzlülüğü 6-8 µ arasında değişir. Elmas macunla cilalama yapmak pürüzsüz bir yüzey oluşumuna yardımcı olur. Bakteri yapışmasına sebep olan bir diğer faktör de artık monomerlerin varlığıdır. Bu yüzden polisaj önem taşır. ⁷⁴

İndirekt kompozitlerin yüzey özellikleri dış yüzeyine bağlanmada da büyük rol oynar. Uygulanan yüzey pürüzlendirme işlemleri bağlanmayı direk etkiler. Pürüzlendirmede hidroflorik asit kullanımı, inorganik partiküllerin çözülmesiyle mikroyapısal bozulmalara sebep olur. ⁷⁵

Yüzey enerjisini artırmak için en iyi yöntem alüminyum oksit partiküllerile 10 saniye kumlama yapmaktır. ⁷⁶ Böylece rezin nonselektif degradasyona uğrar ve daha iyi adezyon gösterir. Bu konuda çalışan Soares'e göre kumlamanın ardından silan kullanımının daha iyi bağlanma sağladığını belirtmiştir. Genel itibarıyla indirekt kompozitlerin bileşenleri benzer olduğundan, tüm materyallerde kullanılacak yüzey işlemlerinin aynı olmasında bir sakınca yoktur. ⁷⁷

SONUÇ

Bu literatür derlemesi bize göstermiştir ki, klinikte tercih edebileceğimiz çok sayıda indirekt kompozit sistemi mevcuttur. Bu sistemler ilave polimerizasyon teknikleriyle geliştirilen mekanik ve estetik özellikleriyle seramik restorasyonlara alternatif oluştururlar.

indirekt kompozit restorasyonların fiziksel ve mekanik özelliklerini değerlendirmek için, uzun dönemde yapılmış klinik takip çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – S.C.K.; Tasarım – S.C.K., N.K., M.A.S; Denetleme – S.C.K.; Kaynaklar – S.C.K., N.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – S.C.K., M.A.S.; Analiz ve/veya Yorum – S.C.K., N.K., M.A.S.; Literatür Taraması –S.C.K., N.K; Makaleyi Yazan –S.C.K., N.K.; Eleştirel İnceleme – N.K..

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – S.C.K.; Design – S.C.K., N.K., M.A.S; Supervision – S.C.K.; Resources – S.C.K., N.K.; Data Collection and/or Processing – S.C.K., M.A.S.; Analysis and/or Interpretation – S.C.K., N.K., M.A.S.; Literature Search –S.C.K., N.K; Writing Manuscript – S.C.K., N.K.; Critical Review – N.K.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Küçükeşmen HC. Porselen inley-onleyler. *Türkiye Klinikleri. J Dent Sci.* 2011;2:22-28.
- el-Mowafy O. Management of extensive carious lesions in permanent molars of a child with nonmetallic bonded restorations-case report. *J Can Dent Assoc.* 2000; 66:302-307.
- Baratieri LN, Monteiro S, Correa M, Ritter AV. Posterior resin composite restorations: a new technique. *Quint Int.* 1996; 27:733-738.
- Aykor A., Tinaztepe N. Preference for Indirect Composite Resin Restorations. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics* 2015;13:87-94.
- Goldstein RE, Garber DA, Schwartz CG, Goldstein CE. Patient Maintenance of Esthetic Restorations. *J Am Dent Assoc.* 1992; 123:61-67.
- Arıkan S. Posterior kompozit restorasyonlar. *Cumhuriyet Üniv Dış Hek Fak Derg.* 2005; 8:63- 70.
- Karaarslan Şirin E., Ertaş E, Indirect Posterior Composite Resin Restorations: A Review. *Ondokuz Mayıs Univ Dis Hekim Fak Derg.* 2010; 103:116-124.
- Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963; 66:57-64 in Garcia AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano BA, Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral CirBucal.* 2006; 11:215-220.
- Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34:849-853.
- Tuncer D, Çelik Ç, Çehreli SB, Arhun N. Comparison of microleakage of a multi-mode adhesive system with contemporary adhesives in class II resin restorations. *J Adh Sci Tech.* 2014; 28:1288-1297.
- Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent.* 2014;3 9:71-82.
- Tantbirojn D, Pfeifer CS, Braga RR, Versluis A. Do low-shrink composites reduce polymerization shrinkage effects? *J Dent Res.* 2011; 90:596-601.
- Hickel R, Dasch R, Janda M, Tyas M, Anusavice K. New Direct Restorative Materials. *Int Dent J.* 1998; 48:3-16.
- Limly Bal T, Chakravarthy D, Padmaraj SN, et al. Indirect Resin Composite Restorations- A Narrative Review. *J Dent Res.* 2019; 5(1): 41.
- Mahalaxmi S. Material Used in Dentistry. *Wolters kluwer india Pvt Ltd,* 2013; 53.
- Dietschi D, Scampa U, Campanile G, et al. Marginal adaptation and seal of direct and indirect Class II composite resin restorations: an in vitro evaluation. *Quintessence Int.* 2017; 26(2): 127–138.
- Malmström H, Schlueter M, Roach T, Moss M.E. Effect of Thickness of Flowable Resins on Marginal Leakage in Class II Composite Restorations. *Oper Dent.* 2002; 27: 373-380.
- Roulet JF, Spreafico R. Esthetic posterior indirect restorations, Roulet JF, Wilson NHF, Fuzzi M., *Advances in Operative Dentistry,Contemporary Clinical Practice.* Quintessence Publishing Co., Inc., Illinois, s. 2001. p.165-190.
- Swift EJ, Sturdevant JR, Ritter AV. Class I and II indirect tooth-colored restorations, Roberson TM,Heymann HO, Swift EJ, editors. *Sturdevant's Artand Science of Operative Dentistry.* 5st ed., St. Louis: Mosby-Year Book.Inc, 2006. p.603-622.
- Wassell RW, Walls AW, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations:5-year follow-up. *J Dent.* 2000; 28:375-382.
- Touati B, Pissis P. Bonded inlays of composite resins. *Cah Prothese.* 1984; 12 (48): 29-59.
- Nandini S. Indirect resin composites . *J Conserv Dent.* 2010; 13 4 : 184–94.
- Peutzfeldt A. Indirect Resin and Ceramic Systems. *Oper Dent.* 2001;200:1153-1176.
- Asmussen E, Peutzfeldt A. The effect of secondary curing of resin composites on the adherence of resin cement. *J Adhesive Dent.* 2000; 2:315-318.
- Mazumdar P, Das UK and Majumdar N. Degree of conversion of indirect composite resin under Fourier transformation infrared spectroscopy . An in vitro study. *Int J Adv Case Reports.* 2015; 2(23): 1410–1417.
- Bagis YH, Rueggeberg FA. The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. *Dent Mater.* 2000; 16:244-247.
- Wendt SL. The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins. 2. Wear, hardness, color stability. *Quintessence Int.* 1987; 18:351-356.
- Miara P. Aesthetic guidelines for second-generation inlays and onlay composite restorations. *Prac Periodont Aesthet Dent.* 1998; 10:423-431.
- Asmussen E. Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Scandinavian J Dent Res.* 1982; 90:490-496.
- Burke FJ, Watts DC, Wilson NH, Wilson MA. Current status and rationale for composite inlays and onlays. *Br Dent J.* 1991; 70:s269-273.
- Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: Properties and fractography. *Dent Mater.* 1992; 8:290-295.
- Eldiwany M, Powers JM, George LA. Mechanical properties of direct and post-cured composites. *Am J Dent.* 1993; 6:222-224.
- Viljanen EK, Skrifvars M, Vallittu PK. Dendritic copolymers and particulate filler composites for dental applications: Degree of conversion and thermal properties. *Dent Mater.* 2007; 23:1420-1427.
- Santana IL, Lodovici E, Matos JR, Medeiros IS, Miyazaki CL, Rodrigues-Filho LE. Effect of Experimental Heat Treatment on Mechanical Properties of Resin Composites. *Braz Dent J.* 2009; 20:205-210.

35. Mehl A, Hickel R and Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without softstart-polymerization. *J Dent*. 2017; 25(3–4): 321–330.
36. Soares LES, Liporoni PCS, Martin AA. The Effect of Soft-start Polymerization by Second Generation LEDs on the Degree of Conversion of Resin Composite. *Oper Dent*. 2007; 32: 160–165.
37. Behr M, Rosentritt M, Faltermeier A, Handel G. Electron beam irradiation of dental composites. *Dent Mater*. 2005;21:804-810.
38. Greer RW, Wilkes GL. Apparent reversal of physical aging by electron beam irradiation-further investigations. *Polymer*. 1998; 39:4205-4210.
39. Ladizesky NH, Ho CF, Chow TW. Reinforcement of complete denture bases with continuous high performance polyethylene fibers. *J Prosthet Dent Cited*. 2017; 68(6): 934–939.
40. Meiers JC and Freilich MA. Conservative anterior tooth replacement using fiber-reinforced composite. *Oper Dent*. 2017; 25(3): 239–243.
41. Imai T, Yamagata S, Watari F, et al. Temperature-dependence of the mechanical properties of FRP orthodontic wire. *Dent Mater J*. 2017; 18(2): 167–165.
42. Vallittu PK. A review of fiber-reinforced denture base resins. *J Prosthodont*. 2017; 5(4): 270–276.
43. Butterworth C, Ellawaka AE, Shortall A. Fibre reinforced composites in restorative dentistry. *Dent Update* 2003; 30:300-6.
44. Van Heumen, C. C. M., Kreulen, C. M., Bronkhorst, E. M., Lesaffre, E., & Creugers, N. H. J. Fiber-reinforced dental composites in beam testing. *Dental Materials*. 2008; 24:1435–1443.
45. Turkaslan S, Tezvergil-Mutluay A, Bagis B, Pekka K, Vallittu PK, Lassila VJ. Effect of fiber-reinforced composites on the failure load and failure mode of composite veneers. *Dent Mater*. 2009; 28:530-6. 2008; 24:1435-1443.
46. Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc*. 1997; 128:573-581.
47. Terry DA, Touati B. Clinical considerations for aesthetic laboratory fabricated inlays/ onlay restoration a review. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2001; 13:51-58.
48. Kakaboura A, Rahiotis C, Zinelis S, Al-Dhamadi YA, Silikas N, Watts DC. In vitro characterization of two lab- processed resin composites. *Dent Mater*. 2003; 19:93-98.
49. Gohring TN, Gallo Luthy H. Effect of water storage, thermocycling, the incorporation and site of placement of glass fibres on the flexural strength of veneering composites. *Dent Mater*. 2005; 21:761-772.
50. Matsumura H, Tanoue N, Atsuta M, Kitasawa S. A metal halide light source for laboratory curing of prosthetic composite materials. *J Dent Res*. 1997; 76:688-693.
51. Satsukawa H, Koizumi H, Tanoue N, Nemoto M, Ogino T, Matsumura H. Properties of an IRC material polymerized with two different laboratory polymerizing systems. *Dent Mater*. 2005; 24:377-381.
52. Klymus ME, Shinkai RS, Mota EG, Oshima HM, Spohr AM, Burnett Jr LH. Influence of the mechanical properties of composites for indirect dental restorations on pattern failure. *Stomatologija* 2007; 9:56-60.
53. Suh BI. New concepts and technology for processing of IRCs. *Compend Contin Educ Dent*. 2003; 24:40-42.
54. Terry DA, Leinfelder K. Preservation, conservation, and restoration of posterior tooth structure with advanced biomaterials. *Contemp Esthet Restor Pract*. 2004; 46-61.
55. Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent* 2000; 83:166-70.
56. Da Fonte Porto Carreiro A, Dos Santos Cruz CA, Vergani CE. Hardness and compressive strength of IRC resins: Effects of immersion in distilled water. *J Oral Rehabil*. 2004; 31:1085-1089.
57. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties of new composite restorative materials. *J Biomed Mater Res*. 2000; 53:353-361.
58. Chung KH. The Relationship between Composition and Properties of Posterior Resin Composites. *J Dent Res*. 2017; 69(3): 852–856.
59. Neves AD, Discacciati JAC, Oréfice RL, et al. Correlation between degree of conversion, microhardness and inorganic content in composites. *Pesqui Odontol Bras*. 2017;16(4): 349–354.
60. Borba M, Bon AD, Cecchetti D. Flexural strength and hardness of direct and IRC. *Braz Oral Res*. 2009; 23:5-10.
61. Condon JD, Ferracane JL. In vitro wear of composite with varied filler level, and filler treatment. *J Dent Res*. 1997; 76:1095-1411.
62. Bayne SC, Taylor DF, Heymann HO. Protection hypothesis for composite wear. *Dent Mater*. 1992; 8:305-309.
63. O'Brien WJ. Color and appearance. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd ed. Chicago: Quintessence Pub:1997 p:25-9.
64. Papadopoulou T, Sarafianou A, Hatzikyriakos A. Colour Stability of Veneering Composites after Accelerated Aging. *Eur J Dent* 2010; 4:137-42.
65. Douglas RD. Color stability of indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent*. 2000; 83 :166-170.
66. Çulhaoğlu K, Zaimoğlu A. Yeni Jenerasyon İndirekt Kompozitlerin Renk Stabilitelerinin IPS Empress Seramik Sistemi ile Karşılaştırılarak İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Dental Sci*. 2011; 17: 133-139.
67. Scheibenbogen A, Manhart J, Kunzelmann KH, Kramers L, Benz C, Hickel R. Two-year clinical evaluation of composite fillings and inlays in posterior teeth. *J Prosthet Dent*. 1999; 82:391-397.
68. Van Dijken JWV. Direct composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent*. 2000; 28:299-306.
69. Karaarslan E. Arka grup dişlerde yapılan direkt ve indirekt kompozit dolguların bir yıllık klinik takibi. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 2008.
70. Puy MCL, Navarro LF, Llacer VCF, Ferrandez A. Composite resin inlays: A study of marginal adaptation. *Quint Int*. 1993; 24:429-33.
71. Robinson PB, Moore BK, Swartz ML. Comparison of microleakage in direct and indirect composite resin restorations in vitro. *Oper Dent*. 1987; 12:113-116.
72. Fruits TJ, Knapp JA, Khajotia SS. Microleakage in the proximal walls of direct and indirect posterior resin slot restorations. *Oper Dent*. 2006; 31:719-727.
73. İlday, A, Urvasızoğlu, A, Seven, P. İndirekt Kompozit İnyer Restorasyonlar İle Direkt Kompozit Restorasyonların Mikrosızıntı Yönünden Karşılaştırılması. *Atatürk Üniv Dış Hek Fak Derg*. 2009; 2: 76-84.
74. Ikeda M, Matin K, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Effect of surface characteristics on adherence of S. Mutans Biofilms to IRC. *Dent Mater*. 2007; 26:915-923.
75. Lucena-Martín C, González-López S and Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent*. 2017; 86(5): 481–488.
76. Soares CJ, Soares P V, Pereira JC, Fonseca RB. Surface Treatment Protocols in the Cementation Process of Ceramic and Laboratory-Processed Composite Restorations: A Literature Review. *J Esth Restorat Dent*. 2005; 17(4): 224–235.
77. Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT, Martins LR, Paulillo LA. Effect of surface treatments of laboratory fabricated composites on the microtensile bondstrength to a luting resin cement. *J Appl Oal Sci*. 2004; 12:45-50.