

RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİ

ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE DEĞERLENDİRMELER



EDİTÖR

Doç. Dr. Yasemin YAVUZ

ARALIK 2025

YAYLIK 3032

gece
kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Yaşar Hız
Yayına Hazırlayan / Gece Kitaplığı

Birinci Basım / Aralık 2025 - Ankara
ISBN / 978-625-388-989-0

© copyright

Bu kitabın tüm yayın hakları Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı

Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak
Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA
0312 384 80 40
www.gecekitapligi.com / gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt

Bizim Büro
Sertifika No: 42488

**RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİ
ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE
DEĞERLENDİRMELER**

ARALIK 2025

EDİTÖR

Doç. Dr. Yasemin YAVUZ

gece
kitaplığı

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

DİŞ HEKİMLİĞİNDE CAD/CAM TEKNOLOJİSİ: TEMELLER, MATERYALLER, UYGULAMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Ahmet Yasin İREN 7

BÖLÜM 2

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN RENK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Ezgi TÜRKOĞLU TARI 15

BÖLÜM 3

DİŞ HEKİMLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN TRİGEMİNAL NEVRALJİ: AYIRICI TANI VE TEDAVİ YÖNETİMİ

Yasemin ÖZDEN 35

BÖLÜM 4

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN REZİN KOMPOZİTLERDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE SINGLE SHADE REZİN KOMPOZİTLER

Ahmet Yasin İREN 49

BÖLÜM 5

PERSİSTAN OROFASİYAL AĞRIDA PSİKOLOJİK FAKTÖRLER VE BİYOPSİKOSOSYAL YAKLAŞIM

Safiye Pelin TÜRKYILMAZ 61

BÖLÜM 1

DİŞ HEKİMLİĞİNDE CAD/CAM TEKNOLOJİSİ: TEMELLER, MATERYALLER, UYGULAMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Ahmet Yasin İREN¹

¹ Arş. Gör., Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ahmtirenn@gmail.com, 0009-0006-9366-6769

1. Giriş

Dijital teknolojilerin diş hekimliğinde hızla gelişmesi, restoratif ve protetik tedavi süreçlerinde köklü bir dönüşüm yaratmış; geleneksel ölçü alma, mum modelaj ve laboratuvar temelli üretim yöntemlerinin yerini giderek daha sık dijital protokoller almaya başlamıştır. Bu dönüşümün merkezinde CAD/CAM teknolojisi yer almakta olup, klinisyenlere restorasyonları dijital ortamda tasarlama, analiz etme ve yüksek hassasiyetle üretme olanağı sunmaktadır. CAD/CAM, ölçü alma aşamasından üretime kadar süreçlerin standardizasyonunu sağlayarak insan kaynaklı hataları azaltmış, estetik ve fonksiyonel sonuçların öngörülebilirliğini artırmış, aynı zamanda tedavi süresini önemli ölçüde kısaltmıştır (Beuer vd., 2008; Davidowitz & Kotick, 2011).

CAD/CAM teknolojisinin gelişimi, yalnızca bir üretim tekniği olmanın ötesine geçmiş; yapay zekâ destekli tasarım, oklüzyon analizleri, dijital simülasyonlar, yüzey ve materyal optimizasyonu gibi kapsamlı dijital iş akışlarının önemli bir bileşeni hâline gelmiştir. Bununla birlikte zirkonya, lityum disilikat, hibrit seramikler ve yüksek performanslı polimerlerin (ör. PEEK) geliştirilmesi, CAD/CAM temelli restorasyonların hem estetik hem de biyomekanik açıdan daha başarılı olmasını sağlamıştır (Zarone vd., 2019). Tüm bu gelişmeler, dijital diş hekimliğini modern klinik pratiğin vazgeçilmez bir unsuru hâline getirmiştir.

2. CAD/CAM Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

CAD/CAM'in diş hekimliğine entegrasyonu 1980'lerde CEREC sistemlerinin geliştirilmesiyle başlamıştır. Bu erken dönem sistemler, görüntüleme teknolojilerinin sınırlılığı ve yazılım algoritmalarının yetersizliği nedeniyle yalnızca basit restorasyonların üretimine imkân tanıyordu. Ancak yine de CAD/CAM'in klinik kullanımına yönelik önemli bir başlangıç niteliği taşımaktaydı (Mörmann, 2006).

1990'larda zirkonya altyapıların frezelenebilir hale gelmesiyle birlikte CAD/CAM sistemleri sabit protezlerde yaygınlaşmıştır. Zirkonyanın yüksek mekanik dayanımı, biyouyumluluğu ve çatlak ilerlemesini önleyen transformasyon dayanımı, bu materyalin CAD/CAM restorasyonlar için ideal hâle gelmesini sağlamıştır (Tysowsky, 2009).

2000'li yıllar ise tarayıcı teknolojilerinin, sensör çözünürlüğünün ve dijital tasarım yazılımlarının gelişmesi nedeniyle CAD/CAM'in hızlı bir yükselişe geçtiği dönemdir. Bu süreçte hem klinik hem de laboratuvar tarayıcıları yaygınlaşmış; tarama doğruluğu artmış ve sanal modellerin güvenilirliği konvansiyonel ölçülerle yarışır hâle gelmiştir (Miyazaki vd., 2009).

Son on yılda ise CAD/CAM, 3D baskı, fotogrametri, yapay zekâ destekli tasarım, bulut tabanlı veri yönetimi, oklüzyon simülasyonu ve dinamik artikülasyon analizleri ile birleşerek çok katmanlı bir dijital ekosistemin temel bileşeni hâline gelmiştir (Blatz & Conejo, 2019; Uzun, 2008).

Bu teknolojik ilerlemeler, CAD/CAM'i yalnızca modern bir üretim tekniği değil, aynı zamanda geleceğin diş hekimliğini şekillendiren dijital bir platform hâline getirmiştir.

3. CAD/CAM Sistemlerinin Yapısı ve Bileşenleri

3.1. Dijital Veri Elde Etme

CAD/CAM iş akışının ilk ve en kritik aşaması dijital ölçü alma işlemidir. Intraoral tarayıcılar, yüksek çözünürlüklü optik sistemler kullanarak diş ve çevre dokuların üç boyutlu görüntüsünü oluşturur. Modern tarayıcılar; konfokal görüntüleme, faz kaydırma, yapılandırılmış ışık veya lazer temelli teknolojilerle çalışmakta olup, doğrulukları kullanılan sensör kalitesi, optik sistem, tarama stratejisi ve operatör deneyimi gibi faktörlere bağlıdır (Chiu vd., 2020).

Çoklu implant vakalarında bile tarayıcıların doğruluk performansının yüksek olduğu çeşitli çalışmalarla doğrulanmıştır (Natsubori vd., 2022). Dijital ölçülerin geleneksel ölçülere kıyasla daha hızlı, daha konforlu ve daha tekrarlanabilir olması klinik uygulamalarda önemli avantaj sağlamaktadır.

3.2. CAD Aşaması: Dijital Tasarım

CAD yazılımları restorasyon tasarımının dijital ortamda gerçekleştirilmesini sağlar. Bu yazılımlar anatomik referansları analiz eder, oklüzyon ilişkilerini değerlendirir ve marjinal uyumu optimize eder. Yapay zekâ destekli yeni nesil CAD modülleri, restorasyonun otomatik morfoloji oluşturulmasına, dinamik oklüzyonun simülasyonuna ve materyal optimizasyonuna imkân tanımaktadır (Gorripati & Godbole Dubey, 2024).

3.3. CAM Aşaması: Dijital Üretim

CAM aşaması iki temel yaklaşım içerir: frezelenme (substraktif üretim) ve 3D baskı (additif üretim). Frezeleme, endüstriyel bloklardan materyalin aşındırılarak çıkarılması ile yapılır ve özellikle zirkonya, lityum disilikat ve hibrit seramik restorasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Belli vd., 2017).

Additif üretim ise 3D baskı teknolojileri sayesinde katmanlı üretim prensibine dayanır. Son yıllarda 3D baskı temelli üretimin kullanım alanı hızla genişlemektedir (Suganna vd., 2022).

4. CAD/CAM Materyalleri

CAD/CAM sistemlerinde kullanılan materyaller hem üretim yöntemine uyumluluk hem de klinik performans açısından büyük önem taşır. Endüstriyel olarak üretilen bu blok veya baskı materyalleri, kontrollü üretim koşulları sayesinde daha homojen, daha dayanıklı ve mikro yapısal olarak daha kararlı bir yapı sunar. Bu durum, restorasyonların uzun dönem başarısına doğrudan katkıda bulunur. Günümüzde CAD/CAM için kullanılan materyaller seramik esaslı, hibrit yapılı, polimer esaslı veya yüksek performanslı polimer sınıflarında değerlendirilmekte olup, her biri belirli endikasyonlarda avantaj ve sınırlılıklar taşımaktadır.

4.1. Lityum Disilikat Cam Seramikler

Lityum disilikat seramikler, yüksek translusensiteleri, doğal mine dokusuna yakın ışık geçirgenlikleri ve estetik özellikleri nedeniyle özellikle anterior bölgede tercih edilen restorasyon materyallerindendir. Kristalizasyon süreci tamamlandığında 400 MPa civarında eğilme dayanımı sunmaları klinik kullanım için oldukça yeterlidir (Tysowsky, 2009).

CAD/CAM blokların endüstriyel olarak optimum ısı ve basınç altında hazırlanması, geleneksel pres seramiklere kıyasla daha homojen bir mikro yapı sağlar ve çatlak oluşum riskini azaltır. Ayrıca lityum disilikat materyallerin minimal preparasyon gerektirmesi, konservatif diş hekimliği yaklaşımına oldukça uygundur. Adeziv simantasyonla birlikte marjinal bütünlük ve uzun dönem renk stabilitesi klinik başarıyı artırmaktadır. Yeni nesil lityum disilikat materyallerde opasite-translusesite seçeneklerinin genişlemesi hem anterior hem posterior bölgelerde daha bireyselleştirilmiş restorasyon yapılmasına olanak vermektedir.

4.2. Zirkonya

Zirkonya, CAD/CAM restorasyonlarda en yüksek mekanik dayanımı sunan materyallerden biridir. 900–1200 MPa’ın üzerinde eğilme direnci göstermesi, özellikle posterior bölgede ve implant üstü restorasyonlarda güvenli kullanım sağlar (Zarone vd., 2019). Transformasyon dayanımı sağlayan tetragonal kristal faz, zirkonyanın çatlak ilerlemesine karşı kendiliğinden direnç göstermesine olanak tanır.

Yeni nesil yüksek translusent zirkonyalar estetik beklentileri artırmak için daha düşük alumina içeriği ve daha büyük kristal boyutları ile üretilmekte olup, bu durum translusesiteyi artırırken dayanımı bir miktar düşürmektedir. Ayrıca çok katmanlı (multilayer) zirkonya blokların geliştirilmesi, mine-dentin benzeri renk geçişlerini mümkün kılmakta ve monolitik restorasyonlarda doğal bir estetik sunmaktadır. Zirkonyanın CAD/CAM frezeleme ile işlenmesi yüksek doğruluk sağlasa da sinterleme süresi ve büzülme oranları restorasyon tasarımında dikkatle yönetilmelidir.

4.3. Hibrit Seramikler ve Rezin-Matris Seramikler

Hibrit seramikler, seramik faz ile polimer fazı bir araya getirerek hem kırılabilirliği azaltır hem de frezelenabilirliği kolaylaştırır. Bu materyallerde seramik ağ, mekanik dayanımı artırırken; polimer matris elastikiyet kazandırarak çiğneme kuvvetlerine karşı daha esnek bir davranış sergiler. Bu özellik hibrit materyalleri özellikle inley, onley ve küçük restorasyonlarda popüler hâle getirmiştir.

Rezin-matris seramikler ise CAD/CAM işlemi sırasında frezeyle daha az direnç gösterdikleri için hızlı üretime uygun olup, marjinal bütünlük açısından oldukça başarılı sonuçlar vermektedir (De Kuyper vd., 2019). Optik özellik açısından kompozit rezinlere göre daha stabil, seramiklere göre daha opaklardır. Aşınma dayanımları tam seramiklerden düşük olsa da antagonist diş aşınmasını azaltmaları önemli klinik avantajlardan biridir.

4.4. PMMA ve CAD/CAM Geçici Restorasyon Blokları

Endüstriyel PMMA blokları, konvansiyonel akriliklerden çok daha yüksek polimerizasyon derecesine ulaşır ve bu sayede artık monomer oranı belirgin şekilde düşer; bu durum hem biyouyumluluk hem renk stabilitesi açısından büyük avantaj sağlar (Ayman, 2017; Bilgin vd., 2015).

CAD/CAM PMMA materyalleri; uzun süreli geçici restorasyon, implant üstü geçici protezler, mock-up ve değerlendirme fazında sıklıkla kullanılmaktadır. Homojen yapıları sayesinde fraktür direnci konvansiyonel akriliğe göre daha yüksektir. Estetik açıdan çok katmanlı PMMA bloklarının piyasaya çıkması, geçici restorasyonlarda doğal diş görünümüne oldukça yakın sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.

Bazı yeni PMMA türevleri fiber takviyeli olarak üretilmekte olup, özellikle uzun köprü boşluklarında dahi etkili dayanım göstermektedir.

4.5. PEEK ve Yüksek Performanslı Polimerler

PEEK (polyether-ether-ketone), yüksek mekanik dayanımı, kemik ile benzer elastik modülü (3–4 GPa) ve üstün biyouyumluluğu ile CAD/CAM sistemlerinde giderek daha fazla kullanılan yüksek performanslı bir polimerdir. Metal alerjisi olan veya metal-free restorasyon tercih eden hastalarda bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Aher vd., 2024).

PEEK'in hafif olması, düşük plak retansiyonu göstermesi ve esnek davranışı sayesinde çiğneme kuvvetlerini daha fizyolojik şekilde iletmesi önemli klinik avantajlardır. Ayrıca kırılmaya karşı oldukça dirençli olup uzun dönem kullanımda deformasyon oluşturmaz. Ancak yüzey enerjisinin düşük olması nedeniyle adeziv bağlanma protokolleri doğru şekilde uygulanmalıdır.

PEEK protezlerin CAD/CAM ile üretimi hem sabit hem hareketli protezlerde giderek yaygınlaşmaktadır; ayrıca implant üstü bar, teleskopik kron ve çerçeve tasarımlarında da kullanılmaktadır.

4.6. 3D Baskı Rezinleri ve 3D Baskı Teknolojileri

Dijital diş hekimliğinde 3D baskı teknolojilerinin hızlı gelişimi, CAD/CAM sistemlerinin kullanım alanlarını önemli ölçüde genişleterek restoratif, protetik, cerrahi ve ortodontik uygulamalarda yüksek hassasiyetli, ekonomik ve kişiselleştirilmiş üretim süreçlerini mümkün kılmıştır. Additif üretim prensibi ile çalışan 3D baskı sistemleri arasında özellikle fotopolimerizasyon temelli yöntemler—stereolitografi (SLA), dijital ışık işleme (DLP) ve LCD tabanlı baskı teknolojileri—dental uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir. SLA sistemlerinde lazer ışınının reçine yüzeyini nokta nokta tarayarak katmanları oluşturmaya yüksek yüzey kalitesi sağlarken, DLP sistemleri tek seferde tüm katmanı polimerize ederek daha hızlı ve yüksek çözünürlüklü üretim sunmakta, bu nedenle klinik geçici restorasyon üretiminde giderek yaygınlaşmaktadır (Shannon vd., 2022). Bunun yanında selektif lazer sinterleme (SLS) gibi toz esaslı sistemler, destek yapısı gerektirmeksizin karmaşık geometrilerin üretimine olanak tanıması nedeniyle cerrahi kılavuzlar ve özel tasarım modellerde sıklıkla kullanılmaktadır (Miyazaki & Hotta, 2011). Son yıllarda reçine kimyasındaki ilerlemelerle birlikte zirkonya nanopartikülleri, bor nitrür nanosheetleri veya seramik mikro-partiküller ile güçlendirilmiş hibrit baskı materyalleri geliştirilmiş; bu sayede geçici kron–köprüler, splintler, protez kaideleri ve night guard'ların dayanıklılığı önemli ölçüde artmıştır (Yu vd., 2023; Alshaikh vd., 2022). 3D baskı PMMA materyallerinin düşük artık monomer içeriği ve yüksek polimerizasyon derecesi biyouyumluluğu artırmış, bu da geçici restorasyonlarda daha uzun süreli kullanım olanağı sunmuştur (Ayman, 2017). Klinik uygulama alanları arasında tanısal modeller, aligner üretimi, cerrahi kılavuzlar, geçici restorasyonlar ve splintler yer almakta olup, DLP tabanlı sistemlerle üretilen geçici restorasyonların ağız içinde 12 aya kadar güvenli şekilde kullanılabildiği bildirilmiştir (Eskitaşçıoğlu, 2022; Mondelli vd., 2022). Avantajlarına rağmen baskı sonrası işlemlerin doğru uygulanmaması mekanik özellikleri olumsuz etkileyebilmekte; bu nedenle yıkama, kurutma ve post-cure basamakları kritik önem taşımaktadır. Güncel çalışmalar, tam yoğunluklu zirkonya baskılar, renk geçişli çok katmanlı baskılar ve yapay zekâ destekli otomatik baskı planlama yazılımları ile 3D baskının yakın gelecekte konvansiyonel CAD/CAM frezeleme teknolojilerine güçlü bir alternatif olacağını göstermektedir (Valenti vd., 2024; Suganna vd., 2022).

5. Sonuç:

CAD/CAM teknolojisi, dijital diş hekimliğinin gelişmesiyle birlikte modern restoratif ve protetik tedavilerin temelini oluşturan çok yönlü bir dijital ekosisteme dönüşmüştür. Dijital ölçü alma, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar kontrollü üretim süreçlerinin entegrasyonu sayesinde ölçü deformasyonları, manuel laboratuvar hataları ve zaman kaybı gibi geleneksel yöntemlere özgü sınırlılıklar önemli ölçüde ortadan kalkmıştır (Beuer vd., 2008; Davidowitz & Kotick, 2011). Endüstriyel olarak üretilen CAD/CAM materyallerinin—özellikle lityum disilikat, zirkonya, hibrit seramikler, PMMA ve PEEK—yüksek mikro yapısal homojenliği ve kontrollü üretim koşulları, restorasyonların fiziksel dayanımını ve estetik kalitesini belirgin şekilde artırmaktadır (Tysowsky, 2009; Zarone vd., 2019; Ayman, 2017; Aher vd., 2024).

İntraoral tarayıcı teknolojilerinin doğruluk ve hız açısından gelişmesi, dijital ölçünün klinik uygulamalarda güvenilir bir seçenek hâline gelmesine katkıda bulunmuştur. Modern tarayıcıların çoklu implant vakalarında bile yüksek doğruluk sunması, tam ark restorasyonlarda dahi dijital iş akışının kullanılmasını mümkün kılmıştır (Chiu vd., 2020; Natsubori vd., 2022). Yapay zekâ destekli CAD yazılımlarının anatomik morfoloji üretimi, oklüzal temas analizi ve restorasyon optimizasyonu gibi alanlarda gelişmesi, dijital tasarımı hem daha kolay hem daha öngörülebilir hâle getirmiştir (Gorripati & Godbole Dubey, 2024).

Son yıllarda öne çıkan 3D baskı teknolojileri ise CAD/CAM sistemlerinde yeni bir dönemi başlatmıştır. Zirkonya nanopartikülleri veya bor nitrür nanosheetleri ile güçlendirilmiş reçineler sayesinde 3D baskı materyallerinin mekanik ve yüzey özellikleri belirgin şekilde iyileşmiş, geçici restorasyonlar, cerrahi kılavuzlar, splintler ve protez kaideleri üretiminde yaygın kullanım alanı bulmuştur (Yu vd., 2023; Alshaikh vd., 2022). DLP tabanlı baskı sistemleri ile üretilen geçici restorasyonların 12 aya kadar ağız içinde kullanılabilmesi, bu teknolojinin klinik uygulanabilirliğini güçlendiren önemli bulgulardan biridir (Eskitaşçıoğlu, 2022; Mondelli vd., 2022). Tüm bu gelişmeler, 3D baskının yakın gelecekte kalıcı restorasyon üretiminde bile güçlü bir alternatif hâline gelebileceğini göstermektedir (Valenti vd., 2024; Suganna vd., 2022).

CAD/CAM'in sunduğu avantajlara rağmen maliyet, cihaz eğitim gereksinimleri, sinterleme sonrası büzülme kontrolü, yüzey hazırlığı protokollerinin hassasiyeti ve baskı sonrası işlemlerin doğruluğu gibi bazı sınırlılıklar hâlen önemini korumaktadır. Ancak teknoloji her yıl daha erişilebilir ve daha hızlı hâle gelmekte; yazılım–donanım entegrasyonları daha optimize bir yapıya kavuşmaktadır. Bu gelişim hızına bakıldığında CAD/CAM sistemlerinin gelecekte klinik prosedürlerin çok daha büyük bir bölümünü kapsayacağı öngörülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde CAD/CAM teknolojisi; estetik restorasyonlardan implant üstü protezlere, sabit ve hareketli protez tasarımlarından dijital ortodontiye, cerrahi kılavuzlardan geçici restorasyonlara kadar geniş bir spektrumda diş hekimliğinin standartlarını yeniden tanımlamaktadır. Materyal bilimi, üretim teknolojileri, fotogrametri ve yapay zekâ gibi alanlarla bütünleşen bu teknolojinin, dijital diş hekimliğinin geleceğini şekillendirmeye devam edeceği açıktır. Bu nedenle klinisyen ve öğrencilerin dijital iş akışlarına hâkim olması, CAD/CAM materyal ve sistemlerindeki yenilikleri yakından takip etmesi ve bilgi birikimlerini sürekli güncellemeleri, modern diş hekimliği uygulamalarında başarı ve verimlilik açısından kritik önem taşımaktadır.

Kaynakça:

- Aher, S. V., Fulari, D., Adaki, R., Huddar, D., Dhole, R., Badadare, M., & Sahare, P. (2024). A comparative evaluation of fracture resistance of tooth restoration complex restored with PEEK and lithium disilicate endo-crowns. *Journal of Prosthodontics*, 33, 670–676.
- Alshaikh, A. A., Khattar, A., Almindil, I. A., Alsaif, M. H., Akhtar, S., Khan, S. Q., & Gad, M. M. (2022). 3D-printed nanocomposite denture-base resins: Effect of ZrO₂ nanoparticles on the mechanical and surface properties in vitro. *Nanomaterials*, 12, 2451.
- Ayman, A. D. (2017). The residual monomer content and mechanical properties of CAD/CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat-cured resins. *Electronic Physician*, 9(7), 4766–4772.
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM-generated restorations. *British Dental Journal*, 204, 505–511.
- Belli, R., Wendler, M., de Ligny, D., Cicconi, M. R., Petschelt, A., Peterlik, H., & Lohbauer, U. (2017). Chairside CAD/CAM materials. Part 1: Measurement of elastic constants and microstructural characterization. *Dental Materials*, 33(1), 84–98.
- Bilgin, M. S., Erdem, A., Aglarci, O. S., & Dilber, E. (2015). Fabricating complete dentures with CAD/CAM and RP technologies. *Journal of Prosthodontics*, 24, 576–579.
- Blatz, M. B., & Conejo, J. (2019). The current state of chairside digital dentistry and materials. *Dental Clinics of North America*, 63, 175–197.
- Chiu, A., Chen, Y., Hayashi, J., & Sadr, A. (2020). Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. *Sensors*, 20, 1157.
- De Kuijper, M. C. F. M., Gresnigt, M., Kerdijk, W., & Cune, M. (2019). Shear bond strength of two composite resin cements to multiphase composite resin after different surface treatments and two glass-ceramics. *International Journal of Esthetic Dentistry*, 14, 40–50.
- Davidowitz, G., & Kotick, P. G. (2011). The use of CAD/CAM in dentistry. *Dental Clinics of North America*, 55, 559–570.
- Eskitaşcıoğlu, M. (2022). The effects of whitening mouth rinses on the color stability of CAD/CAM resin matrix ceramics. *Medical Science and Discovery*, 9, 505–511.
- Gorripati, J. P., & Godbole Dubey, S. A. (2024). Designing a single lithium disilicate crown: A computer-aided design/computer-aided manufacturing approach with Exocad software. *Cureus*, 16, e57384.
- Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, 28, 44–56.
- Mondelli, R. F., Garrido, L. M., Soares, A. F., Rodriguez-Medina, A. D., Mondelli, J., de Lucena, F. S., & Furuse, A. Y. (2022). Effect of simulated brushing on surface

- roughness and wear of bis-acryl-based materials submitted to different polishing protocols. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 14, e168–e176.
- Mörmann, W. H. (2006). State of the art of CAD/CAM restorations: 20 years of CEREC. In *CEREC: Quintessence Books* (pp. 1–8). Quintessence Publishing.
- Natsubori, R., Fukazawa, S., Chiba, T., Tanabe, N., Kihara, H., & Kondo, H. (2022). In vitro comparative analysis of scanning accuracy of intraoral and laboratory scanners in measuring the distance between multiple implants. *International Journal of Implant Dentistry*, 8, 18.
- Suganna, M., Kausher, H., Tarek Ahmed, S., Sultan Alharbi, H., Faraj Alsubaie, B., Ds, A., Haleem, S., & Meer Rownaq Ali, A. B. (2022). Contemporary evidence of CAD/CAM in dentistry: A systematic review. *Cureus*, 14, e31687.
- Shannon, A., O’Sullivan, K. J., Clifford, S., & O’Sullivan, L. (2022). Assessment and selection of filler compounds for radiopaque PolyJet multi-material 3D printing for use in clinical settings. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 236, 740–747.
- Tysowsky, G. W. (2009). The science behind lithium disilicate: A metal-free alternative. *Dentistry Today*, 28, 112–113.
- Uzun, G. (2008). An overview of dental CAD/CAM systems. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 22, 530–535.
- Valenti, C., Federici, I. M., Masciotti, F., Marinucci, L., Xhimitiku, I., Cianetti, S., & Pagano, S. (2024). Mechanical properties of 3D-printed prosthetic materials compared with milled and conventional processing: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 132, 381–391.
- Yu, L., Zhu, Y., Qian, W., Zhou, L., Wu, X., Zhang, Y., Zhou, J., & Wang, Z. (2023). 3D printing of zirconia nanoparticle/boron nitride nanosheet multidimensional reinforced acrylic matrix composites for self-lubricating materials. *ACS Applied Nano Materials*, 6, 21532–21547.
- Zarone, F., Di Mauro, M. I., Ausiello, P., Ruggiero, G., & Sorrentino, R. (2019). Current status on lithium disilicate and zirconia: A narrative review. *BMC Oral Health*, 19, 134.

BÖLÜM 2

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN RENK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Ezgi TÜRKOĞLU TARI¹

GİRİŞ

Günümüzde birçok alanda estetik beklenti oldukça yükselmiştir. Diş hekimliği de bu alanlar içinde ilk sıralarda gelmektedir. Estetik son yıllarda diş hekimliğinin çok önemli bir parçası haline gelmiştir. Ayrıca diş hekimliği hizmetlerinin büyük bir kısmı estetik işlemler ve restorasyonlarla ilgilidir. Estetik diş hekimliğinin popülerleşmesiyle birlikte renk çalışmalarına duyulan ilgi de artmıştır. Diş rengi çoğu zaman ‘estetik’ gülüşlerin, ‘estetik olmayan’ gülüşlerden ayırt edilmesinde belirleyici bir faktördür (Paravina ve ark., 2010). Başarılı müzisyenler, ressamalar ve diğer sanatçılar yaptıkları işlerde çok yetenekli ve eğitimlidirler. Buna karşılık diş hekimlerinin renk seçimi konusunda uzman olup olmadıklarını değerlendirmek göz ardı edilmiştir (Goodkind & Loupe, 1992).

Direkt ve indirekt restorasyonlarda renk seçimi diş hekimleri için her zaman zor olmuştur. Uygun renk seçimi, yapılacak restorasyonların doğal diş dokularına uyum sağlaması için gereklidir ve diş hekimleri için zorluk teşkil etmektedir (Chu, 2010). Restorasyonun estetik olarak tatmin edici olabilmesi için restorasyonla diş arasındaki renk farkının insan gözüyle ayırt edilememesi gerekmektedir (Ismail & Paravina, 2022). Teknoloji, internet sistemleri ve bilgisayarlarla ilgili gelişmeler toplumu büyük ölçüde şekillendirmiştir. Çağdaş diş hekimliğindeki gelişmeler de bu gelişmelerle doğru orantılıdır. Son yıllarda renk seçimi için farklı konvansiyonel/görsel ve enstrümental yöntemler kliniklerde kullanılmaktadır. Konvansiyonel/görsel tekniklerle renk seçimi birçok faktörden etkilenmektedir (Alomari & Chadwick, 2011). Renk algısının öznel olması, insan gözünün renk seçiminin çevresel ve bireysel faktörlerden etkilenmesi renk seçimini oldukça zorlaştırmaktadır. Bu durum yıllar içinde renk seçim tekniklerine yönelik çalışmaların artmasına ve farklı yöntemler geliştirilmesine neden olmuştur.

Zaman içerisinde konvansiyonel renk seçimini standardize etmek için çeşitli renk skalaları geliştirilmiştir. 1956’da geliştirilen VITA Classical (VC; VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) bu skalalar arasında, klinik pratikte en çok kullanılandır (Paul et al., 2002). İlerleyen yıllarda dijital ve fotoğrafik renk analiz sistemleri de geliştirilmiştir. Dijital renk analiz sistemleri, diş hekimlerine hasta bireylerin diş rengini daha hassas bir şekilde belirleme imkânı tanımaktadır. Bu sistemler, renk verilerini dijital ortamda kaydederek, renk seçiminde insan hatasını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Örneğin, bazı sistemler, dişin 3D görüntüsünü oluşturarak, dişin farklı açılardan ışık altında nasıl görüldüğünü analiz edebilir. Bu tür yenilikler, estetik diş hekimliğinde önemli bir ilerleme sağlamaktadır.

Diş rengi analizi, genellikle üç ana bileşen üzerinden değerlendirilir: parlaklık (açıklık ve karanlık), doygunluk (renk yoğunluğu) ve ton (renk çeşitliliği). Bu bileşenler, dişlerin

görünümünü etkileyen temel unsurlardır. Bunun yanı sıra, dişlerin yüzey özellikleri, ışık yansımaları ve çevresel faktörler de renk algısını etkileyebilir. 1904'te Munsell, hue (ton), value (rengin açıklığı, koyuluğu) ve kroma (yoğunluk) olmak üzere üç renk özelliğine sahip bir renk sistemi geliştirmiştir (Nickerson, 1946). 1931'de ise Comission Internationale de l'Eclairge (CIE) (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) renk ölçümüne ilişkin kriterler tanımlamıştır (Broadbent, 2004). CIE, renk uzayındaki rengi tespit etmek için ışık kaynağının, nesnenin ve gözlemcinin tanımlanmasını sistematize eden üç koordinat kullanmıştır (Smith & Guild, 1931).

Sonuç olarak, diş hekimliğinde renk analizi, estetik sonuçların başarısında kritik rol oynamaktadır. Mevcut yöntemlerin yanı sıra, gelecekteki teknolojik gelişmelerin bu alanda önemli yenilikler getirmesi beklenmektedir. Bu çalışma, diş hekimliğinde kullanılan mevcut renk analiz yöntemlerini ve bu yöntemlerin klinik uygulamalardaki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır.

Renk Teorisi

Bir bardak kırılırsa ve onu duyacak kimse yoksa ortada ses var mıdır? Kırmızı bir şemsiye varsa ve onu görececek kimse yoksa o şemsiye gerçekten kırmızı mıdır? Renk teorisyenlerine göre bu sorunun cevabı hayırdır. Bir rengin oluşması için obje, ışık ve algılayıcı olmak üzere üç komponentin etkileşimi gerekmektedir (Chu, 2010).

Renk duyuşsal ve duygusal hislere hitap eder. Renk algısı kişiseldir. Her birey aynı objenin rengini farklı şekillerde görebilir. Örneğin bir elmanın rengi çoğu kişiye göre kırmızıdır. Ancak bazı kişiler bunu detaylandırıp elmayı mercan kırmızısı ya da karmen kırmızısı olarak tanımlayabilir. Bu nedenle sadece görsel tanımlamaya dayanarak fikir birliği sağlamak oldukça zordur. Bireylerin renk algısını etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar arasında aydınlatma koşulları (Curd et al., 2006; Jasinevicius et al., 2009), arka fonun etkisi (Liberato et al., 2024), yaş, göz problemleri, renk körlüğü, cinsiyet (Miranda, 2012) gibi faktörler bulunmaktadır. Bir çalışmada kadınların erkeklere göre renk seçiminde daha başarılı sonuçlar elde ettiği bulunmuştur (Haddad et al., 2009). Bütün bu fiziksel ve fizyolojik faktörlerin yanı sıra bireylerin geçmiş tecrübeleri ve duygu durumları da renk algısını etkileyebilmektedir (Dagg et al., 2004).

Renk seçiminin standardizasyonunu zorlaştıran birden çok faktör vardır. Ancak rengin algılanması ve iletilmesi ile ilgili basit temel bilgiler, diş hekimliği pratiğinde klinisyenin renk seçimini oldukça kolaylaştıracaktır.

Renk Modelleri

1.RGB Renk Modeli

Bilgisayar, televizyon ekranı gibi elektronik medya kırmızı, yeşil, mavi renklerden oluşan dalgalar yayar (Kumar & Verma, 2010). Bu cihazlar, görünür ışık spektrumundaki neredeyse tüm renkleri üretebilirler. Teorik olarak kırmızı, yeşil ve mavi dalga boyları birleştiğinde beyaz renk meydana gelmektedir. Bu nedenle mavi, yeşil ve kırmızı renkleri siyah renkten kaynaklanan aditif primer renkler (eklenen birincil renkler) olarak tanımlanmıştır (Ibraheem et al., 2012). RGB renk modeli eklemeli sistem olarak tanımlanmıştır çünkü bu model primer renklerin dalga boylarını birbirine ekleyerek geniş spektrumlu bir renk skalası oluşturur. Bilgisayar, televizyon ve benzer monitörlü cihazlar, çeşitli renkleri oluşturmak için ekleme işlemini kullanır (De Carvalho Oliveira et al., 2022). RGB renk modelinin temeli, Newton'ın ışık deneylerinden kaynaklanmaktadır (Zelazko, 24 Dec. 2024).

2.CMY(K) Renk Modeli

Bu renk modelinin adı cyan, magenta, sarı (yellow) ve siyah renklerin baş harflerinden oluşmaktadır (Yin & Huo, 2013). Bu sistem yazıcı cihazlarda ve mürekkep boyalarda kullanılmaktadır (Bertacchi & Silveira, 2019). Eklemeli renk modeli olan RGB'nin aksine bu sistem substraktifdir (çıkartıcı). Yani beyaz, herhangi bir rengin yokluğunu ifade etmektedir. Ne kadar çok boya eklenirse renk o kadar koyulaşır. Örneğin; cyan, magenta, sarı ve siyah renkleri karıştırılırsa, siyah renk elde edilir.

Renk Sistemleri

1.Munsell Renk Sistemi

Munsell renk sistemi kullanım kolaylığı nedeniyle dış hekimliğinde sıklıkla kullanılan uluslararası bir sistemdir (Kheng, 2005). Bu sistem üç boyutlu bir renk ağacı şeklinde tasarlanmıştır (Feilzer et al., 1990). Bu sistemde renkleri, hue, value ve kroma olmak üzere üç başlıkta açıklanmaktadır.

Hue: Rengin tonu: kırmızı, sarı, mavi vs.

Value: Rengin parlaklığı, açıklığı ya da koyuluğu

Kroma: Rengin yoğunluğu, doygunluğu

Value ve kroma birbiriyle ters orantılıdır. Value değeri arttıkça kroma azalmaktadır (Fondriest, 2003).

Bu sistem üç boyutlu bir küre şeklinde tanımlanmıştır (Sturges & Whitfield, 1995). Kürenin merkezinde renksiz bir eksen yer almaktadır. Bu eksen parlaklık kavramını simgelemektedir. Eksenin en yukarısı saf beyaz rengi, en altı ise saf siyah rengi temsil etmektedir. Ton kavramı dikey eksenin etrafındaki çemberle gösterilmiştir. Bu çemberde farklı renk tonlarını simgeleyen 10 bölüm bulunmaktadır. Kroma kavramı ise çemberden eksene doğru ilerleyen yatay bir eksen şeklinde simgelenmiştir. Periferde renk en doymuk ve saf halindeyken, parlaklık eksenine yani merkeze doğru yaklaştıkça renk soluklaşmaktadır.

2.1.5.2. CIELAB Renk Sistemi

CIE renk sistemi kolay oluşu nedeniyle dünya genelinde sıklıkla tercih edilmektedir (Kim et al., 2011). 1931'de CIE standart bir ışık kaynağı tanımlamış, standart bir gözlemci geliştirmiş ve bu koşullar altında insan görme algısının nasıl olduğunu temsil eden bir tritimus (üç uyaranlı) değeri hesaplamıştır. CIE, kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere gözdeki üç ayrı renk reseptörüne dayanan renk algısı teorisini desteklemektedir. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE), 1976'da renk iletişimini standardize etmek için CIELAB renk modelini geliştirmiştir. CIELAB renk uzayı, eşit algılanan renk farklılıklarına karşılık gelen eşit mesafelere sahip tek tip bir renk alanını içermektedir (Colantoni et al., 2016). Bu sistem rengi standardize etmek için üç farklı veriyi kullanmaktadır. Bu üç boyutlu renk uzayı, L^* , a^* ve b^* olmak üzere üç eksenden oluşur. L^* değeri ise bir yüzeyin ya da nesnenin ne kadar açık ya da koyu göründüğünü ifade eden bir ölçüttür. Mükemmel bir siyahın L^* değeri sıfırken, parlak yansıtıcı bir yüzeyin L^* değeri 100 olacak şekilde bir ölçekte ölçülür. a^* değeri kırmızı, yeşil eksenidir. Kırmızılık pozitif a^* , yeşillik ise negatif a^* değerini göstermektedir. b^* değeri sarı, mavi eksenidir. Sarılık pozitif b^* değerini, mavilik negatif b^* değerini göstermektedir (Hill et al., 1997). a^* ve b^* eksenlerindeki değerler, beyaz ve gri gibi nötr tonlarda sıfıra yakın seyrederken; renk doygunluğu arttıkça bu koordinatların büyüklükleri de artış gösterir. (Joiner, 2004). CIELAB renk sistemi, renkler arasındaki farkları klinik açıdan anlamlı bir biçimde yorumlamaya olanak veren birimlerle ifade edebilmesi nedeniyle avantaj sağlar (O'Brien et al., 1997). a^* ve b^* değerleri renk algısında doygunlukla ilişkili olsa da, Munsell sistemindeki hue ve kroma kavramlarının doğrudan karşılığı olarak kabul edilemez (Sarıkaya & AU, 2009).

Kroma arttıkça rengin yoğunluğu artar. Ancak kroma, tek başına bağımsız bir ölçüt değildir; değerlendirme yapılırken hue ve value ile ele alınır. ΔE değeri, iki nesne arası algılanan renk farkının sayısal formülünü göstermektedir (Pérez et al., 2016).

$$\Delta E = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2]^{1/2}$$

Bu formülde yer alan L_0^* , a_0^* , b_0^* değerleri ilk ölçüm değerleriyken, L_1^* , a_1^* , b_1^* ikinci ölçüm değerlerini sembolize etmektedir. Bu değer CIE sisteminin ideal bir renk ölçüm sistemi olmasını sağlamaktadır. İnsan gözünün algılayabileceği (perceptibility threshold) ΔE değeri 1.00, kabul edebildiği ΔE değeri (acceptability threshold) 3,7 olarak belirlenmiştir (Khashayar et al., 2014). %50:50 algılanabilirlik eşiği, gözlemcilerin %50'si tarafından tespit edilebilen iki nesne arasındaki renk farkıdır. Ek olarak, gözlemcilerin yarısının kabul edilebilir bulduğu renk farkı, %50:50 oranındaki bir kabul edilebilirlik eşiğini ifade eder (Paravina et al., 2015). Diş hekimliğinde renk uyumunun kabul edilebilir sayılabilmesi, renk farkının %50:50 kabul edilebilirlik eşiğine ulaşması ya da bu değer altında kalmasıyla mümkündür. Farklı araştırmacılar, renk farkı (ΔE) için farklı değer aralıkları belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında, dişler için %50:50 algılanabilirlik eşiği ΔE * 1 ile 2 arasında değişirken, %50:50 kabul edilebilirlik eşiği ΔE * 2,7 ile 3,5 arasında değişmektedir (Tabatabaian et al., 2021).

CIEDE2000 Renk Sistemi

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE), algısal renk farklarını öngörmek amacıyla CIELAB'ı bir uniform renk uzayı olarak önermiştir (Fairchild, 2019). Ancak daha sonra, CIELAB renk uzayında iki renk arasındaki Öklidyen uzaklıkların algısal renk farklarına tam olarak karşılık gelmediği anlaşılmış ve bu nedenle birçok Öklidyen olmayan renk farkı formülü geliştirilmiştir (Fairchild, 2019). CIE2000 bir renk uzayı değil, renk farkı denklemdir. Bu, CIELAB renk koordinatlarını kullanarak renk farklılıklarını insan gözünün gerçekte algıladığı noktaya yaklaştıran bir hesaplama (Luo et al., 2001; Salas et al., 2018). Bu bağlamda, orijinal CIELAB renk farkı formülüne çeşitli düzeltmeler uygulanarak, görsel renk farklarıyla korelasyonu artırmak amacıyla gelişmiş CIELAB tabanlı renk farkı formülleri ortaya konmuştur (Fairchild, 2019; Luo et al., 2001). Daha yakın dönemde geliştirilen CIEDE2000 renk farkı formülü, CIELAB renk uzayının uniform olmayan yapısını düzeltmeye yönelik çeşitli iyileştirmeler içerir. Bu formülde; ağırlıklandırma fonksiyonları, düşük kromaya sahip renklerde etkisi belirginleşen bir dönme terimi ve renk farkı değerlendirmesinde aydınlatma ile

görsel koşulların etkisini hesaba katan parametrik faktörler bulunmaktadır. CIEDE2000 renk farkı formülü günümüzde diş hekimliği araştırmalarında yaygın olarak kabul görmektedir (Paravina et al., 2019) ve yakın tarihli bir araştırmada, bu formülün, diş eti renkleri arasındaki insan algılanabilirliği (PT) ve kabul edilebilirliği (AT) farklarının değerlendirilmesinde CIELAB formülünden daha iyi bir uyum sağladığı bulunmuştur (Perez et al., 2018). Algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik değerlendirmeleri, her bir örnek içinde renk özneliklerindeki değişimlerin (açıklık, kromalık ve ton değişiklikleri) birleşik etkilerine dayanarak yapılır. ΔE_{00} için Paravina ark., tarafından sırasıyla %50:50 algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşikleri sırasıyla (PT ve AT) 0.81 (0.34–1.28) ve 1.77 (1.23–2.37) olarak bildirilmiştir (Paravina et al., 2015; Paravina et al., 2019). İnsan gözü renk farklarını iki şekilde algılar: biri açıklık ya da kroma düzeyindeki değişimleri içeren nicel farklar, diğeri ise ton farklılığına bağlı nitel farklardır (Logvinenko, 2015). Renk farkı formülleri, üç renk koordinatı hakkında bilgi vermez; bu nedenle, her bir renk bileşeninin veya özneliğinin yani açıklık, ton ve kromanın ayrı ayrı incelenmesi önerilmektedir.

CIEDE2000 renk farkı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + RT \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)}$$

Comission Intenational De L'eclairage'ın (CIE) Önerdiği Aydınlatma Koşulları

Kullanılan aydınlatmanın çeşidi renk algısını etkilemektedir. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), yani Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, aydınlatma koşulları için dünya çapında kabul gören standartlar ve öneriler geliştirmiştir. Bu öneriler, görsel performans, renk algısı, sağlık ve güvenlik gibi farklı ihtiyaçlara göre şekillenir. CIE'nin önerileri; aydınlatma düzeyi (lüks), renk sıcaklığı, renk geriverim indeksi (CRI), ve gün ışığı ile yapay ışığın dengesi gibi temel parametreleri kapsar. 1931'de CIE komisyonu tarafından renk algısına göre aydınlatma tipleri sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada A, B ve C olmak üç tip standart aydınlatma tanımlanmıştır. Bu sınıflandırmaya daha sonra D, E ve F grupları eklenmiştir. A grubu aydınlatma akkor lambalarda kullanılmakta, ortalama 2,856 K ısı derecesine sahiptir. B grubu aydınlatma günümüzde nadiren kullanılmakta, direkt güneş ışığına karşılık gelmektedir.

Ortalama 4,874 K ısı derecesine sahiptir. C grubu aydınlatma indirekt güneş ışığına karşılık gelmekte olup, 6,774 K ısı derecesine sahiptir (International Commission on, 2011). Bu grup birçok aydınlatmada kullanılmaktadır çünkü indirekt güneş ışığı genel aydınlatma şeklini oluşturur (Giovannini et al., 2025). Bütün bunlara rağmen C grubu mükemmel gün ışığını taklit etmemektedir. Bunun nedeni yeteri kadar ultraviyole ışık içermemesidir. D grubu aydınlatma renk ısisının ölçümüne göre gün ışığı koşullarını temsil eder. D₅₀ ve D₆₅ sıklıkla kullanılan standart aydınlatma şartlarıdır (Wee et al., 2016). Bu adlandırmalar kullanılan aydınlatmanın renk ısisı ölçümüne göre yapılmıştır. D₅₀ genellikle 5,000 K renk ısisına sahiptir. D₆₅ 6,500 K renk ısisına sahiptir ((CIE), 2018).

Dental işlemler aydınlatma koşullarından oldukça etkilenmektedir. Pencereden gelen gün ışığı klinikte bulunan floresan ışıklandırma ile karışır. Bütün bu çoklu ışıklandırma koşulları diş hekimlerinin renk seçimini oldukça zorlaştırır. Renk seçimini kolaylaştırmak için çeşitli öneriler bulunmaktadır.

- Eğer diş hekiminin gün ışığına erişimi varsa, gündüz 10.00-14.00 arası renk seçimi yapmak en idealidir. Bulutsuz bir öğlen 5,500 K renk ısisına sahiptir.
- Eğer doğal ışık kaynağı yoksa sadece yapay aydınlatma varsa, renkli görme testlerinde renk geriverim indeksi CRI (CIE Ra) 90 veya üzeri 6,500 K renk ısisına sahip D₆₅ tip aydınlatma kullanılmalıdır (Dain et al., 2020).
- Renk ısisını ölçen cihazlar düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- Işık kaynaklarındaki toz ve kir düzenli olarak temizlenmelidir.

Diş Hekimliğinde Renk Belirleme Yöntemleri

İyi bir gülüş, bireylerin iletişim becerilerindeki en önemli özelliklerden biridir (Joiner, 2004). İnsanların beyaz dişlere olan talebi, diş hekimlerini diş estetiği konusunda hastaların beklentilerini karşılamaya yöneltmiştir. Estetik anlamda motive olan hastaların, rutin koruyucu diş kontrollerini yaptırma olasılığı daha yüksektir ve kendi dişlerini sağlıklı tutmanın önemini farkındadırlar (Hattab et al., 1999). Tatmin edici estetik restorasyonlar yapmak için doğal dişler ile restorasyonlar arası renk uyumu anahtar role sahiptir. Bu seçimi kolaylaştırmak için çeşitli görsel ve enstrümantal yöntemler geliştirilmiştir.

1. Görsel Renk Belirleme Yöntemleri

Yaklaşık bir asırdır diş hekimleri renk seçimi için renk skalalarına güvenmektedir. Renk skalaları, restore edilmesi planlanan dişin veya restorasyonun rengini ve diğer optik özelliklerini eşleştirmek amacıyla doğal dişlerle görsel olarak kıyaslanan fiziksel bir settir. Ne yazık ki bu geleneksel renk skalaları oldukça basittir. Çok fazla öznellik içermekte ve bununla beraber renk seçenekleri oldukça sınırlıdır. Bu renk skalaları kesin sonuçlar vermese de görsel kılavuz olarak oldukça faydalıdır (Klinke et al., 2023). Bununla beraber dijital renk seçim yöntemleriyle birlikte kullanıldığında oldukça fayda sağlamaktadır (Hardan et al., 2022). Piyasada çok sayıda üretici firmaya ait farklı renk skalaları bulunmaktadır. Likert ölçekleri de, diş hekimliği öğrencilerinin ve profesyonellerinin görsel ve dijital diş rengi belirleme sistemlerinin kolaylığı, tercihi ve algılanan doğruluğu hakkındaki görüşlerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır. Likert ölçekleri, öznel deneyimleri ölçmeye yardımcı olarak onları eğitim ve karşılaştırmalı çalışmalar için değerli kılmaktadır (Dozic et al., 2011).

2. Enstrümental Renk Belirleme Yöntemleri

Renk seçimi için kullanılan iki ana yöntemden biri renk skalalarının kullanıldığı görsel yöntem, diğeri ise renk ölçüm cihazlarının kullanıldığı enstrümental yöntemdir. Görsel yöntem öznel ve birçok faktörden etkilenir. Renk ölçüm cihazlarındaki gelişmeler belli bir derecede öznelliği ortadan kaldıracak ve renk seçimi, rengin kaydedilip iletilmesi gibi konulardaki güvenilirliği arttırabilir (Igiel et al., 2017).

2.1. Spektrofotometre

Spektrofotometreler, nispeten basit ve kullanımı kolay, son derece hassas ve doğruluğu yüksek cihazlardır (Klotz et al., 2018). Özellikle estetik restorasyonlarda doğal dişlerle uyumlu sonuçlar elde etmek için, görsel yöntemlere göre daha güvenilir ve standart bir renk belirleme imkânı sunar. Görsel spektrumun pek çok noktasında—yaklaşık her 10 nanometrede bir—nesneden yansıyan ışığın dalga boyları ölçülür ve bu ölçümler spektral renk verilerinin elde edilmesini sağlar. Spektrofotometreler ise görünür spektrumdaki her parlaklık, kroma ve ton bileşeni için mevcut radyan enerji miktarını belirleyip kaydeder. Bu ölçümler spektral bir eğri şeklinde görsel olarak yorumlanan karmaşık bir veri setiyle sonuçlanır. Spektrofotometreler bir nesnenin yansıma ve geçirgenlik faktörlerini tek seferde bir dalga boyunda ölçer. Bu cihazlar tipik olarak görsel spektrumu birçok parçaya bölerek ölçerler. Spektrofotometrelerden elde

edilen verilen kullanışlı bir forma çevirmek için, veriler değiştirilmeli ve veri azaltma stratejisi uygulanmalıdır.

Yüzey rengini ölçmede en sık kullanılan yöntemdir. Diğer endüstriyel alanlarda da kalite kontrol amaçlı sıklıkla kullanılır. Porselenler, dental materyaller, kompozit rezinler ve renk skalalarındaki renk değişiminin tespitinde kullanılmaktadır. Modern spektrofotometreler (örn. Rayplicker, Vita Easyshade) CIELAB ve CIELCH renk parametrelerinde yüksek tekrarlanabilirlik gösterir. Bu cihazlar, diş rengini ölçmede oldukça güvenilir araçlardır (Hampé-Kautz et al., 2024). Spektrofotometreler, gözlemciye ve ışık koşullarına bağlı değişkenliği ortadan kaldırır; daha objektif ve tutarlı sonuçlar verir (Alvarado-Lorenzo et al., 2024). Ölçüm sırasında pozisyonlama splinti gibi yardımcıları kullanmak, tekrarlanabilirliği artırır (Millán et al., 2019). Dişin farklı bölgelerinde (servikal, orta, insizal) yapılan ölçümlerde hassasiyet değişebilir; orta bölge en güvenilir sonuçları verir (Karamouzos et al., 2007).

Yürütülen klinik çalışmalar ve araştırmalar, spektrofotometrelerin yüksek maliyeti ile klinik ortamda diş rengi ölçümünün güçlüğü nedeniyle bu cihazların yaygın biçimde kullanılmadığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bazı çalışmalar spektrofotometrelerin düşük hata payına sahip, tekrarlanabilir ölçümler sunduğunu göstermektedir. Ayrıca doğal diş renginin belirlenmesinde elde edilen sonuçların, görsel renk seçimiyle uyumlu olduğu da rapor edilmiştir.

Spektrofotometrelerin Avantajları

- Standardize edilmiş koşullarda yanılma payı düşüktür.
- Metamerizm değerlendirilebilir.
- Nesneldir.
- Sonuçlar tutarlıdır.

Spektrofotometrelerin Dezavantajları

- Maliyeti yüksektir.
- Klinik kullanımı zordur.
- Standardize edilmesi güçtür.

Klinik kullanım amacıyla tasarlanmış spektrofotometrelere örnek olarak, optik fiberlerle birbirine bağlanan çift dijital kamera sistemiyle diş rengini analiz eden SpectroShade cihazı

verilebilir. Dişi aydınlatmak ve yarı saydamlığının ölçülmesine olanak sağlamak için çok modlu bir çift ışık mekanizması vardır. SpektroShade, renk sonuçlarını gelişmiş renkli grafik biçiminde gösterme yeteneğine sahiptir.

2.2. Kolorimetre

Diş hekimliğinde kolorimetreler, diş renginin objektif ve sayısal olarak ölçülmesini sağlayan dijital cihazlardır (Ragain, 2016). Kolorimetreler, özellikle estetik restorasyonlarda doğru renk seçimi ve hasta memnuniyeti için, görsel yöntemlere göre daha az subjektif ve daha tekrarlanabilir sonuçlar sunar. Doğal dişlerin ve restoratif materyallerin rengi üzerine hem in vivo hem in vitro çalışmaların çoğu kolorimetrelerin kullanımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu cihazlar, standart bir gözlemcinin spektral duyarlılık fonksiyonuna oldukça yakın özellikler gösterir ve insan gözünün algıladığı rengi doğrudan ölçebilmek için tasarlanmıştır. Kolorimetre, bir nesnenin rengini belirlemek için görünür spektrumun üç veya dört alanındaki ışığı filtreler. Kolorimetrelerin tasarımı zordur ve yanlış yapılsa spektrofotometreye kıyasla doğruluğu oldukça düşer (Chu et al., 2010). X-Rite'in ShadeVision sistemi gibi uygun şekilde tasarlanmış kolorimetreler, yalnızca gerekli verileri depoladıkları için daha fazla veri verimliliği sağlayabilirler. Bu veri tasarrufunun nedeni 16 veya daha fazla veri noktası kullanmak yerine ton, parlaklık ve kroma değerlerine ait 3 veri noktası kullanmasıdır. Kolorimetre cihazı, spektrofotometrelerin sağladığı renk doğruluğunu sağlayabilir ayrıca spektrofotometrelerin gereksiz renk eşlemesinden kaçınarak veri işleme süresini kısaltabilmektedir (Li & Wang, 2007). ShadeVision sistemi, klinik ile laboratuvar arasındaki iletişimi daha hassas ve ölçülebilir hale getiren, basit ve güvenilir renk tonu ölçüm verileri sunmaktadır. Bu enstrümantal tekniklerin renk seçimindeki güvenilirliği, görsel tekniklerle kıyaslandığında oldukça fazladır (Menini et al., 2024).

2.3. Dijital Kameralar

Diş hekimliğinde, uyumlu ve sorumlu bir klinik yönetimi için yapılan vakaların kapsamlı kayıtlarını tutmak zorunludur. İşlem yapılacak tüm hastaların başlangıç fotoğrafları hem klinik referans amacıyla hem de hekimleri tıbbi-hukuki korumak maksadıyla çekilmelidir. Bu fotoğraflar estetik işlemlerde, takip de dahil olmak üzere başarılı bir iş akışı sağlar (Liu, 2020). İyi fotoğraf çekmek, dental estetik alanında uzmanlaşmak isteyen her hekimin öğrenmesi gereken bir konudur. İyi çekilmiş bir fotoğraf saklanabilir ve paylaşılabilir, dolayısıyla diş hekimi ve laboratuvar aynı dişi, aynı koşullar altında değerlendirebilir (Mackenzie & Sharland,

2020). Aynı zamanda fotoğraflar, hastaların tedavi seçeneklerini anlamasını kolaylaştırır ve motivasyonlarını artırır (Singh et al., 2024).

Dijital fotoğrafçılığın ilk adımı doğru kamera seçimidir (Mancini & Sidoriak, 2017). Piyasadaki geniş ürün çeşitliliği, ürün seçimini zorlaştırmaktadır. Kullanılacak fotoğraf makinesi, makinenin kullanım amacına göre seçilmelidir. Diş hekimliğinde kullanılacak makineler renk seçiminin doğru yapılmasına olanak verecek şekilde, ışığı insan gözünün algıladığı şekilde yakalamalıdır.

Fotoğraf makinelerinin kliniklerde kullanımı oldukça pratik ve verimlidir. Bununla beraber etkinliğini arttırmak için klinisyenlerin basit bilgisayar teknolojilerini ve belli başlı fotoğrafçılık bilgilerini bilmesi gerekmektedir. Fotoğraf makineleri hem diş hekimleri hem de teknisyenler için renk seçiminde ideal bir yardımcı olabilir. Ancak fotoğraf makinelerinin tek başına kullanımı renk seçimi için yeterli değildir. Renk seçimi protokolü, fotoğraf makinelerinin gri kart ve photoshop programlarıyla birlikte kullanımıdır (Chu, 2010). Doğru ekipman, uygun ayarların kullanımı klinik ve laboratuvar arası iletişimde faydalı olacak uygun fotoğrafların çekilmesini sağlayacaktır.

İstenilen fotoğrafı elde etmek için uygun pozlama gereklidir. Pozlama ışık yoğunluğu ve zamanın sonucu oluşur. Makineye gelen ışık miktarı lensteki açıklık ve fotoğraf makinesi gövdesindeki deklanşörün kapanma hızıyla kontrol edilir. İletişim amacıyla uygun görüntü kalitesi elde etmek için, dijital tek lensli refleks (DSLR) kameranın özellikle diş hekimliğine en uygun olduğu konusunda fikir birliği vardı (Ahmad, 2009; Bengel, 1985). Klinik dental fotoğrafçılığa yönelik DSLR kameralar üç bileşenden oluşur: kamera gövdesi, makro lens, flaş sistemi. Üçünün birleşimi doğru pozlama ve görüntü kalitesini oluşturacaktır.

Kamera seçimi yaparken en pahalı kamera gövdesini almak şart değildir. Görüntü kalitesini en çok etkileyen faktör merceğin optik özellikleridir. Görüntü kalitesi açısından, pahalı bir merceğe yatırım yapmak, pahalı bir kamera gövdesi almaktan daha avantajlıdır. Dental fotoğrafçılıkta görüntülerin yakın çekim olması gerekir. Yakın çekim için gereken odak mesafesi, sıradan kameraların odak aralığının en sonuna yakındır. Bu nedenle yakın çekimler için makro lensler tavsiye edilir. Makro lenslerin odak uzaklığı 50 ile 200 mm arası değişir. 100 mm lensler diş hekimliğinde sıklıkla kullanılır (Ahmad, 2009). Bu lensle portre görüntülerinin yanı sıra yakın çekimler de yapılabilir. Bu odak uzaklığının kullanılması, ışığın kontrol edilebileceği bir çalışma mesafesi sağlar. Kamera çok yakın tutulursa flaştan gelen ışık ağız

boşluğuna girmeyebilir ve bu da fotoğrafta istenmeyen gölgeler oluşmasına neden olabilir. Klinik kullanım için kamera seçerken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer bileşen ise kullanılacak flaş sistemidir. En sık kullanılan flaş merceğe monte edilen ring (halka) flaşlardır. Ring flaş düzgün bir ışık çıkışı üretir ve gölgesiz görüntüler oluşturduğundan posterior bölgelerin veya cerrahi prosedürlerin aydınlatılmasında başarılıdır. Ancak tek yönlü ışık patlamasıyla birçok ayrıntı silinir bu da çekilen görüntüyü klinik laboratuvar arası iletişim için işlevsiz hale getirir. Kameranın her iki yanında 45 derecelik açıyla konumlandırılan tek yönlü twin flaşla, fotoğrafların üç boyutlu görünümünü iyileştiren gölgeler ve parlak alanlar oluşturur. Yarı saydam alanlar, iç mamelon yapıları, çatlak hatları, doku ve parlaklık fotoğrafta yakalanarak laboratuvar iletişimi için oldukça işlevsel hale gelir. Ekipman seçildikten sonra tüm ayarların ağız içi fotoğraf çekilmesi için kalibre edilmesi gerekmektedir. Dikkate alınması gereken önemli ayarlar beyaz dengesi, alan derinliği ve pozlamadır. Daha önce de belirtildiği gibi, dişlerin ince ayrıntılarının yakalanması için doğru pozlama kritik öneme sahiptir. Pozlama diyafram açıklığının, deklanşör hızının ve ISO film/sensor duyarlılığının bir ürünüdür. ISO 100'e veya kameranın desteklediği en düşük değere ayarlanmalıdır (Yataco et al., 2020). Sayı ne kadar düşük olursa görüntü o kadar az grenli görünür; ancak sensöre daha fazla ışık iletilmesi gerekecektir. Ek olarak, hasta hareketlerinden veya kameranın sallanmasından kaynaklanan bulanıklığı ortadan kaldırmak için enstantane hızının 1/125 saniye veya daha yüksek bir değere ayarlanması gerekmektedir. Diyafram boyutu da fotoğrafın sonucunu etkiler (Zhao et al., 2025). İdeal boyutun minimum f22 olması önerilmektedir. Ayarlanması gereken bir diğer önemli bileşen ise beyaz dengesidir. Fotoğrafların genelde akkor (tungsten) aydınlatmada sarı veya turuncu bir ton floresan aydınlatmada mavi ton almasının nedeni farklı ışık kaynaklarının farklı renk ısısında ışık yaymasıdır. Düşük renk sıcaklığı ışığı kırmızıya, yüksek renk sıcaklığı ışığı maviye doğru kaydırır. Geleneksel fotoğrafçılıkta dengesizliği düzeltmek amacıyla, turuncu ve mavi ışığı soğurmak için turuncu veya mavi bir filtre kullanılabilir.

Dijital kameralarda ek olarak çapraz polarize filtreler de kullanılmaktadır. Çapraz polarizasyon hem ışık kaynağına yani flaşlara hem de merceğe bir polarizasyon filtresinin yerleştirildiği bir işlemdir (McLaren et al., 2017). Bu filtre, dişin ayrıntılarının görünmesini engelleyen ışık yansımalarını ortadan kaldırarak parlamayan, derinlikli bir görüntü sağlamayı amaçlar. Çapraz polarize filtre kullanılmış makinelerle çekilen dijital fotoğraflar, dentinin ve ince mine tabakasının özelliklerinin arttırılmış kontrastla ve yoğun kromatik görünümle daha iyi görüntülenmesini sağlar (Gurrea et al., 2016).

Dijital fotoğrafçılıkta fotoğrafçı, renk değişimi sağlamak için görüntü sensörü kullanabilir. Bunu sağlamanın en doğru yöntemi gri kart kullanmaktır. İyi kalibre edilmiş ekipmanlarla ağız içi koşulları doğru bir şekilde aktaran bir görüntü elde etmek için gereken son ayarlamaları yapmak fotoğrafçıya kalmıştır. Otomatik odaklama genellikle ayrıntı yakalamanın gerekli olduğu yerlerde bulanık alanlar oluşturduğundan manuel odaklama önerilir.

Fotoğraf makineleri, direkt restorasyonların yapımında da renk seçiminde de oldukça faydalıdır. Restoratif prosedürden önce diş dokularının ana rengini seçmek için ufak miktarda kompozit parçaları, restore edilmeyecek karşıt dişin üzerine nokta şeklinde yerleştirilip polimerize edilir. Bu tekniğe button-try tekniği denir. Bu şekilde hem görsel olarak hem de dijital fotoğraflar çekilerek renk seçimi yapmak mümkün olur (Paolone et al., 2021). Value değerini seçmek için siyah beyaz fotoğraf çekmek faydalıdır.

KAYNAKÇA

- (CIE), I. C. o. I. (2018). *CIE 15:2018 – Colorimetry (4th Edition)*.
<https://cie.co.at/publications/cie-152018-colorimetry-4th-edition>
- Ahmad, I. (2009). Digital dental photography. Part 6: camera settings. *BDJ*, 207, 63-69.
<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.607>
- Alomari, M., & Chadwick, R. G. (2011). Factors influencing the shade matching performance of dentists and dental technicians when using two different shade guides. *Br Dent J*, 211(11), E23. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2011.1006>
- Alvarado-Lorenzo, A., Criado-Pérez, L., Cano-Rosás, M., Lozano-García, E., López-Palafox, J., & Alvarado-Lorenzo, M. (2024). Clinical Comparative Study of Shade Measurement Using Two Methods: Dental Guides and Spectrophotometry. *Biomedicines*, 12. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12040825>
- Bengel, W. (1985). Standardization in dental photography. *Int Dent J*, 35(3), 210-217.
- Bertacchi, M. G., & Silveira, I. F. (2019, 9-11 Sept. 2019). Facial Makeup Detection using the CMYK Color Model and Convolutional Neural Networks. 2019 XV Workshop de Visão Computacional (WVC),
- Broadbent, A. D. (2004). A critical review of the development of the CIE1931 RGB color-matching functions. *Color Research & Application*, 29(4), 267-272.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/col.20020>
- Chu, S. J. (2010). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry, Second Edition* (Vol. Second Edition). Quintessence Publishing Co, Inc.
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*, 38 Suppl 2, e2-16.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.001>
- Colantoni, P., Thomas, J. B., & Trémeau, A. (2016). Sampling CIELAB color space with perceptual metrics. *International journal of imaging and robotics*, 16(3), 1-22.
<https://hal.science/hal-01469310>
- Curd, F. M., Jasinevicius, T. R., Graves, A., Cox, V., & Sadan, A. (2006). Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *J Prosthet Dent*, 96(6), 391-396. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.10.001>
- Dagg, H., O'Connell, B., Claffey, N., Byrne, D., & Gorman, C. (2004). The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *J Oral Rehabil*, 31(9), 900-904.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2004.01310.x>
- Dain, S., Atchison, D., Hovis, J., & Boon, M. (2020). Lighting for color vision examination in the era of LEDs: the FM100Hue Test. *Journal of the Optical Society of America. A, Optics, image science, and vision*, 37 4. <https://doi.org/10.1364/josaa.382301>
- De Carvalho Oliveira, G., Machado, C., Inácio, D. K., Da Silveira Petrucio, J. F., & Silva, S. (2022). RGB color sensor for colorimetric determinations: Evaluation and quantitative analysis of colored liquid samples. *Talanta*, 241, 123244.
<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2022.123244>
- Dozic, A., Kharbanda, A. K., Kamell, H., & Brand, H. S. (2011). European dental students' opinions about visual and digital tooth colour determination systems. *J Dent*, 39 Suppl 3, e23-28. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.08.015>
- Fairchild, M. D. (2019). CIE 015: 2018 Colorimetry, The International Commission on Illumination, Vienna, Austria, 2019. 111 pp.€ 162.00 Members of CIE country bodies pay€ 54.00; hardcover or e-book. In: Wiley Online Library.
- Feilzer, A. J., De Gee, A. J., & Davidson, C. L. (1990). Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. *Dent Mater*, 6(3), 167-171.
[https://doi.org/10.1016/0109-5641\(90\)90023-8](https://doi.org/10.1016/0109-5641(90)90023-8)

- Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: The science and strategies. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 23, 467-479. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.03.015>
- Giovannini, L., Lo Verso, V., Valetti, L., Daltrozo, J., & Pellegrino, A. (2025). Analysis of integrative lighting through field measurements and annual daylight simulations in offices. *Lighting Research & Technology*. <https://doi.org/10.1177/14771535241311606>
- Goodkind, R. J., & Loupe, M. J. (1992). Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 1988. *J Prosthet Dent*, 67(5), 713-717. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(92\)90177-c](https://doi.org/10.1016/0022-3913(92)90177-c)
- Gurrea, J., Gurrea, M., Bruguera, A., Sampaio, C., Janal, M., Bonfante, E., Coelho, P., & Hirata, R. (2016). Evaluation of Dental Shade Guide Variability Using Cross-Polarized Photography. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 36 5. <https://doi.org/10.11607/prd.2700>
- Haddad, H. J., Jakstat, H. A., Arnetzl, G., Borbely, J., Vichi, A., Dumfahrt, H., Renault, P., Corcodel, N., Pohlen, B., Marada, G., de Parga, J. A., Reshad, M., Klinke, T. U., Hannak, W. B., & Paravina, R. D. (2009). Does gender and experience influence shade matching quality? *J Dent*, 37 Suppl 1, e40-44. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.05.012>
- Hampé-Kautz, V., Roman, T., Schwob, T., Cournault, B., & Etienne, O. (2024). In-vivo repeatability of three intra-oral spectrophotometers. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*. <https://doi.org/10.1111/jerd.13182>
- Hardan, L., Bourgi, R., Cuevás-Suarez, C., Lukomska-Szymańska, M., Monjarás-Ávila, A., Żarow, M., Jakubowicz, N., Jorquera, G., Ashi, T., Mancino, D., Kharouf, N., & Haikel, Y. (2022). Novel Trends in Dental Color Match Using Different Shade Selection Methods: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Materials*, 15. <https://doi.org/10.3390/ma15020468>
- Hattab, F. N., Qudeimat, M. A., & al-Rimawi, H. S. (1999). Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent*, 11(6), 291-310. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1999.tb00413.x>
- Hill, B., Roger, T., & Vorhagen, F. (1997). Comparative analysis of the quantization of color spaces on the basis of the CIELAB color-difference formula. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 16, 109-154. <https://doi.org/10.1145/248210.248212>
- Ibraheem, N., Hasan, M., Khan, R. Z., & Mishra, P. (2012). Understanding Color Models: A Review. *ARNP Journal of Science and Technology*, 2.
- Igiel, C., Lehmann, K. M., Ghinea, R., Weyhrauch, M., Hangx, Y., Scheller, H., & Paravina, R. D. (2017). Reliability of visual and instrumental color matching. *J Esthet Restor Dent*, 29(5), 303-308. <https://doi.org/10.1111/jerd.12321>
- International Commission on, I. (2011). *CIE S 017/E:2011 – International Lighting Vocabulary*. <https://cie.co.at/publications/cie-s-017e2011-international-lighting-vocabulary>
- Ismail, E. H., & Paravina, R. D. (2022). Color adjustment potential of resin composites: Optical illusion or physical reality, a comprehensive overview. *J Esthet Restor Dent*, 34(1), 42-54. <https://doi.org/10.1111/jerd.12843>
- Jasinevicius, T. R., Curd, F. M., Schilling, L., & Sadan, A. (2009). Shade-matching abilities of dental laboratory technicians using a commercial light source. *J Prosthodont*, 18(1), 60-63. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2008.00376.x>
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*, 32 Suppl 1, 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>

- Karamouzos, A., Papadopoulos, M., Kolokithas, G., & Athanasiou, A. (2007). Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of oral rehabilitation*, 34 8, 613-621. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2842.2007.01744.X>
- Khashayar, G., Bain, P. A., Salari, S., Dozic, A., Kleverlaan, C. J., & Feilzer, A. J. (2014). Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent*, 42(6), 637-644. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.017>
- Kheng, L. W. (2005). Color Spaces and Color-Difference Equations.
- Kim, A. R., Kim, H.-S., & Park, S.-o. (2011). Measuring of the Perceptibility and Acceptability in Various Color Quality Measures. *Journal of the Optical Society of Korea*, 15. <https://doi.org/10.3807/JOSK.2011.15.3.310>
- Klinke, T., Hannak, W., Böning, K., Jakstat, H., & Prause, E. (2023). Visual Tooth Color Determination with Different Reference Scales as an Exercise in Dental Students' Education. *Dentistry Journal*, 11. <https://doi.org/10.3390/dj11120275>
- Klotz, A., Habibi, Y., Corcodel, N., Rammelsberg, P., Hassel, A., & Zenthöfer, A. (2018). Laboratory and clinical reliability of two spectrophotometers. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*. <https://doi.org/10.1111/jerd.12452>
- Kumar, T., & Verma, K. (2010). A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image. *International Journal of Computer Applications*, 7, 5-12. <https://doi.org/10.5120/1140-1493>
- Li, Q., & Wang, Y. (2007). Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral dental colorimeter. *Journal of oral rehabilitation*, 34 11, 848-854. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2842.2006.01678.X>
- Liberato, W. F., de Almeida, E. N., Gallito, M. A., Faria, E. S. A. L., Schneider, L. F. J., & Cavalcante, L. M. A. (2024). Influence of a gray background and the illuminant on tooth shade selection. *J Prosthet Dent*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.12.005>
- Liu, F. (2020). Dental Digital Photography From Dental Clinical Photography to Digital Smile Design. 7, 74. [https://doi.org/10.25241/stomaeduj.2020.7\(1\).bookreview.4](https://doi.org/10.25241/stomaeduj.2020.7(1).bookreview.4)
- Logvinenko, A. D. (2015). The geometric structure of color. *Journal of vision*, 15(1), 16-16.
- Luo, M. R., Cui, G., & Rigg, B. (2001). The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur*, 26(5), 340-350.
- Mackenzie, L., & Sharland, M. (2020). Dental Photography: a Practical Guide. *Dental Update*. <https://doi.org/10.12968/denu.2020.47.10.802>
- Mancini, K., & Sidoriak, J. (2017). Equipment and Technology. 1-21. <https://doi.org/10.4324/9781315693125-1>
- McLaren, E. A., Figueira, J., & Goldstein, R. E. (2017). A Technique Using Calibrated Photography and Photoshop for Accurate Shade Analysis and Communication. *Compend Contin Educ Dent*, 38(2), 106-113.
- Menini, M., Rivolta, L., Manauta, J., Nuvina, M., Kovacs-Vajna, Z., & Pesce, P. (2024). Dental Color-Matching Ability: Comparison between Visual Determination and Technology. *Dentistry Journal*, 12. <https://doi.org/10.3390/dj12090284>
- Millán, D. F., Torreira, G., & De La Peña, V. A. (2019). Using a repositioning splint to determine reproducibility in the color registers of a dental spectrophotometer. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*. <https://doi.org/10.1111/jerd.12532>

- Miranda, M. (2012). Effect of Gender, Experience, and Value on Color Perception. *Operative Dentistry*, 37(3), 228-233. <https://doi.org/10.2341/10-057-c>
- Nickerson, D. (1946). The Munsell color system. *Illum Eng*, 41(7), 549-560.
- O'Brien, W. J., Hemmendinger, H., Boenke, K. M., Linger, J. B., & Groh, C. L. (1997). Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater*, 13(3), 179-185. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(97\)80121-2](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(97)80121-2)
- Paolone, G., Scolavino, S., Gherlone, E., & Spagnuolo, G. (2021). Direct Esthetic Composite Restorations in Anterior Teeth: Managing Symmetry Strategies. *Symmetry*, 13(5), 797. <https://www.mdpi.com/2073-8994/13/5/797>
- Paravina, R. D., Ghinea, R., Herrera, L. J., Bona, A. D., Igiel, C., Linninger, M., Sakai, M., Takahashi, H., Tashkandi, E., & Perez Mdel, M. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*, 27 Suppl 1, S1-9. <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>
- Paravina, R. D., Pérez, M. M., & Ghinea, R. (2019). Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent*, 31(2), 103-112. <https://doi.org/10.1111/jerd.12465>
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., & Hämmerle, C. H. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*, 81(8), 578-582. <https://doi.org/10.1177/154405910208100815>
- Pérez, M., Ghinea, R., Rivas, M., Yebra, A., Ionescu, A., Paravina, R., & Herrera, L. (2016). Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 32 3, 461-467. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.12.008>
- Perez, M. M., Ghinea, R., Herrera, L. J., Carrillo, F., Ionescu, A. M., & Paravina, R. D. (2018). Color difference thresholds for computer-simulated human Gingiva. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 30(2), E24-E30.
- Ragain, J. (2016). A Review of Color Science in Dentistry: Colorimetry and Color Space. 4, 1-5. <https://doi.org/10.15226/JDOT.2016.00148>
- Salas, M., Lucena, C., Herrera, L. J., Yebra, A., Della Bona, A., & Pérez, M. M. (2018). Translucency thresholds for dental materials. *Dental Materials*, 34(8), 1168-1174.
- Sarikaya, I., & AU, G. (2009). Diş hekimliği uygulamalarında renk kavramı. *Türkiye Klinikleri J Dental*, 118, 118-129.
- Singh, A., Prasad, A., Raisingani, D., Srivastava, H., & Moryani, V. (2024). Capturing the art and science of dentistry in a lens: Digital dental photography. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27, 449-457. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_12_24
- Smith, T., & Guild, J. (1931). The C.I.E. colorimetric standards and their use. *Transactions of the Optical Society*, 33(3), 73. <https://doi.org/10.1088/1475-4878/33/3/301>
- Sturges, J., & Whitfield, T. A. (1995). Locating basic colours in the munsell space. *Color Research and Application*, 20, 364-376. <https://doi.org/10.1002/COL.5080200605>
- Tabatabaian, F., Beyabanaki, E., Alirezaei, P., & Epakchi, S. (2021). Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *J Esthet Restor Dent*, 33(8), 1084-1104. <https://doi.org/10.1111/jerd.12816>
- Wee, A., Meyer, A., Wu, W., & Wichman, C. (2016). Lighting conditions used during visual shade matching in private dental offices. *The Journal of prosthetic dentistry*, 115 4, 469-474. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.020>
- Yataco, O. E. P., Ghinea, R., & Bona, A. (2020). Color Management and Communication in Dentistry. 99-114. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42626-2_5
- Yin, F., & Huo, B. (2013). Image Transformation for Digital Printing Machine. *Applied Mechanics and Materials*, 401-403, 180-183. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.401-403.180>

Zelazko, A. (24 Dec. 2024). RGB colour model. *Encyclopedia Britannica*.

<https://www.britannica.com/science/RGB-color-model>

Zhao, W., Wang, X., Li, W., Chen, R., Zhuo, X., & Chen, J. (2025). [Effects of diverse influencing factors in clinical dental photography on depth-of-field sharpness and distortion: a comparative study]. *Zhonghua kou qiang yi xue za zhi = Zhonghua kouqiang yixue zazhi = Chinese journal of stomatology*, 60 4, 381-387.

<https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112144-20250119-00026>

BÖLÜM 3

DİŞ HEKİMLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN TRİGEMİNAL NEVRALJİ: AYIRICI TANI VE TEDAVİ YÖNETİMİ

Yasemin ÖZDEN¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi A.B.D., yasemin.ozden@afsu.edu.tr. <https://orcid.org/0009-0000-1758-6309>

Giriş

Diş hekimliği kliniğine başvuran hastalar arasında ağrı şikayetiyle gelen hasta sayısı azımsanmayacak kadar fazladır. Dental kaynaklı ağrıların doğru bir şekilde sınıflandırılıp doğru tanı koyulabilmesi, dental ağrı sınıfına girmeyen ağrıların dışlanabilmesi ve dental tedavilerin doğru planlanması açısından büyük önem taşır (Zakrzewska & Linskey, 2014).

TN hastaları ağrı şikayetiyle çoğu zaman ilk olarak diş hekimine başvurmakta, TN ağrıları dental ağrılarla karıştırılabilmekte ve bu durum, gereksiz restoratif tedaviler, hatta diş çekimi gibi geri dönüşü olmayan müdahalelere yol açabilmektedir (Zakrzewska & Akram, 2011). Nöropatik karakter taşıyan TN vakalarında, gereksiz restoratif ya da endodontik girişimler ağrıyı gideremediği gibi hastanın şikayetini daha da karmaşık hale getirebilir. (Baad-Hansen & Benoliel, 2017).

Mekanizmalarına göre ağrı, *nöropatik*, *nosiseptif*, *deafferantasyon* ve *psikosomatik ağrılar* olmak üzere 4 grupta incelenir.

Nosiseptif ağrı; deri, kas ya da bağ dokusunda oluşan hasara bağlı olarak nosiseptörlerin aktivasyonu sonucu ortaya çıkan ağrıdır. Nosiseptif ağrılara örnek olarak diş ağrıları, eklem kireçlenmelerinden, enfeksiyonlardan meydana gelen ağrılar örnek olarak gösterilebilir. Basit ağrı kesiciler bu tip ağrıların giderilmesi etkilidir.

Nöropatik ağrı; periferik ya da santral sinir sistemi yapılarında oluşan sorunlardan dolayı ortaya çıkar (Häuser et al., 2020). Sinirler aşırı duyarlı bir hale geldiğinden, sinire uygulanan baskı ya da gerilim ağrılarda artış oluşturabilir. TN ağrıları bu gruptandır (Häuser et al., 2020). Donuk karakterli ve devamlılığı olan pulpal ağrılar ile ani, paroksizmal ve tetiklenebilir nitelikteki TN ağrılarının doğru tanımlanması için klinik karar sürecini doğrudan etkiler (Cruccu et al., 2009; Çolak & Uğurlu, 2024). Yapılan çalışmalara bakıldığında, her birindeki ortak payda, hastalığa erken müdahale edilmesi, ağrıların azaltılma şansını artırmaktadır. Dental muayene ve tedaviler esnasında detaylı anamnez alınmalı, nöropatik ağrı ihtimali gözönünde bulundurulmalı bu şekilde daha bütüncül bir hasta yaklaşımı sağlanmış olur. Ayrıca, trigeminal nevralji (TN) ve dental ağrı ayrımının doğru yapılması, aynı zamanda hasta güvenliği, etik sorunlar ve malpraktis açısından da temel bir zorunluluktur (Ürer et al., 2022).

TN, trigeminal sinirin inervasyon alanında ortaya çıkan, şiddetli, neredeyse her zaman tek taraflı ve paroksizmal karakterde, elektrik çarpması hissine benzer ani ve bıçak saplanır tarzda tekrarlayan ağrı ataklarıyla karakterize bir klinik tablodur (Bendtsen et al., 2019). TN'nin yıllık insidansı yaklaşık 100.000 kişide 4 olup, kadınlarda erkeklere kıyasla yaklaşık iki kat daha fazla görülmektedir (MacDonald et al., 2000). Bu durum, genellikle 50 ila 60 yaş aralığındaki bireylerde daha sık gözlenmektedir. Ayrıca, hastalığın yüzün sağ tarafını sol tarafa oranla yaklaşık beş kat daha fazla etkilediği belirtilmiştir (MacDonald et al., 2000).

Trigeminal sinir, duyu ve motor fonksiyonları içeren üç ana dal aracılığıyla yüz bölgesine yayılım göstermektedir [1]:

- Oftalmik dal (V₁): Saçlı deri, alın, üst göz kapağı ve burun ucunun duyusunu iletmekle görevlidir.
- Maksiller dal (V₂): Alt göz kapağı, burun kenarı, üst dudak ile birlikte üst dişler ve diş etlerinin duyuusal iletiminden sorumludur.

- Mandibular dal (V₃): Alt dudak, alt dişler ve diş etleri, çene, çene kemiği ve kulağın belirli bölgelerinin duyusunu taşıırken, aynı zamanda çiğneme kaslarını innerve ederek motor işlevlerden sorumludur. Ayrıca çiğneme kaslarını da innerve eder [1].

TN, neredeyse her zaman tek taraflıdır ve trigeminal sinirin herhangi bir dalını ya da tüm dallarını etkileyebilir; ancak en yaygın tutulum, ikinci maksiller (V₂) ve üçüncü mandibular (V₃) dallarda görülmektedir (Nurmikko, 2009). Bu ağrı, trigeminal sinirin inervasyon alanı ile sınırlı olup, genellikle kısa süreli ancak tekrarlayıcı niteliktedir. Bu nedenle, trigeminal sinirin anatomik dağılımının iyi bilinmesi, tanı sürecinde büyük önem taşımaktadır (Nurmikko, 2009).

TN'nin Sınıflandırılması

1. Klasik TN Tip 1 (Tipik, Primer): Klasik TN, sıklıkla trigeminal sinirin vasküler bir yapılar tarafından sıkıştırılması sonucu sinir kökünde atrofi ve/veya yer değiştirme ile karakterizedir (MacDonald et al., 2000). Nörovasküler kompresyon dışında belirgin bir etiyolojik faktör genellikle saptanamaz. Bu kompresyon, trigeminal sinirin kök giriş bölgesinde fokal demiyelinizasyona neden olarak, siniri ektopik ya da ephaptik ilettime yatkın hâle getirebilir (Drangsholt & Truelove, 2001). Klinik olarak bu form, çoğunlukla tek taraflı, paroksizmal nitelikte kısa süreli ancak şiddetli ağrı atakları ile karakterizedir ve özellikle 50 yaş üzerindeki bireylerde daha sık görülmektedir [10]. Bunun yanı sıra, sinüs bölgesine yönelik cerrahi girişimler, oral cerrahi prosedürler veya yüz bölgesine yönelik travmalar da trigeminal sinirde yapısal hasara yol açarak benzer semptomlara neden olabilir (Drangsholt & Truelove, 2001; Perkins & Kehlet, 2000).

2. Sekonder TN Tip 2 (Atipik, Semptomatik): Sekonder TN, altta yatan bir sistemik veya yapısal hastalığın sonucu olarak ortaya çıkan bir ağrı sendromudur. Bu formda, hastaların önemli bir kısmında klinik muayene sırasında duysal değişiklikler gözlemlenir. Ağrı, yalnızca paroksizmal nitelikte olabileceği gibi, paroksizmal ataklara eşlik eden sürekli veya sürekliye yakın ağrı ile de karakterize olabilir. Semptomatik TN'ye neden olabilen başlıca hastalıklar arasında multipl skleroz (MS), sarkoidoz, Lyme hastalığı, skleroderma ve sistemik lupus eritematozus gibi inflamatuvar ve otoimmün hastalıklar yer alırken, serebellopontin açı bölgesinde yer alan benign tümörler gibi santral yerleşimli kitle lezyonları da bu formun etiyolojisinde önemli rol oynamaktadır (Cruccu et al., 2009; MacDonald et al., 2000). Bu olgularda trigeminal sinir ağrısı, doğrudan patolojinin sinir üzerindeki etkisine bağlı olarak gelişmektedir. Tanıda, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) mutlaka değerlendirilmelidir, zira klinik bulgular tek başına sekonder TN'yi dışlamada yeterli değildir. MRG'nin uygulanamadığı durumlarda ise trigeminal refleks testleri, alternatif tanı yöntemleri arasında yer alabilir (Bendtsen et al., 2019).

Klasik ve sekonder TN formlarının ayırt edilmesi hem tedavi stratejilerinin belirlenmesi hem de hastalığın prognozunun öngörülmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Klasik TN'de farmakolojik tedavi ve cerrahi müdahaleler ön plandayken, semptomatik TN'de esas yaklaşım, altta yatan hastalığın etkin bir şekilde kontrol altına alınmasına yöneliktir (Gronseth et al., 2008).

3. İdiyopatik TN: Elektrofizyolojik testlerde ve MRG'de anlamlı bir patoloji saptanamayan, yalnızca paroksizmal ya da sürekli ağrı ile seyreden TN formudur. Tanısal değerlendirmelere rağmen yüz ağrısının açık bir nedeni bulunamadığında, bu olgulara idiyopatik TN tanısı konulmaktadır (Gronseth et al., 2008).

TN Ağrısının Özellikleri ve Tetikleyici Faktörler

TN’de ağrı, hafif dokunuş, tıraş olma, çiğneme, yüz yıkama, makyaj yapma, diş fırçalama veya ağız içinin çeşitli uyaranlara maruz kalması gibi günlük aktivitelerle tetiklenebilir ya da şiddetlenebilir. TN’nin karakteristik özelliklerinden olan bu kütanöz veya mukozal tetik noktaları “trigger zone” olarak adlandırılır. Ağrı atağı sırasında hastalar genellikle yüzlerine dokunmaktan kaçınır. Bu durum, ağrıyı hafifletmek amacıyla yüzü ovuşturma veya tutma eğiliminin görüldüğü diş ağrısı gibi diğer ağrı sendromlarından TN’yi ayıran önemli bir özelliktir (Bagheri et al., 2004).

Tek bir ağrı atağının yaşanması nadir olup, hastalar genellikle saniyeler veya saatler içinde tekrarlayan, keskin ve şiddetli ağrı atakları bildirmektedir. Ataklar arasında ağrı tamamen kaybolur. Ağrıya sıklıkla yüz tikleri veya kontraktürleri eşlik eder. Bu yüzden TN’ye Tic Doulereux da denir. TN’ye bağlı ağrı genellikle uyku sırasında ortaya çıkmaz; bu özellik, hastaları gece uykusundan uyandırabilen migren tipi baş ağrılarından ayırt edilmesine yardımcı olmaktadır. İlk ağrı atağının ardından, semptomlar tekrarlamadan önce aylar veya yıllar süren bir remisyon dönemi görülebilir. TN ölümcül bir hastalık olmamakla birlikte, son derece zorlayıcı ve yaşam kalitesini belirgin şekilde düşüren bir durumdur. Ağrının şiddeti nedeniyle bazı hastalar, yaklaşan bir atağın korkusuyla günlük aktivitelerden veya sosyal etkileşimlerden kaçınma eğilimi gösterebilir (Drangsholt & Truelove, 2001).

TN için Tanı Stratejileri

TN tanısı, büyük ölçüde hastanın ayrıntılı tıbbi öyküsü ve klinik muayene bulgularına dayanmaktadır. Nöropatik ağrılar, nevraljiform baş ağrıları ve çeşitli orofasiyal ağrı sendromları ile önemli ölçüde örtüşmesi nedeniyle ayırıcı tanı aşaması güçlükler içerebilmektedir. Yüz ağrısına yol açabilen 140’tan fazla tıbbi durum bulunduğundan, doğru tanının konulması ve uygun tedavi yaklaşımının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Gronseth et al., 2008). Diş hekimleri, TN’nin erken teşhisinde ve yönetiminde önemli bir role sahiptir, çünkü hastalar genellikle yüz, diş veya ağız bölgesinde hissedilen ağrı şikâyetleriyle ilk olarak diş hekimlerine başvurmaktadır (Drangsholt & Truelove, 2001; Gronseth et al., 2008).

TN’si olan bireylerde, şiddetli ağrı nedeniyle diş fırçalamaktan kaçınılması yaygın bir durum olup, bu durum kötü ağız hijyeni ve eşlik eden oral hastalıkların gelişme riskini artırmaktadır. (Gronseth et al., 2008). Ayrıca, TN vakalarının çoğu, diş hekimleri tarafından sinüzit ve ya temporomandibular eklem (TMJ) bozukluğu ile karıştırılarak yanlış teşhisin konulabildiği belirtilmiştir (Burchiel, 2003). TN tanısının kesinleştirilebilmesi için küme baş ağrısı, postherpetik nevralji, TME bozukluğu gibi benzer semptomlara sahip başka hastalıkların dışlanması gerekmektedir (Dikmen, 2024).

Ayırıcı Tanı

Küme Baş Ağrısı (Cluster Headache): Genellikle tek taraflı, orbital bölgeye lokalize, son derece şiddetli ağrı atakları ile karakterizedir. TN’dan ayırt edilmesini sağlayan başlıca özellikler; ağrının göz arkasında yoğunlaşması, ipsilateral oküler konjesyon, lakrimasyon, rinore ve geçici Horner sendromu gibi otonomik semptomların eşlik etmesidir. Ataklar genelde 15 dakika ile 3 saat arasında sürmekte olup, döngüsel bir patern sergiler. Bu dönemlerde, haftalar boyunca günde birçok kez tekrarlayan ataklar gözlenebilirken, dönemler arası aylar süren remisyonlar görülebilir (Dikmen, 2024).

Paroksizmal hemikrania: Küme baş ağrısı ile benzer klinik özellikler gösteren, ancak kendine özgü ayırt edici nitelikleri olan bir primer baş ağrısı türüdür. Bu bozukluk, tek taraflı, göz çevresinde yoğunlaşan şiddetli ağrı ve ipsilateral otonom sinir sistemi bulguları (burun akıntısı, göz kızarıklığı, lakrimasyon gibi) ile karakterizedir. Bununla birlikte, paroksizmal hemikrania atakları küme baş ağrısından daha kısa sürelidir (2-45 dakika) ve daha yüksek bir sıklıkta ortaya çıkar (günde 5-30 atak). Tanısal açıdan en dikkat çekici özelliği, indometazin tedavisine belirgin ve hızlı yanıt vermesidir (Arslan et al., 2021; Bahra, 2023).

SUNCT (Short-lasting Unilateral Neuralgiform headache attacks with Conjunctival injection and Tearing): Özellikle 50 yaş üzeri erkeklerde görülen bu nadir baş ağrısı sendromu, göz çevresinde lokalize ani başlayan, kısa süreli (5 saniye–4 dakika), şiddetli, yanıcı ağrı atakları ile karakterizedir. Günde 5–6 kez tekrar edebilen bu ataklara konjonktival hiperemi, lakrimasyon, göz kapağı ödemi ve burun akıntısı gibi otonomik belirtiler eşlik eder. Ayırıcı tanıda TN ile karışabilir; ancak SUNCT genellikle trigeminal sinirin oftalmik dalını (V1) etkiler ve otonomik semptomlar daha belirgindir. Benzer bir tablo olan SUNA (Short-lasting Unilateral Neuralgiform headache attacks with cranial Autonomic symptoms), daha uzun atak süresi (2 saniye–10 dakika) ve daha düşük atak sıklığı ile ayırt edilir (Williams & Broadley, 2008).

Glossofaringeal nevralji: TN'nin özellikle mandibular dalını (V3) etkileyen formları ile karışabilen bu nadir sendromda, hastalar genellikle dil kökü, tonsiller fossa ve farenks çevresinde keskin, şiddetli ağrı tarifler. Ağrı sıklıkla çene açısına, kulağa veya üst servikal bölgeye yayılır. Yutma, konuşma veya esneme ile tetiklenirken, yüz bölgesine temas veya çiğneme ile genellikle ilişkisizdir. Olguların çoğunda, glossofaringeal sinirin juguler foramen civarında vasküler yapılarla teması izlenmiştir (Spina et al., 2019).

Postherpetik Nevralji (PHN): Varicella-zoster virüsüne bağlı olarak gelişen ve genellikle akut bir seyir izleyen nöropatik ağrı sendromudur. Trigeminal ganglionun tutulumu halinde yüz bölgesinde lokalize olabilir. Tipik olarak bir aydan kısa süren ağrı ile seyreder, ancak 60 yaş üzerindeki bireylerde görülme sıklığı artar (%50'nin üzerinde) ve 70 yaş üzerindeki hastalarda %75'e ulaşabilir. İmmünsüprese bireyler PHN gelişimi açısından daha yüksek risk altındadır. Nadir durumlarda ağrı bir yıldan uzun sürebilir. Ayrıca bazı TN vakalarının, herpes simpleks virüsünün latent infeksiyonuna bağlı olarak geliştiğine dair anekdotsal veriler mevcuttur. Bu nedenle, tedaviye erken dönemde antiviral ajanlarla (ör. asiklovir) başlanması önerilir (Erduran, 2023).

Bilateral Atipik Fasiyal Ağrı: Etiyolojisi henüz net olarak açıklanamamış bu sendrom, genellikle kadınlarda daha sık görülür. Ağrı sürekli, yanıcı karakterde olup tipik olarak tetikleyici bir faktör göstermez. Yüz veya ağız içi bölgelerde lokalize olabilir ve hafif derecede hiperestezi, parestezi veya dizestezi eşlik edebilir. Yapısal bir patolojiye rastlanmazken, psikopatolojik belirtiler sık görülür ve psikolojik destek tedavisi gerekebilir (Özalp Horsanali et al., 2023).

Temporomandibular Eklem (TME) Disfonksiyonu: Çiğneme kaslarının aşırı kullanımı veya spazmları sonucu gelişen, kronik seyirli bir musküler-eklem bozukluğudur. Klinik belirtiler arasında baş ağrısı (%80), çene hareketleri sırasında yüzde ağrı (%40), preauriküler bölgede ağrı (%50), eklem hareketlerinde çıtırtı sesi, kulak tıkanıklığı ve çınlama yer alır. Bazı hastalarda baş dönmesi benzeri denge bozuklukları da bildirilmiştir [5].

Atipik odontalji, Radyografik veya klinik olarak saptanabilir dental patoloji bulunmaksızın, genellikle maksiller azı dişlerinde hissedilen sürekli diş ağrısı ile karakterizedir. Yanma, sızlama veya zonklama tarzında hissedilen bu ağrıya, çoğu zaman gereksiz dental tedaviler uygulanmakta ve bu tedaviler yalnızca geçici rahatlama sağlamaktadır (Tinastepe & Oral, 2013).

Trigeminal deafferantasyon ağrısı, Diş çekimi, cerrahi girişim veya travma gibi istemsiz sinir yaralanmaları sonrası gelişen nöropatik ağrıdır. Sürekli yanma, çekilme hissi ve bölgesel ağırlık hissi ile kendini gösterir. Duyusal bozukluklar sıklıkla eşlik eder. Eğer tıbbi bir müdahiyet sonrası gelişmişse, bu durum "anestezi dolorosa" olarak adlandırılır (Zakrzewska & Akram, 2011).

Diş ve Çene Kaynaklı Sorunlar: TN tanısı konulmadan önce birçok hasta diş hekimine başvurmakta, bu durum tanı sürecini karmaşıktırmaktadır. Uygulanan dental tedaviler, TN semptomlarını şiddetlendirebilir. Bu nedenle doğru tanının konulabilmesi için dikkatli klinik değerlendirme yapılmalı ve multidisipliner bir yaklaşım benimsenmelidir (Ürer et al., 2022).

Şekil 2. Trigeminal sinirin dağılımı kapsamında, yüz bölgesine iletilen ağrının baş ve boyun kasları üzerinden yansıma paternleri. Sternocleidomastoid kasının, trigeminal sinirin birinci dalı ile ilişkili olarak daha çok göze yansıyan ağrıya neden olduğu, ikinci dalının ise öncelikli olarak yüzün lateral bölgesine ağrı yansıtma potansiyeline sahip olduğu belirtilmelidir. Bu kas gruplarının çoğu TME fonksiyonlarıyla bağlantılı olup, eklem disfonksiyonları ve bruksizm gibi durumlarda aktif hale gelebilir. (Images from C Triggerpoints 3D, used with permission) (Gerwin,

TN Nasıl Tedavi Edilir?

Birinci Basamak Tedavi

TN'nin farmakolojik tedavisinde, öncelikli olarak antikonvülsan (nöbet önleyici) ilaçlar tercih edilmektedir. Karbamazepin ve okskarbazepin gibi anti-epileptik ilaçlar, TN hastalarının büyük bir kısmında ağrı yönetiminde etkili bulunmuş, birinci basamak tedavide en yaygın kullanılan ajanlardır. Altın standart olarak kullanılan karbamazepin genellikle düşük dozlarda başlanarak hastanın ağrı kontrolü sağlanana kadar kademeli olarak doz artırımı yapılmaktadır (Gambeta et al., 2020). Ancak, bu ilaçlar hemen etki göstermediğinden, tedavi etkinliğinin değerlendirilmesi genellikle başladıktan en az iki hafta sonra yapılmalıdır (Xu et al., 2021). Karbamazepinin yaygın görülen yan etkileri arasında uyuşukluk, baş dönmesi, çift görme (diplopi) ve mide bulantısı yer almaktadır (Dean, 2012). Ayrıca, karbamazepin özellikle Asya kökenli kişilerde ciddi bir reaksiyona neden olabileceğinden başlamadan önce genetik test önerilebilir (Gambeta et al., 2020). Bu nedenle, tedavi süreci bireyselleştirilerek hastanın yanıtına ve ilacın etkinliğine bağlı olarak tedavi planı yeniden düzenlenmelidir (Di Stefano et al., 2014; Gronseth et al., 2008).

İkinci basamak tedavi

Birinci basamak tedavilere yetersiz yanıt veren veya ciddi yan etkiler (örneğin, uyuşukluk ve baş dönmesi) gelişen hastalarda, ek farmakolojik ajanlar yardımcı tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir. Kas gevşeticiler (Baklofen), Nöbet önleyici ilaçlar (lamotrigin, pimizid, fenitoin ve valproik asit) gibi ilaçlar, TN tedavisinde destekleyici ajanlar olarak

kullanılabilmektedir (Zakrzewska & Akram, 2011). Fenitoin ve fosfenitoin, ağrının hafifletilmesinde etkili bulunmuş olmasına rağmen, bu etki kısa süreli olup bu ilaçlar genellikle köprü tedavisi olarak kabul edilmektedir. Fenitoinin uzun dönem kullanımında dizatri, dişeti hiperplazisi, anemi, ataksi, kardiyak aritmiler, nistagmus, ve teratojenite gibi ciddi yan etkiler gözlemlenebilir (Attal et al., 2006). Karbamazepine yetersiz yanıt veren hastalarda klonazepam, hastaların yaklaşık %70'inde TN ağrısında belirgin bir azalma sağlar, ancak somnolans, ataksi ve bilişsel bozukluk (demans) gibi yan etkiler ortaya çıkabilmektedir (Attal et al., 2006; Xu et al., 2021). Valproik asit, paroksizmal ağrı ataklarının sıklığını azaltabilmesine rağmen, teratojenik potansiyeli nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır. Saç dökülmesi, kilo alımı, hepatotoksisite ve pankreatit riskleri nedeniyle valproik asit, ciddi advers etkiler açısından kara kutu uyarısı taşımaktadır (Xu et al., 2021). Baklofen, TN'si olan hastaların %74'ünde ağrı ataklarının sıklığını ve şiddetini azalttığı gösterilen bir kas gevşetici olup, özellikle karbamazepin gibi diğer ilaçlarla kombinasyonu etkinliğini daha da artırdığı görülmektedir. Ancak, baklofenin sedasyon, baş dönmesi ve dispepsi gibi yaygın yan etkileri bulunmaktadır (Xu et al., 2021).

Bu farmakolojik ajanların kullanımında, karaciğer hasarı, hematolojik bozukluklar, toksik epidermal nekroz ve Stevens-Johnson sendromu gibi ciddi yan etkiler potansiyel risk oluşturmaktadır (Kaniwa & Saito, 2013). Tedavi sürecinde, ilacın terapötik etkinliğini artırmak amacıyla dozaj ayarlamaları gerekebilir, ancak bu durum yan etkilerin şiddetlenmesine yol açabileceğinden dikkatli bir denge gerektirir. Klinik açıdan, hastanın yaşam kalitesini koruyarak etkili bir ağrı yönetimi sağlamak, tedavi sürecinde karşılaşılan en büyük zorluklardan biri olarak öne çıkmaktadır (Assiri et al., 2017).

Cerrahi Tedaviler

Cerrahi tedavi yöntemleri, genel olarak ablatif (sinir dokusuna müdahale ederek ağrı iletimini bozan) ve ablatif olmayan (sinir bütünlüğünü koruyarak dekompresyon sağlayan) teknikler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Literatürde, trigeminal sinire doğrudan zarar vermeksizin uygulanan tek ablatif olmayan yöntemin mikrovasküler dekompresyon (MVD) olduğu belirtilmektedir. MD, TN tedavisinde en çok başvurulmuş cerrahi yöntemlerden olup, özellikle sinir kökü basısının tespit edildiği hastalarda önemli bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, tüm cerrahi seçenekler arasında en invaziv prosedürlerden biri olarak kabul edilen bu teknik, operasyon sonrası ortalama beş günlük bir hastane yatış süresi gerektirmektedir.

Ablatif cerrahi işlemler, anatomik olarak üç farklı seviyede uygulanabilmektedir (Zakrzewska & Akram, 2011):

1. **Periferik seviyede** gerçekleştirilen işlemler, genellikle tetik bölgesi üzerinde uygulanmakta olup kriyoterapi (sinirin dondurulması), nörektomi (sinirin cerrahi olarak kesilmesi) ve alkol enjeksiyonu gibi yöntemleri içermektedir.
2. **Gasser ganglionu seviyesinde**, yani trigeminal sinirin üç ana dalının birleştiği noktada uygulanan prosedürler arasında **radıyofrekans termokoagülasyonu** (sinire düşük voltajlı elektrik akımı verilerek ısı oluşturulması), **gliserol rizolizi** (sinir liflerinin gliserol ile seçici olarak hasara uğratılması), **balon kompresyonu** (sinir üzerine mekanik basınç uygulanması) ve **stereotaktik radyocerrahi** (Gamma Knife gibi yüksek odaklanmış radyasyon teknikleri ile sinirin hedeflenmesi) yer almaktadır.

3. **Posterior fossa seviyesinde ise kısmi duyuşal rizotomi** (duyuşal iletimi sağlayan sinir liflerinin bir kısmının cerrahi olarak kesilmesi) veya yine **stereotaktik radyocerrahi** gibi yöntemler tercih edilebilmektedir (Zakrzewska & Akram, 2011).

Mikrovasküler Dekompresyon (MD)

MD, TN tedavisinde en çok başvuruşan cerrahi yöntemlerdendir. Özellikle sinir kökü basısının tespit edildiği hastalarda önemli bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmektedir (Wei et al., 2018). Bu prosedür, kraniotomi ve posterior fossa eksplorasyonu aracılığıyla gerçekleştirilerek sinir üzerine baskı uygulayan damarların tespit edilmesini ve konumunun değiştirilmesini amaçlar. Sinir ile damarın arasına yumuşak bir materyal yerleştirilerek sinir üzerindeki basının hafifletilmesi sağlanır ve böylece ağrının azalması hedeflenir. Klinik çalışmaları, bu yöntemin uygulandığı hastaların %90'ından fazlasında başarılı sonuçlar elde edildiğini ancak hastaların yaklaşık %10'unda, genellikle ilk iki yıl içinde ağrının yeniden ortaya çıktığı; beş yıl sonunda ise ağrı şiddetinin %73'e kadar tekrarlama riski taşıdığı bildirilmiştir (Xu et al., 2021). Mikrovasküler dekompresyonun etkinliği yüksek olmasına rağmen, işitme ve duyuşal kayıplar, serebellar hematom, aseptik menenjit, beyin omurilik sıvısı sızıntısı, enfarktüs, yüz kaslarında güçsüzlük ve hatta ölüm gibi ciddi komplikasyonlar içeren invaziv bir prosedür olduğu unutulmamalıdır (Shi et al., 2020).

Rizotomi

Mikrovasküler ablatif prosedürler, trigeminal sinir köküne doğrudan müdahale ederek ağrı sinyallerinin iletimini engellemeyi amaçlayan teknikler arasında yer almaktadır. Bu prosedürler; termokoagülasyonlu rizotomi, kimyasal enjeksiyon ve mekanik balon kompresyonu gibi yöntemleri içermektedir. **Termokoagülasyonlu rizotomi**, bir elektrot yardımıyla ısı enerjisi kullanarak sinir liflerini hedef alırken; **kimyasal rizotomi**, gliserol enjeksiyonu yoluyla trigeminal sinir üzerindeki iletimi baskılar (Grewal et al., 2018; Staudt et al., 2020). Rizotomi, etkin bir tedavi seçeneği olmasına karşın, ameliyat sonrası disestezi, kornea anestezi, trigeminal sinir dağılımında duyuşal kayıp ve anestezi dolorosa gibi ciddi yan etkilerle ilişkilendirilebilmektedir. **Anestezi dolorosa**, uyarıcı bir faktör olmaksızın ortaya çıkan kendiliğinden ağrı ve uyuşukluk hissi ile karakterizedir ve hastaların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir (Elahi & Ho, 2014).

Balon Kompresyon Yöntemi

Floroskopi rehberliğinde gerçekleştirilen bu teknikte, Fogarty balonlu kateter foramen ovale yoluyla trigeminal ganglion bölgesine yönlendirilerek, suda çözünebilir bir kontrast madde ile şişirilen balon aracılığıyla sinir liflerine mekanik basınç uygulanır. (Grewal et al., 2018; Staudt et al., 2020; Toda, 2008). Bu işlem, sinir iletimini bozarak ağrıyı hafifletmeyi amaçlamaktadır. Başlangıçta ağrıyı giderme oranı %80-90 arasında değişirken, beş yıl içinde tekrarlama oranı %53 olarak bildirilmiştir. Baskı süresinin uzatılması analjezik etkinliği artırabilse de komplikasyon riskini yükseltebilir. Nadir görülen komplikasyonlar arasında geçici bulanık ve çift görme ile koku alma duyusunda azalma yer alırken, literatürde ölümle sonuçlanan intrakraniyal hemoraji vakası da bildirilmiştir. (Bergenheim & Linderöth, 2008; Lee & Chen, 2003; Xu et al., 2021).

Periferik Nörektomi ve Sinir Blokajı

Periferik nörektomi, trigeminal sinirin lingual, supraorbital, alveolar ve infraorbital gibi periferik dallarına yönelik gerçekleştirilen cerrahi bir müdahaledir (Yuvaraj et al., 2019). Periferik nörektomi, özellikle ileri yaş grubundaki hastalarda mikrovasküler

dekompresyon ve diğer perkütan girişimlerin kontrendike olduğu durumlarda tercih edilen bir tedavi yöntemidir. Bu prosedürün en yaygın komplikasyonları arasında işlem uygulanan bölgede duyu kaybı, ödem ve morarma yer almakla birlikte, ciddi bir yan etkiye rastlanmamıştır (Murali & Rovit, 1996). Bu işlem, cerrahi kesi, kriyoterapi, radyofrekans lezyonlama ve alkol enjeksiyonu veya gibi çeşitli teknikler kullanılarak uygulanabilir (Ali et al., 2012). Yapılan çalışmalarda, bu prosedürü takiben ilk dönemde ağrının giderilme oranlarının %70 ila %90 arasında değiştiği, ancak ağrının tekrarlama oranının yaklaşık %20 olduğu bildirilmiştir (Xu et al., 2021).

Kriyoterapi

Fizik tedavi ve farmakolojik yaklaşımların yetersiz kaldığı durumlarda uygulanan bir tedavi yöntemidir. Ayrıca, hastaların cerrahi tedavi seçenekleri hakkında bilinçli bir karar verebilmesi için geçici bir ağrısız dönem sunabilir (Poon, 2000). Uygulama öncesinde, lokal anestezi ile hangi sinir dalının etkilendiği belirlenmeli, ardından cerrahi olarak açığa çıkarılan sinir dalları, lokal veya genel anestezi altında, doğrudan kriyoprob ile dondurulmalıdır.

İşlemin, -120°C’de gerçekleştirilmesi ve açık sinire üç kez uygulanacak şekilde, her biri iki dakikalık soğutma ve beş dakikalık dinlenme periyotları ile yapılması önerilmektedir. Uygulama sonrasında, hastaların ağrı düzeyinde hızlı bir azalma hissettiği bildirilmiştir (Poon, 2000).

Perkütanöz Radyofrekans Termokoagülasyonu

Bu yöntemde, yanak bölgesinden ilerletilen bir iğne aracılığıyla foramen ovaleye ulaşılarak gangliyon elektriksel uyarı gönderilir ve ısı enerjisi kullanılarak sinirlerin ağrı iletim eşiği yükseltilir (Toda, 2008). Yüksek başarı oranları olmasına karşın, yüz bölgesinde hissizlik ve korneada kalıcı uyuşukluk gibi komplikasyonlar nedeniyle tedavi seçeneği olarak kabul edilme oranı daha düşük kalmaktadır (Toda, 2008).

Periferik Alkol Enjeksiyonu

Periferik alkol enjeksiyonu yoluyla sinir blokajı gerçekleştirebilmek için, öncelikle lokal anestezi uygulanarak ağrının hangi sinir dalından kaynaklandığı belirlenir (Toda, 2008). İlgili bölge anestezi ile duyarsızlaştırıldıktan sonra, %100 saf alkol solüsyonundan (0.5-1ml) hedeflenen sinir bölgesine enjekte edilir.

Bu teknik, supraorbital, infraorbital, mental, maksiller ve mandibular sinir gibi çeşitli periferik sinir dallarında blokaj sağlamak amacıyla uygulanabilmektedir. Ancak, bu yöntemin tekrar edilmesi, enjeksiyon sonrası gelişebilen fibrozis nedeniyle teknik açıdan zorlayıcı olabilmektedir (Peters & Nurmikko, 2002).

Gamma Knife ve CyberKnife Radyocerrahisi

Gamma Knife radyocerrahisi (GKRC), TN tedavisinde minimal invaziv bir yöntem olup, trigeminal sinirin retrogasserion bölgesi, kökün proksimal girişi ve beyin sapını hedef alır. Sağlıklı dokuların minimal etkilenmesi nedeniyle yan etkileri sınırlıdır; ancak ağrı kontrolünün sağlanması genellikle 2-3 ay sürebilmektedir (Martínez Moreno et al., 2016).

CyberKnife radyocerrahisi (CKR) ise x-ray ışınlarını kullanarak görüntü rehberliğinde çerçevesiz bir tedavi sunar. Yüksek hassasiyetli robotik bir sistem aracılığıyla radyasyonu hedef bölgeye iletir ve çevredeki sağlıklı dokuların zarar görme riskini azaltır. GKRC ile

kıyaslandığında, CKR'nin daha hızlı ve etkili ağrı kontrolü sağladığı bildirilmiştir (Toda, 2008).

Periferik gliserol enjeksiyonu

Periferik gliserol enjeksiyonu, prensip olarak daha önce bahsedilen periferik alkol blokajı ile benzer bir yöntemle uygulanmaktadır. Bu iki teknik arasındaki temel fark, gliserolün alkolden daha yoğun bir kıvamda olması ve enjeksiyon hacminin 1 ila 1,5 ml arasında değişmesidir. Gliserol enjeksiyonuna bağlı olarak gelişebilecek olası komplikasyonlar arasında lokal şişlik, duyu kaybı ve nadiren parestezi bildirilmiştir (Yue, 2004).

Lokal steroid enjeksiyonu

Lokal steroid enjeksiyonu, medikal tedavilere dirençli ve cerrahi girişimlerden kaçınan hastalar için etkili ve güvenilir bir seçenek olarak değerlendirilmektedir. Ayaktan uygulanabilmesi ve nispeten düşük maliyetli olması, ek avantajları arasındadır.

Yapılan bir çalışmada yedi TN hastasında lokal steroid enjeksiyonlarının terapötik etkinliği incelenmiştir. Uygulama sonrasında hastaların ağrısında belirgin azalma sağlanmış ve ağrı ya tamamen ortadan kalkmış ya da tolere edilebilir düzeye gerilediği gözlenmiştir. İntraoperatif ve postoperatif dönemde herhangi bir komplikasyon bildirilmemiştir (Doğan & Işık, 2014).

Botulinum toksin enjeksiyonları

Botulinum toksin enjeksiyonları, TN ağrı kontrolünde %87 ye varan başarı oranları ve hastalar tarafından daha iyi tolere edilmeleri nedeniyle sık tercih edilmektedir (Wu et al., 2019).

Ancak botulinum toksininin analjezik etkisinin yaklaşık 3 ay kadar sürmesi, geçici olması ve uygulamadan sonra zamanla belirgin şekilde azalması dezavantajları arasındadır (Wu et al., 2019; Yoshida, 2021).

Sonuç

TN'nin klinik yönetimi, geleneksel diş hekimliği prosedürlerinden tamamen ayrılan spesifik tedavi algoritmalarına dayanmaktadır. Odontojenik ağrılar etkenin eliminasyonu ile tedavi edilirken; TN yönetimi, antikonvülsan ilaçlarla başlayan farmakolojik yaklaşımları ve dirençli olgularda mikrovasküler dekompresyon gibi nöroşirürjikal müdahaleleri içerir. Bu nedenle doğru ayırıcı tanı, hastanın uygun medikal veya cerrahi tedaviye yönlendirilmesinde hayati önem taşır. Yanlış endikasyonla uygulanan dental girişimler, TN'nin nöropatik mekanizmasını tedavi etmediği gibi, hastanın asıl ihtiyacı olan spesifik tedavi sürecine erişimini geciktirerek ağrı tablosunun karmaşıklaşmasına neden olmaktadır.

KAYNAKÇA

- Ali, F. M., Prasant, M., Pai, D., Aher, V. A., Kar, S., & Safiya, T. (2012). Peripheral neurectomies: A treatment option for trigeminal neuralgia in rural practice. *J Neurosci Rural Pract*, 3(2), 152-157. <https://doi.org/https://doi.org/10.4103/0976-3147.98218>
- Arslan, Z. B., Yildiz, D. B., & Doğan, F. B. (2021). Primer Baş Ağrıları. *Türkiye Klinikleri Oral Maxillofacial Radiology-Special Topics*, 7(2), 80-87.
- Assiri, K., Alyami, Y., Uyanik, J. M., & Romero-Reyes, M. (2017). Hypericum perforatum (St. John's Wort) as a possible therapeutic alternative for the management of trigeminal neuralgia (TN) – A case report. *Complement Ther Med*, 30, 36-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ctim.2016.10.014>
- Attal, N., Cruccu, G., Haanpää, M., Hansson, P., Jensen, T. S., Nurmikko, T., Sampaio, C., Sindrup, S., & Wiffen, P. (2006). EFNS guidelines on pharmacological treatment of neuropathic pain. *Eur J Neurol*, 13(11), 1153-1169. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2006.01511.x>
- Baad-Hansen, L., & Benoliel, R. (2017). Neuropathic orofacial pain: facts and fiction. *Cephalalgia*, 37(7), 670-679. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0333102417706310>
- Bagheri, S. C., Farhidvash, F., & Perciaccante, V. J. (2004). Diagnosis and treatment of patients with trigeminal neuralgia. *The Journal of the American Dental Association*, 135(12), 1713-1717. <https://doi.org/https://doi.org/10.14219/jada.archive.2004.0124>
- Bahra, A. (2023). Paroxysmal hemicrania and hemicrania continua: Review on pathophysiology, clinical features and treatment. *Cephalalgia*, 43(11), 03331024231214239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/03331024231214239>
- Bendtsen, L., Zakrzewska, J. M., Abbott, J. a., Braschinsky, M., Di Stefano, G., Donnet, A., Eide, P. K., Leal, P. R. L., Maarbjerg, S., & May, A. (2019). European Academy of Neurology guideline on trigeminal neuralgia. *Eur J Neurol*, 26(6), 831-849. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ene.13950>
- Bergenheim, A. T., & Linderöth, B. (2008). Diplopia after balloon compression of retrogasserian ganglion rootlets for trigeminal neuralgia: technical case report. *Neurosurgery*, 62(2), E533-534; discussion E534. <https://doi.org/https://doi.org/10.1227/01.neu.0000316025.58915.10>
- Burchiel, K. J. (2003). A new classification for facial pain. *Neurosurgery*, 53(5), 1164-1166; discussion 1166-1167. <https://doi.org/https://doi.org/10.1227/01.neu.0000088806.11659.d8>
- Cruccu, G., Biasiotta, A., Di Rezze, S., Fiorelli, M., Galeotti, F., Innocenti, P., Mameli, S., Millefiorini, E., & Truini, A. (2009). Trigeminal neuralgia and pain related to multiple sclerosis. *Pain*, 143(3), 186-191. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.026>
- Çolak, G., & Uğurlu, M. (2024). Restoratif diş hekimliğinde güncel tedavi yaklaşımlarının değerlendirilmesi. *Aydın Dental Journal*, 10(1), 47-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.17932/IAU.DENTAL.2015.009>
- Dean, L. (2012). Carbamazepine Therapy and HLA Genotype. In V. M. Pratt, S. A. Scott, M. Pirmohamed, B. Esquivel, B. L. Kattman, & A. J. Malheiro (Eds.), *Medical Genetics Summaries*. National Center for Biotechnology Information (US).

- Di Stefano, G., La Cesa, S., Truini, A., & Cruccu, G. (2014). Natural history and outcome of 200 outpatients with classical trigeminal neuralgia treated with carbamazepine or oxcarbazepine in a tertiary centre for neuropathic pain. *Headache Pain*, 15, 1-5.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1129-2377-15-34>
- Dikmen, P. Y. (2024). Küme Başağrısı: Epidemiyoloji. *Türkiye Klinikleri Neurology-Special Topics*, 17(3), 14-19.
- Doğan, R., & Işık, K. (2014). Trigeminal nevralji tedavisinde lokal steroid enjeksiyonu. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, 20(3).
- Drangsholt, M., & Truelove, E. L. (2001). Trigeminal neuralgia mistaken as temporomandibular disorder. *Evid Based Dent Pract*, 1(1), 41-50.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1067/med.2001.116846>
- Elahi, F., & Ho, K. W. (2014). Anesthesia dolorosa of trigeminal nerve, a rare complication of acoustic neuroma surgery. *Case Rep Neurol Med*, 2014, 496794.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2014/496794>
- Erduran, F. (2023). Postherpetik Nevralji Tanısıyla Takip Edilen Hastaların Demografik ve Klinik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Health Sci*, 8(2), 157-161.
<https://doi.org/https://doi.org/10.51754/cusbed.1259432>
- Gambeta, E., Chichorro, J. G., & Zamponi, G. W. (2020). Trigeminal neuralgia: An overview from pathophysiology to pharmacological treatments. *Mol Pain*, 16, 1744806920901890. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1744806920901890>
- Gerwin, R. (2020). Chronic facial pain: Trigeminal neuralgia, persistent idiopathic facial pain, and myofascial pain syndrome—an evidence-based narrative review and etiological hypothesis. *Int J Environ Res Public Health*, 17(19), 7012.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph17197012>
- Grewal, S. S., Kerezoudis, P., Garcia, O., Quinones-Hinojosa, A., Reimer, R., & Wharen, R. E. (2018). Results of Percutaneous Balloon Compression in Trigeminal Pain Syndromes. *World Neurosurg*, 114, e892-e899.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.03.111>
- Gronseth, G., Cruccu, G., Alksne, J., Argoff, C., Brainin, M., Burchiel, K., Nurmikko, T., & Zakrzewska, J. M. (2008). Practice parameter: the diagnostic evaluation and treatment of trigeminal neuralgia (an evidence-based review): report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the European Federation of Neurological Societies. *Neurology*, 71(15), 1183-1190.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000326598.83183.04>
- Häuser, W., Baranowski, A., Messelink, B., & Wesselmann, U. (2020). Taxonomies for chronic visceral pain. *Pain Physician*, 16(6), 1129-1135.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001825>
- Kaniwa, N., & Saito, Y. (2013). The risk of cutaneous adverse reactions among patients with the HLA-A* 31: 01 allele who are given carbamazepine, oxcarbazepine or eslicarbazepine: a perspective review. *Ther Adv Drug Saf*, 4(6), 246-253.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/2042098613499791>
- Lee, S. T., & Chen, J. F. (2003). Percutaneous trigeminal ganglion balloon compression for treatment of trigeminal neuralgia, part II: results related to compression duration. *Surg Neurol*, 60(2), 149-153; discussion 153-144.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s0090-3019\(03\)00253-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s0090-3019(03)00253-2)

- MacDonald, B., Cockerell, O., Sander, J., & Shorvon, S. (2000). The incidence and lifetime prevalence of neurological disorders in a prospective community-based study in the UK. *Brain*, 123(4), 665-676. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/brain/123.4.665>
- Martínez Moreno, N. E., Gutiérrez-Sárraga, J., Rey-Portolés, G., Jiménez-Huete, A., & Martínez Álvarez, R. (2016). Long-Term Outcomes in the Treatment of Classical Trigeminal Neuralgia by Gamma Knife Radiosurgery: A Retrospective Study in Patients With Minimum 2-Year Follow-up. *Neurosurg*, 79(6), 879-888. <https://doi.org/https://doi.org/10.1227/neu.0000000000001404>
- Murali, R., & Rovit, R. L. (1996). Are peripheral neurectomies of value in the treatment of trigeminal neuralgia? An analysis of new cases and cases involving previous radiofrequency gasserian thermocoagulation. *J Neurosurg*, 85(3), 435-437. <https://doi.org/https://doi.org/10.3171/jns.1996.85.3.0435>
- Nurmikko, T. J. (2009). Pathophysiology of MS-related trigeminal neuralgia. *Pain*, 143(3), 165-166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pain.2009.03.019>
- Özalp Horsanali, B., Yilmaz, H., Uyar, M., & Eyigör, C. (2023). Nadir bir baş ağrısı nedeni; trigeminal nevralkji ve idiyopatik intrakraniyal hipertansiyon birlikteliği: Olgu sunumu. *Agri: Journal of the Turkish Society of Algology*(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.14744/agri.2021.14471>
- Perkins, F. M., & Kehlet, H. (2000). Chronic pain as an outcome of surgery. A review of predictive factors. *Anesthesiology*, 93(4), 1123-1133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1097/00000542-200010000-00038>
- Peters, G., & Nurmikko, T. J. (2002). Peripheral and gasserian ganglion-level procedures for the treatment of trigeminal neuralgia. *Clin J Pain*, 18(1), 28-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1097/00002508-200201000-00005>
- Poon, C. Y. (2000). Cryotherapy in the management of trigeminal neuralgia: a review of the literature and report of three cases. *Singapore Dent J*, 23(1 Suppl), 49-55.
- Shi, J., Qian, Y., Han, W., Dong, B., Mao, Y., Cao, J., Guan, W., & Zhou, Q. (2020). Risk Factors for Outcomes After Microvascular Decompression for Trigeminal Neuralgia. *World Neurosurg*, 136, e559-e566. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.01.082>
- Spina, A., Boari, N., Gagliardi, F., Bailo, M., Morselli, C., Iannaccone, S., & Mortini, P. (2019). The emerging role of gamma knife radiosurgery in the management of glossopharyngeal neuralgia. *Neurosurg Rev*, 42(1), 31-38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10143-017-0886-0>
- Staudt, M. D., Joswig, H., Pickett, G. E., MacDougall, K. W., & Parrent, A. G. (2020). Percutaneous glycerol rhizotomy for trigeminal neuralgia in patients with multiple sclerosis: a long-term retrospective cohort study. *Neurosurg*, 132(5), 1405-1413. <https://doi.org/https://doi.org/10.3171/2019.1.Jns183093>
- Tinastepe, N., & Oral, K. (2013). Neuropathic pain after dental treatment. *Agri: Journal of the Turkish Society of Algology*, 25(1), 1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.5505/agri.2013.55477>
- Toda, K. (2008). Operative treatment of trigeminal neuralgia: review of current techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 106(6), 788-805, 805.e781-786. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.05.033>

- Ürer, Ç. Ş., Yıldırım, Ö., Işık, B., & Şimşek, M. B. (2022). Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Kliniği'ne ağrı yakınması ile başvuran hastalarda kişilik özellikleri ve diş tedavi deneyimleri ile ağrı algısı arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 11(2), 132-139. <https://doi.org/https://doi.org/10.54617/adoklinikbilimler.1071708>
- Wei, Y., Pu, C., Li, N., Cai, Y., Shang, H., & Zhao, W. (2018). Long-Term Therapeutic Effect of Microvascular Decompression for Trigeminal Neuralgia: Kaplan-Meier Analysis in a Consecutive Series of 425 Patients. *Turk Neurosurg*, 28(1), 88-93. <https://doi.org/https://doi.org/10.5137/1019-5149.Jtn.18322-16.1>
- Williams, M. H., & Broadley, S. A. (2008). SUNCT and SUNA: Clinical features and medical treatment. *Journal of Clinical Neuroscience*, 15(5), 526-534. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jocn.2006.09.006>
- Wu, S., Lian, Y., Zhang, H., Chen, Y., Wu, C., Li, S., Zheng, Y., Wang, Y., Cheng, W., & Huang, Z. (2019). Botulinum Toxin Type A for refractory trigeminal neuralgia in older patients: a better therapeutic effect. *J Pain Res*, 12, 2177-2186. <https://doi.org/https://doi.org/10.2147/jpr.S205467>
- Xu, R., Xie, M. E., & Jackson, C. M. (2021). Trigeminal Neuralgia: Current Approaches and Emerging Interventions. *J Pain Res*, 14, 3437-3463. <https://doi.org/https://doi.org/10.2147/jpr.S331036>
- Yoshida, K. (2021). Effects of Botulinum Toxin Type A on Pain among Trigeminal Neuralgia, Myofascial Temporomandibular Disorders, and Oromandibular Dystonia. *Toxins (Basel)*, 13(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/toxins13090605>
- Yue, W. L. (2004). Peripheral glycerol injection for the relief of facial neuralgia in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 68(1), 37-41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2003.09.003>
- Yuvaraj, V., Krishnan, B., Therese, B. A., & Balaji, T. S. (2019). Efficacy of Neurectomy of Peripheral Branches of the Trigeminal Nerve in Trigeminal Neuralgia: A Critical Review of the Literature. *J Maxillofac Oral Surg*, 18(1), 15-22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12663-018-1108-1>
- Zakrzewska, J. M., & Akram, H. (2011). Neurosurgical interventions for the treatment of classical trigeminal neuralgia. *Cochrane Database Syst Rev*, 2011(9), Cd007312. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/14651858.CD007312.pub2>
- Zakrzewska, J. M., & Linskey, M. E. (2014). Trigeminal neuralgia. *Bmj*, 348. <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bmj.g474>

BÖLÜM 4

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN REZİN KOMPOZİTLERDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE SİNGLE SHADE REZİN KOMPOZİTLER

Ahmet Yasin İREN¹

¹ Arş. Gör., Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ahmtirenn@gmail.com, 0009-0006-9366-6769

1. GİRİŞ

Rezin kompozit materyaller, modern restoratif diş hekimliğinde hem estetik hem de fonksiyonel açıdan geniş bir kullanım alanı bulan, gelişen materyal teknolojileri sayesinde sürekli olarak yenilenen kompleks sistemlerdir. Adeziv diş hekimliğinin temelleri 1955'te Buonocore'un mineyi asitle pürüzlendirme yöntemini tanıtmasıyla atılmış, bu gelişme direkt kompozit restorasyonların klinik anlamda uygulanabilir hale gelmesinde önemli bir basamak olmuştur [1]. Ardından Bowen'ın 1962'de Bis-GMA monomerini geliştirmesi, kompozit rezinlerin yapısal temelini oluşturmuş ve materyallerin fiziksel dayanımını artırarak klinik kullanımını yaygınlaştırmıştır [2].

Kompozit rezinlerin artan popülaritesi yalnızca estetik beklentilerden değil, aynı zamanda minimal invaziv tedavi prensiplerinin benimsenmesinden de kaynaklanmaktadır. Diş dokusunun maksimum seviyede korunmasını hedefleyen yaklaşımda, adeziv sistemler ve kompozit rezinler önemli bir yer tutmaktadır [3]. Kompozitlerin biyomekanik dayanımı, optik özellikleri, renk uyumu, polimerizasyon davranışı, su emilimi ve çözünürlük gibi fiziksel özellikleri, klinik uzun dönem başarının belirleyici faktörleridir.

Geleneksel kompozit sistemlerinde renk seçimi klinik sürecin en kritik aşamalarından biri olarak kabul edilir. Renk seçimi hem operatörün gözlem yeteneğine hem de klinik ışık koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir [5]. Doğal dişlerin karmaşık optik yapısı; translüsensi, opalesans, floresans ve ışık saçılmasının değişken özellikleri nedeniyle, restorasyonun çevre diş dokusuyla uyumlu görünüm elde etmesini güçleştirmektedir [6].

Bu gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan single shade universal resin composite (SSURC) materyalleri, kompozit rezin teknolojisinin önemli bir dönüm noktasıdır. SSURC'ler, pigment içermeksizin tek renkle geniş bir diş tonu skalasına uyum sağlayabilmeleri sayesinde klinik uygulamaları kolaylaştırmakta ve operatör bağımlılığını azaltmaktadır [7]. Bu materyallerin optik uyumu, yapısal renk teknolojisi olarak adlandırılan bir mekanizmayla sağlanmakta olup, materyal içindeki suprananosferik parçacıkların ışığı belirli dalga boylarında kırması ve saçması ile pigment olmaksızın renk oluşumu gerçekleştirmektedir [8].

2. REZİN KOMPOZİTLERİN YAPISI VE BİLEŞENLERİ

Rezin kompozitler; organik matriks, inorganik doldurucu faz, bağlayıcı silan sistemleri ve fotobaşlatıcı mekanizmaların sinerjik birleşiminden oluşan hibrit restoratif materyallerdir. Bu bileşenler arasındaki kimyasal bütünlük, materyalin mekanik dayanımı, estetik davranışı, polimerizasyon derinliği ve oral ortamda uzun dönem stabilitesi gibi birçok kritik özelliği doğrudan belirler [11].

2.1. Organik Matris

Organik matriks, kompozit rezinlerin ana gövdesini oluşturan ve polimerizasyon reaksiyonunun gerçekleştiği fazdır. Geleneksel kompozitlerin büyük çoğunluğu Bis-GMA temelli bir matriks yapısına sahiptir. Bis-GMA, viskozitesi yüksek olduğu için yüksek doldurucu yüklenebilirliği sağlasa da akışkanlığı düşürmesi nedeniyle TEGDMA gibi seyreltici monomerlerle modifiye edilmektedir [7]. TEGDMA oranının artmasının su emilimi değerlerinde yükselişe neden olduğu gösterilmiştir [11].

UDMA ve Bis-EMA gibi alternatif monomerler, Bis-GMA'ya kıyasla daha düşük viskozite ve daha yüksek esneklik sunarak polimer ağının daha etkin şekilde oluşmasına katkı sağlar. Bis-EMA'nın hidrofilik olmadığı için su emilimini azalttığı ve renk stabilitesini olumlu yönde etkilediği çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır [8].

2.2. İnorganik Dolgu Partikülleri

İnorganik doldurucular, kompozit rezinlerin mekanik dayanımını, radyopaklığını, aşınma direncini, viskozitesini ve optik davranışını belirleyen temel fazdır. Mikrohibrit, nanofil ve nanohibrit kompozitler, partikül boyutlarına göre sınıflandırılır ve her yapı farklı klinik avantajlara sahiptir. Nano boyutlu partiküller (5-100 nm), geniş yüzey alanı sayesinde daha fazla matriks-doldurucu etkileşimi sunarak mekanik dayanımı artırır ve üstün polisajlanabilirlik sağlar [14].

Single shade kompozitlerde kullanılan suprananosferik partiküller, klasik filler sistemlerinden farklı olarak optik amaçlarla optimize edilmiş yapıdadır. Örneğin Omnichroma'da kullanılan 260 nm monodispers süprananosferikleri, ışığın kırılma indisinin manipülasyonu ile pigment kullanılmadan renk oluşumunu sağlar [8].

2.3. Bağlayıcı Sistemler ve Polimerizasyon Mekanizması

Silan bağlayıcı ajanlar, organik matriks ile inorganik doldurucu partiküller arasında moleküler köprü oluşturarak kompozit yapının bütünlüğünü sağlayan kritik bileşenlerdir [13]. Silan bağlarının bozulması, kompozit rezinlerde su Emilimi, çözünürlük, yüzey pürüzlenmesi ve mikroyapısal ayrışma gibi negatif etkiler doğurur. Kompozit rezinlerin sertleşmesi fotopolimerizasyon mekanizmasıyla gerçekleşir. Geleneksel başlatıcı olan Kamforokinon (CQ), sarı alt tonlu olduğu için bazı estetik restorasyonlarda başlangıç rengi olumsuz etkileyebilir [7]. Bu nedenle yeni nesil kompozitlerde daha geniş spektrumda aktive olabilen ve renksiz yapıda olan TPO gibi başlatıcı sistemler tercih edilmektedir.

3. REZİN KOMPOZİTLERDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

3.1. Nanoteknoloji ve Suprananoteknoloji Uygulamaları

Nanoteknoloji, son 20 yılda kompozit materyallerdeki en büyük dönüşüm alanlarından biri olmuştur. Nano boyutlu partiküller (5-100 nm), yüzey alanının büyüklüğü nedeniyle daha güçlü matriks-filler etkileşimi sağlar ve materyalde daha homojen bir dağılım oluşturur [14]. Bu, yalnızca kompozitlerin mekanik dayanımını artırmakla kalmaz, aynı zamanda yüzey pürüzlülüğünü azaltarak daha uzun süre korunabilen bir parlaklık sağlar. Suprananoteknoloji ise özellikle single shade kompozitlerin optik davranışını tanımlayan kritik bir yaklaşımdır. Suprananosferik partiküller, klasik nanofil sistemlerden farklı olarak yalnızca mekanik değil, optik amaçlarla mühendislik edilmiş tekdüze partiküllerdir. Örneğin Omnichroma'da bulunan 260 nm çapındaki $\text{SiO}_2\text{-ZrO}_2$ suprananosferleri, ışığın dalga boyu ile benzer boyutlarda oldukları için pigment gerektirmeden optik saçılmayı manipüle eder [8].

3.2. Ormocer Tabanlı Kompozitler

Ormocer tabanlı kompozitler, klasik metakrilat bazlı kompozitlere alternatif olarak geliştirilmiş ve kimyasal yapıları itibarıyla daha az monomer salınımı, daha düşük polimerizasyon büzülmesi ve daha yüksek biyouyumluluk sunan materyallerdir [9]. Ormocer yapılar üç boyutlu silikon-oksijen ağlarına sahiptir ve organik olarak modifiye edilmiş seramik matriks geleneksel Bis-GMA tabanlı matrikslere kıyasla çok daha hidrofobiktir.

Bu hidrofobik özellik, su emiliminin ciddi oranda azalmasını sağlar. Ormocer tabanlı kompozitlerin su emilimi ve çözünürlük açısından diğer materyallere göre daha stabil bir profil sunduğu görülmüştür [9]. Bu klinik açıdan önemlidir çünkü su emilimi, uzun dönem renk değişimi ve mekanik zayıflama ile yakından ilişkilidir.

3.3. Bulk-Fill Kompozitler

Bulk-fill kompozitler, klinik uygulama süresini azaltmak ve derin kavitelerde daha homojen polimerizasyon sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Geleneksel kompozitlerde 2 mm'lik tabakalar halinde uygulama gerekirken, bulk-fill materyaller 4-5 mm kalınlığa kadar tek tabakada polimerize olabilir [22].

Bu üstünlük, yüksek ışık geçirgenliği sağlayan optimize edilmiş doldurucu-matris oranı ve daha düşük viskozite profili ile ilişkilidir. Ayrıca bazı bulk-fill materyallerde stres azaltıcı monomer teknolojisi bulunur ve bu sayede polimerizasyon büzülmesinden kaynaklanan marjinal kusurlar azaltılır.

3.4. Preheating Uygulaması

Preheating uygulaması, kompozit materyalin uygulamadan önce belirli bir sıcaklığa (yaklaşık 54-68°C) ısıtılması esasına dayanır [23]. Isıtılan kompozit, viskozitesini kaybederek daha akışkan hale gelir ve kavite duvarlarına daha iyi adapte olur.

Çalışmalar preheating'in, özellikle single shade materyallerde polimerizasyon derecesini belirgin şekilde artırdığını göstermektedir. Artırılmış monomer hareketliliği sayesinde preheated kompozitler daha yoğun çapraz bağ oluşturur ve bu durum mekanik dayanımı yükseltir.

4. SINGLE SHADE REZİN KOMPOZİTLER (SSURCs)

4.1. Gelişim Süreci ve Klinik Kullanım İhtiyacı

Single shade kompozitlerin ortaya çıkışı, klinisyenlerin yıllardır yaşadığı renk uyumu problemlerinin çözümüne yönelik bir gereksinimden doğmuştur. Geleneksel çok renkli kompozit sistemlerinde klinisyen doğru rengi bulmak için A1, A2, A3 gibi farklı tonlarda ve farklı opasite seviyelerinde materyaller kullanmak zorunda kalmakta, bu durum hem stok maliyetlerini artırmakta hem de klinik süreci uzatmaktadır [27].

Bu nedenle materyal firmaları, pigment içermeyen "çevre dışı rengini kendi içinde yeniden üretebilen" optik sistemler üzerinde çalışmaya başlamış ve ilk olarak 2019

yılında Tokuyama Dental tarafından Omnichroma geliştirilmiştir [8]. Bu materyalin başarısı, tüm endüstride tek renkli kompozitlere yönelik yeni bir araştırma dalgasını başlatmıştır.

Klinik açıdan değerlendirildiğinde single shade kompozitler birçok avantaja sahiptir:

- Renk seçimi sürecinin tamamen ortadan kalkması
- Materyalin tek şırınga ile tüm renk spektrumunu karşılaması
- Pigment içermemesi nedeniyle renk değişimine yol açabilecek kimyasal süreçlerin azalması

4.2. Renk Uyumu Mekanizması: Structural Color Technology

Single shade kompozitlerin temel başarı mekanizması, optik pigmentlere değil yapısal renk fenomenine dayanır [28]. Yapısal renk, doğada kelebek kanatlarında, böceklerde ve kuş tüylerinde görülen; pigmentlere bağlı olmayan, tamamen ışığın mikroyapılarla etkileşimi sonucunda ortaya çıkan renk oluşumudur.

SSURC'lerde kullanılan suprananosferik partiküller de aynı ilkeye dayanarak ışığın saçılma davranışını kontrol edecek şekilde optimize edilmiştir. Omnichroma'nın örneğinde kullanılan 260 nm çapında monodispers $\text{SiO}_2\text{-ZrO}_2$ suprananosferleri, görünür ışığın dalga boyuna benzer ölçekte olduğundan aydınlatma altında ışığın kırılmasını ve geri saçılmasını yönlendirerek çevre dış rengini yeniden üretir [8].

Yapısal renk teknolojisinin geleneksel pigmentli kompozitlere göre avantajları:

- Pigment oksidasyonu olmadığı için sararma riski düşük
- Işık yönüne göre değişkenlik göstermediği için homojen optik görünüm
- Restorasyon sınırlarının kamufle edilmesindeki üstünlük

5. SINGLE SHADE KOMPOZİTLERİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

5.1. Polimerizasyon Derecesi

Polimerizasyon derecesi (DC), kompozit rezinlerde monomerlerin polimer ağına dönüşüm oranını ifade eden kritik bir parametredir [32]. DC değerinin düşük olması, artık monomer miktarının artmasına ve bunun sonucunda renk stabilitesinin azalmasına, mekanik dayanımın düşmesine neden olabilir.

Single shade materyallerin DC değerleri, optik yapıdaki yüksek ışık geçirgenliği sayesinde geleneksel pigmentli kompozitlere kıyasla daha avantajlı olabilir. Pigment

bulunmaması ışığın materyal içinde daha az absorbe olmasına neden olur; bu da polimerizasyon derinliğini artırır.

5.2. Su Emilimi ve Çözünürlük

Kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğü, materyalin ağız içi ortamda uzun dönem davranışını belirleyen temel fiziksel parametrelerdir [33]. Su emilimi arttıkça kompozitte hacimsel genişleme oluşur, renk stabilitesi bozulur, yüzey pürüzlülüğü artabilir.

Single shade materyallerin pigmentsiz yapısı, su emiliminin renk değişimi üzerindeki etkisini daha belirgin hale getirir; çünkü pigmentsiz yapıda renk tamamen optik saçılmaya dayandığından matriks içerisindeki su penetrasyonu optik davranışı doğrudan etkiler.

5.3. Renk Stabilitesi

Renk stabilitesi, single shade materyaller için en önemli estetik parametrelerden biridir [28]. SSURC'lerde renk oluşumu pigment üzerinden değil yapısal renk teknolojisi ile gerçekleştiğinden, renk stabilitesini etkileyen faktörler geleneksel kompozitlere göre daha farklıdır.

Pigmentsiz single shade materyallerde teorik olarak daha stabil renk oluşumu beklenir. Pigmentsiz Omnicroma ve Vittra APS Unique gibi materyallerin ΔE değerlerinin pigmentli kompozitlere göre daha düşük olduğu görülmüştür [28].

5.4. Klinik Performans ve Dayanıklılık

Single shade materyaller anterior estetik bölgede yüksek klinik başarı gösterirken posterior bölgelerde performansları materyal türüne göre değişiklik gösterebilir [31]. Posterior bölgede yüksek oklüzal streslere maruz kaldığı için mekanik dayanım ve doldurucu oranı kritik parametrelerdir.

Klinik performansı etkileyen faktörler:

- Uygulama tekniği
- Preheating kullanımı
- Fotopolimerizasyon süresi
- Tabaka kalınlığı
- Kavite tipine uygun materyal seçimi

SONUÇ

Single shade universal resin composite materyalleri, modern restoratif diş hekimliğinde estetik ve fonksiyonun aynı anda sağlanmasında önemli bir yeniliği temsil etmektedir. Geleneksel kompozitlerde renk seçim sürecinin zaman alıcı olması, pigment farklılıklarının klinisyenler arasında değişkenlik göstermesi ve restorasyon-diş dokusu arasındaki optik uyumsuzluklar uzun yıllardır bilinen problemlerdir.

SSURC'ler, pigment içermeyen yapıları ve ışık saçılmasını manipüle eden suprananosferik partikül teknolojisi sayesinde bu sorunları önemli ölçüde ortadan kaldırmış hem klinisyenlerin iş akışını kolaylaştırmış hem de estetik sonuçların öngörülebilirliğini artırmıştır [24].

Klinik performans açısından bakıldığında, anterior bölgede SSURC materyallerinin sınır hattı kamuflajı ve optik uyum açısından oldukça başarılı olduğu, posterior bölgede ise materyal seçiminin doldurucu oranı ve mekanik dayanım profiline göre yapılması gerektiği görülmektedir [31].

Gelecekte yapay zeka destekli renk analiz sistemleri, ileri ışık yönetim teknolojileri ve daha yüksek dayanımlı hibrit yapılarla desteklenen yeni nesil SSURC materyallerinin geliştirilmesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-853.
- Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963;66:57-64.
- Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry—a review. FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J.* 2000;50(1):1-12.
- Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent Mater.* 2011;27(1):29-38.
- Paravina RD, Powers JM, eds. *Esthetic Color Training in Dentistry.* Mosby; 2004.
- Lee YK. Fluorescence and opalescence of dental composites. *J Esthet Restor Dent.* 2008;20(2):140-149.
- Neumann MG, Miranda WG Jr, Schmitt CC, Rueggeberg FA, Correa IC. Molar extinction coefficients and the photon absorption efficiency of dental photoinitiators and light curing units. *J Dent.* 2005;33(6):525-532.
- Tokuyama Dental. *Omnichroma Technical Report.* 2019.
- Moszner N, Salz U. New developments of polymeric dental composites. *Prog Polym Sci.* 2001;26(4):535-576.
- Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig.* 2009;13(4):427-438.
- Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004;15(3):176-184.
- Karabela MM, Sideridou ID. Effect of the structure of silane coupling agent on sorption characteristics of solvents by dental resin-nanocomposites. *Dent Mater.* 2008;24(12):1631-1639.
- Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(10):1382-1390.
- Dietschi D, Fahl N Jr. Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update. *Br Dent J.* 2016;220(9):459-468.

- Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *J Oral Sci.* 2005;47(1):21-25.
- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent.* 2013;38(6):618-625.
- Hickel R, Roulet JF, Bayne S, et al. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clin Oral Investig.* 2007;11(1):5-33.
- Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LV. Short fiber reinforced composite: the effect of fiber length and volume fraction. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7(5):10-17.
- Vallittu PK. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent.* 1999;81(3):318-326.
- Sauro S, Osorio R, Fulgencio R, et al. Remineralisation properties of innovative light-curable resin-based dental composites containing bioactive micro-fillers. *J Mater Chem B.* 2013;1(20):2624-2638.
- Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(8):977-985.
- Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite. *J Dent Res.* 2005;84(7):663-667.
- Ikeda I, Ohta Y, Kojima A, et al. Color matching ability of a structural color composite. *Dent Mater J.* 2020;39(5):864-870.
- Ohta N, Ishikawa S. Light scattering control in suprananostructures for dental composites. *Opt Mater Express.* 2021;11(2):456-467.
- Yılmaz Atalı G, Tarçın B, Tümen EC. Clinical performance of universal chromatic composites in anterior restorations: A 1-year report. *Niger J Clin Pract.* 2022;25(4):521-528.
- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(1):1-9.
- Eliezer M, Park J, Lee IB, et al. Structural-color stability and optical mapping of universal shade composites. *Dent Mater.* 2021;37(5):e271-e285.

- Mie G. Beiträge zur Optik trüber Medien, speziell kolloidaler Metallösungen. Ann Phys. 1908;330(3):377-445.
- Yu B, Lee YK. Influence of color parameters of resin composites on their translucency. Dent Mater. 2008;24(9):1236-1242.
- Korkut B, Yanıkoğlu F, Günday M. Clinical evaluation of direct anterior composite restorations placed with a single-shade composite: A 2-year follow-up. J Esthet Restor Dent. 2023;35(1):215-224.
- Stawarczyk B, Basler T, Ender A, Roos M, Özcan M, Hämmerle CH. Effect of veneering techniques on the fracture strength of zirconia fixed dental prostheses. J Prosthet Dent. 2012;107(3):172-182.
- ISO 4049. Dentistry—Polymer-based restorative materials. International Organization for Standardization; 2019.

BÖLÜM 5

PERSİSTAN OROFASİYAL AĞRIDA PSİKOLOJİK FAKTÖRLER VE BİYOPSİKOSOSYAL YAKLAŞIM

Safiye Pelin TÜRKYILMAZ¹

¹ Uzman Dt. Bağımsız Araştırmacı, İstanbul/TÜRKİYE ORCID: 0000-0001-8367-6425 Mail: pell_in@hotmail.com

GİRİŞ

Orofasiyal ağrı, ağız, çene ve yüz bölgesini etkileyen heterojen bir klinik tabloyu kapsamakta olup, hem dental hem de dental olmayan kökenli durumları içermektedir. Geleneksel olarak orofasiyal ağrı ile fasiyal ağrı arasında yapılan kavramsal ayrım, klinik pratikte çoğu zaman tanısal güçlükler yaratmakta ve hastaların kesin tanıya ulaşmadan önce farklı diş hekimliği ve tıbbi disiplinler arasında yönlendirilmesine neden olmaktadır. Bu durum, orofasiyal ağrı bozukluklarının doğası gereği multidisipliner bir yaklaşım gerektirdiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Orofasiyal ağrı bozuklukları yaygın görülmekte olup, bireylerin yaşam kalitesini belirgin biçimde azaltmakta; kronikleştiğinde ise ciddi fiziksel disabiliteye ve psikolojik yüklenmeye yol açmaktadır. Literatürde, persistan orofasiyal ağrı yaşayan bireylerde anksiyete, depresyon, stres düzeylerinde artış ve sosyal işlevsellikte azalma sıkça bildirilmiştir (Lipton et al., 1993). Bunun yanı sıra, sosyoekonomik ve demografik eşitsizlikler hem odontojenik hem de non-odontojenik ağrıların görülme sıklığını ve tedaviye erişimi doğrudan etkilemektedir (Riley et al., 2003).

Yapısal ve nörolojik açıklamaların ötesinde, son yıllarda artan kanıtlar; stres, anksiyete, depresyon, ağrı katastrofizasyonu ve uyumsuz başa çıkma stratejileri gibi psikolojik faktörlerin, persistan orofasiyal ağrı bozukluklarının ortaya çıkışı, sürdürülmesi ve şiddetlenmesinde merkezi bir rol oynadığını göstermektedir. Bu bağlamda biyopsikososyal model, ağrı şiddetinin çoğu zaman saptanabilir doku patolojisi ile açıklanamamasını ve tedavi yanıtlarının bireyler arasında neden büyük farklılıklar gösterdiğini anlamada bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır (Bagramian et al., 2009).

Bu çerçevede, orofasiyal ağrının yalnızca periferel doku hasarı ile açıklanamayacağı; bireysel algı, bilişsel süreçler ve duygusal durumlarla şekillenen çok boyutlu bir deneyim olduğu giderek daha net biçimde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, persistan orofasiyal ağrının anlaşılmasında ağrı algısının psikolojik ve biyopsikososyal temellerinin ele alınması temel bir gereklilik haline gelmiştir.

Ağrı Algısının Psikolojik ve Biyopsikososyal Temelleri

Güncel ağrı tanımları, ağrı deneyiminin ve birey üzerindeki etkilerinin yalnızca gözlemlenebilir doku patolojisiyle açıklanamayacağını açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle ağrının zaman içinde devamlılık kazanması halinde daha belirgin hale gelmektedir. Normal iyileşme süresini aşan ya da üç aydan uzun süredir devam eden ağrı, kronik ağrı olarak tanımlanmakta; birçok hasta tarafından tercih edilen persistan ağrı kavramı da literatürde giderek daha sık kullanılmaktadır (Treede et al., 2015). Ağrı kronikleştiğinde, çoğu olguda altta yatan patolojiden bağımsız olarak ağrının kendisi hastanın temel sorunu haline gelmektedir. Bu noktada, ağrının nasıl algılandığı ve hangi bireysel faktörlerle şekillendiği sorusu klinik açıdan merkezi bir önem kazanmaktadır.

Persistan orofasiyal ağrı; yüksek düzeyde klinik karmaşıklık, tanısal belirsizlik ve bireyin yaşam kalitesi üzerinde derin etkilerle karakterizedir. Çoğu hasta için ağrıyı tamamen ortadan kaldıracabilecek tek bir tedavi yaklaşımı bulunmamaktadır. Bu nedenle, tedavi sonuçlarını belirleyen biyolojik etkenlerin yanı sıra, psikolojik ve sosyal değişkenlerin de sistematik

biçimde ele alınması gerekmektedir (Durham et al., 2010). Bazı hastalarda klinik psikolog ya da benzeri uzmanlar tarafından yürütülen yapılandırılmış psikolojik müdahaleler gerekli olabilirken, daha geniş bir hasta grubunda rutin klinik uygulamalar sırasında psikolojik ilkeleri temel alan bir yaklaşımın benimsenmesi anlamlı faydalar sağlayabilmektedir. Uzman psikolojik tedavi gereksiniminden bağımsız olarak, biyopsikososyal ilkelerin klinik yönetime entegrasyonu, hasta bakımının etkinliğini belirgin biçimde artırmaktadır (Breckons et al., 2017).

Persistan orofasiyal ağrı bozukluklarının gelişiminde; biyolojik (tıbbi durumlar, fizyolojik süreçler, genetik yatkınlık), psikolojik (bireyin ağrıya ilişkin düşünce kalıpları, inançları, duygusal durumu ve davranışsal tepkileri) ve sosyal-çevresel (travmatik yaşam olayları, kişilerarası ilişkiler, sosyoekonomik durum ve mevcut destek kaynakları) faktörlerin etkileşim halinde rol oynadığı kabul edilmektedir. Bu çok boyutlu etkileşimlerin ağrı deneyimini hangi mekanizmalarla şekillendirdiği henüz tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte, bireyler arasında belirgin farklılıklar gösterdiği bilinmektedir (Melzack, 1999).

Bu biyopsikososyal çerçeve içerisinde, ağrı deneyimini şekillendiren psikolojik değişkenlerin tümü eşit ağırlıkta değildir. Literatürde bazı bilişsel ve duygusal örüntülerin, ağrı şiddeti, işlevsellik kaybı ve tedavi yanıtı üzerinde özellikle belirleyici olduğu gösterilmiştir. Bu faktörler arasında en tutarlı ve güçlü ilişkilerden biri, ağrı katastrofizasyonu ile bildirilmiştir (Turner et al., 2007).

Ağrı Katastrofizasyonu

Ağrı ile ilişkili olumsuz sonuçlarla tutarlı biçimde bağlantılı bulunan temel psikolojik faktörlerden biri ağrı katastrofizasyonudur. Katastrofizasyon, “gerçek ya da beklenen ağrı deneyimlerine yönelik abartılı, olumsuz ve tehdit odaklı bilişsel bir yönelim” olarak tanımlanmakta (Gatchel et al., 2007); ruminasyon, çaresizlik ve büyütme bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu bilişsel stil, ağrıya ilişkin dikkat odağını artırarak tehdit algısını güçlendirmekte ve bireyin ağrı üzerinde kontrolü olmadığına dair inancını pekiştirmektedir (Sullivan et al., 1995).

Katastrofizasyonun bel ağrısı, osteoartrit, fibromiyalji ve post-cerrahi ağrı gibi pek çok kronik ağrı sendromunda daha yüksek ağrı şiddeti, artmış disabilite ve zayıf tedavi yanıtı ile ilişkili olduğu uzun süredir bilinmektedir. Orofasiyal ağrı popülasyonlarında da benzer bir örüntü görülmekte; özellikle TME bozuklukları, baş ağrısı alt tipleri ve travma sonrası trigeminal nöropatiler gibi durumlarda yüksek katastrofizasyon düzeyleri daha yoğun semptom yükü, daha fazla sağlık hizmeti kullanımı ve daha kötü klinik prognoz ile ilişkilendirilmiştir (Theunissen et al., 2012). Prospektif araştırmalar, başlangıçta yüksek katastrofizasyon düzeyine sahip bireylerde TME bozukluklarının zaman içinde daha yüksek ilerleme riski taşıdığını göstermektedir (Martinez-Calderon et al., 2019).

Katastrofizasyonun ağrı şiddeti, emosyonel distres ve işlevsellik kaybı üzerindeki etkileri, yalnızca bilişsel bir tarz olmasından değil, aynı zamanda merkezi sinir sistemi düzeyinde duyarlılığı artıran mekanizmalarla ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle katastrofizasyon, persistan ağrı koşullarında değiştirilebilir bir hedef olarak klinik açıdan önem taşır. Yakın tarihli meta analizler, katastrofizasyonun azaltılmasının ağrı deneyiminin birçok

bileşeni üzerinde anlamlı iyileşme sağladığını; özellikle bilişsel davranışçı terapinin (BDT) bu konuda en güçlü kanıta sahip yöntem olduğunu bildirmektedir (Schütze et al., 2018).

Orofasyal ağrı popülasyonlarında katastrofizasyonun rolü tutarlı biçimde gösterilmiş olsa da, farklı orofasyal ağrı alt tipleri arasında katastrofizasyon düzeylerinin nasıl değiştiğine yönelik literatür hâlen sınırlıdır. Ayrıca depresyon, anksiyete ve uyku bozukluklarının hem katastrofizasyonla hem de ağrı şiddetiyle pozitif yönde ilişkili olduğu bilinmekle birlikte, bu değişkenlerin ağrı ve katastrofizasyon ilişkisini nasıl modüle ettiğine dair çalışmalar sınırlı sayıdadır (Yun et al., 2017).

Mevcut kanıtlar, ağrı katastrofizasyonunun orofasyal ağrı hastalarında acı çekme düzeyi, tedavi yanıtı ve uzun dönem prognoz üzerinde kritik bir rol oynadığını; bu nedenle değerlendirme ve tedavide rutinde dikkate alınması gereken temel bir psikososyal bileşen olduğunu göstermektedir (Gustin et al., 2011).

Ağrı katastrofizasyonu çoğu zaman izole bir bilişsel örüntü olarak ortaya çıkmamakta; anksiyete ve depresyon gibi emosyonel durumlarla yakın etkileşim içerisinde seyretmektedir. Bu psiko patolojiler, hem katastrofik düşünce biçimlerini besleyebilmekte hem de ağrı algısının şiddetlenmesine katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle, persistan orofasiyal ağrının psikolojik boyutunu bütüncül olarak ele alabilmek için anksiyete ve depresyonun rolünün ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anksiyete ve Depresyon

Anksiyete ve depresyon, dünya genelinde yaygın görülen ve bireylerin işlevselliği üzerinde ciddi etkiler oluşturan iki temel psikolojik bozukluktur. Küresel Hastalık Yüklü çalışmaları, her iki bozukluğu da en fazla disabiliteye yol açan psikiyatrik durumlar arasında konumlandırmakta; özellikle anksiyete prevalansındaki son yıllardaki artışın COVID-19 pandemisiyle ilişkili olabileceği bildirilmektedir (Guessoum et al., 2020). Depresyon ise çökkünlük, ilgi kaybı, bilişsel yavaşlama ve sosyal geri çekilme gibi geniş bir semptom yelpazesıyla seyreden, yaşam kalitesini belirgin biçimde azaltan çok faktörlü bir emosyonel bozukluktur (Rondón Bernard, 2018).

Bu yüksek prevalans ve işlev kaybı dikkate alındığında, anksiyete ve depresyonun orofasiyal ağrı ile etkileşimi, hastaların toplam semptom yükünü önemli ölçüde artırma potansiyeline sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, anksiyete ve depresyonun hem akut hem de orofasiyal ağrı tablolarında sık görüldüğünü ve çoğu zaman ağrı şiddeti, distres düzeyi ve sağlık hizmeti kullanımı ile pozitif ilişkiler sergilediğini göstermektedir (Ananthan & Benoliel, 2020). Bununla birlikte, mevcut literatür bu ilişkinin yönü konusunda tutarlı değildir. Bazı araştırmalar anksiyete ve depresyonun ağrı gelişimi için bir risk faktörü olabileceğini öne sürerken; diğerleri persistan orofasiyal ağrının uzun süreli fiziksel ve psikolojik stres yoluyla anksiyete veya depresyonun ortaya çıkışını kolaylaştırabileceğini bildirmektedir. Bu durum, ilişkinin çift yönlü, hatta karşılıklı olarak güçlenen bir döngü oluşturduğunu düşündürmektedir (Bäck et al., 2020).

Anksiyetenin orofasiyal ağrıyla ilişkisi incelendiğinde, özellikle TME bozuklukları, migren benzeri fasiyal ağrılar, yanıcı ağız sendromu ve trigeminal nöropatilerde anksiyete düzeylerinin belirgin biçimde yüksek olduğu görülmektedir. Kronik ağrı bağlamında,

anksiyetenin ağrı beklentisini, tehdit algısını ve duyuşal hassasiyeti artırarak ağrı algısını şiddetlendirdiği öne sürülmektedir. Akut ağrı durumlarında psikolojik yanıtlar daha çok ağrı şiddetine bağlı iken, kronikleşme ile birlikte anksiyete daha kalıcı ve belirleyici bir role bürünmektedir (Machado et al., 2018).

Depresyon ve orofasiyal ağrı ilişkisine yönelik çalışmalar ise benzer biçimde heterojen sonuçlar ortaya koymaktadır. Birçok araştırma, persistan orofasiyal ağrısı olan bireylerde depresyon prevalansının yüksek olduğunu ve yaşam kalitesinde ciddi düşüşlere yol açtığını göstermektedir. Bununla birlikte, bazı popülasyonlarda depresyonun sistematik olarak yüksek olmadığı, hastalar arasında hafif, orta ve ağır düzeylerde değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir. Bu farklılıklar, orofasiyal ağrı sendromlarının biyolojik çeşitliliği, psikososyal yük, kişisel başa çıkma stratejileri ve eşlik eden uyku bozuklukları gibi faktörlerle ilişkili olabilir (Karamat et al., 2022).

Her iki psikopatolojinin de ağrı algısını, duygusal işleme süreçlerini ve merkezi duyarlılığı etkileyebildiği; bu nedenle orofasiyal ağrı deneyimini biyopsikososyal düzeyde şekillendirdiği düşünülmektedir. Anksiyete ve depresyon, yalnızca ağrı şiddetiyle değil, aynı zamanda ağrıya bağlı disabilite, sağlık hizmeti başvuruları, ilaç kullanımı ve genel prognoz ile de ilişkilidir. Bu nedenle, bu psikolojik durumların erken tanınması ve müdahale edilmesi klinik açıdan kritik önem taşımaktadır.

Mevcut kanıtlar, anksiyete ve depresyonun orofasiyal ağrı üzerinde bağımsız etkilerinin yanı sıra birbirlerini güçlendirici roller oynayabileceğini göstermektedir. Bu durum, klinisyenlerin bu psikopatolojileri yalnızca eşlik eden durumlar olarak değil, orofasiyal ağrı yönetiminde aktif olarak izlenmesi ve tedavi edilmesi gereken önemli belirleyiciler olarak görmelerini gerektirmektedir (Fong et al., 2021).

Anksiyete ve depresyonun kronik ağrı üzerindeki etkileri yalnızca emosyonel süreçlerle sınırlı değildir. Bu psikolojik durumlar, aynı zamanda uyku düzeni, ritim ve merkezi ağrı modülasyonu üzerinde de belirgin etkilere sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, uyku bozukluklarının persistan orofasiyal ağrı ile psikolojik distres arasındaki ilişkide önemli bir ara mekanizma olabileceğini düşündürmektedir.

Uyku Bozuklukları

Uyku bozuklukları, persistan orofasiyal ağrı ile yakından ilişkili olup, ağrının şiddeti, sürekliliği ve birey üzerindeki etkilerini belirleyen önemli bir biyopsikososyal faktör olarak kabul edilmektedir. Normal uyku düzeni, ağrı modülasyonu ve emosyonel denge açısından temel bir işleve sahiptir. Uyku kalitesindeki bozulma, ağrı algısının artmasına ve kronikleşme sürecinin kolaylaşmasına katkıda bulunabilmektedir (Linton & MacDonald, 2015).

Çalışmalar, kronik orofasiyal ağrıya sahip bireylerde insomnia, sık gece uyanmaları ve non-restoratif uyku gibi sorunların genel popülasyona kıyasla daha sık görüldüğünü göstermektedir. Özellikle temporomandibular eklem bozuklukları, trigeminal nöropatiler ve migren benzeri fasiyal ağrılarda uyku kalitesinin belirgin biçimde bozulduğu bildirilmiştir. Uyku sorunlarının varlığı, daha yüksek ağrı şiddeti, gündüz işlevselliğinde azalma ve artmış psikolojik distres ile ilişkilidir (Almoznino et al., 2017).

Uyku bozuklukları ile ağrı arasındaki ilişki çift yönlüdür. Yetersiz veya bölünmüş uyku, merkezi ağrı işleme mekanizmalarını olumsuz etkileyerek ağrı eşığının düşmesine ve ağrı inhibitör sistemlerin etkinliğinin azalmasına neden olabilir. Buna karşılık, persistan ağrı da uyku sürekliliğini bozarak ağrı ve uyku arasında kendini sürdüren bir döngü oluşturabilir (Sharav & Benoliel, 2008).

Psikolojik faktörler, bu etkileşimde önemli bir düzenleyici rol oynamaktadır. Anksiyete, depresyon ve ağrı katastrofizasyonu; hem uyku kalitesinin bozulması hem de ağrı şiddetinin artması ile ilişkilidir. Özellikle tekrarlayan düşünce eğilimi, uykuya dalma güçlüğü ve gece uyanmalarını artırarak ağrı deneyimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu bulgular, uyku bozukluklarının yalnızca ağrının bir sonucu değil, aynı zamanda ağrının sürdürülmesine katkıda bulunan aktif bir bileşen olduğunu düşündürmektedir.

Persistan orofasiyal ağrıların klinik yönetiminde uyku sorunlarının göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Uyku kalitesinin iyileştirilmesine yönelik yaklaşımlar, ağrı şiddeti, emosyonel durum ve genel yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler sağlayabilir. Bu nedenle, biyopsikososyal değerlendirme sürecinde uyku düzeninin ele alınması, bütüncül ve etkili bir tedavi planının önemli bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

Bu bulgular, persistan orofasiyal ağrının yalnızca semptom temelli değil, altta yatan psikolojik ve davranışsal süreçleri hedefleyen bütüncül yaklaşımlarla ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu noktada, psikolojik temelli müdahaleler ve psikososyal stratejiler, ağrının yönetiminde tamamlayıcı değil rol üstlenmektedir.

Persistan Orofasiyal Ağrıda Psikolojik Temelli Tedavi Yaklaşımları

Persistan orofasiyal ağrının yönetiminde psikolojik ve psikososyal faktörlerin dikkate alınması, klinik sonuçları belirgin biçimde etkileyen temel bir yaklaşımdır. Literatürde yer alan güçlü kanıtlar, bu faktörlerin persistan ağrının sürdürülmesinde rol oynadığını ve tedavi planlamasında mutlaka ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Biyomedikal tedaviler genellikle kısa sürede gözlemlenebilen etkiler sağlarken, psikososyal temelli müdahalelerin etkileri zamana yayılır ve tek başına herhangi bir yaklaşım çoğu zaman yeterli değildir. Bu nedenle persistan orofasiyal ağrıların yönetiminde, klinisyenin aktif problem çözme becerilerini kullanması ve tedaviyi hastaya özgü olarak uyarlaması gerekmektedir.

Özyeterliliğin Desteklenmesi

Özyeterlilik, bireyin karşılaştığı bir durum üzerinde etkili olabileceğine dair sahip olduğu inanç olarak tanımlanmaktadır. Ağrı özyeterliliği ise, hastanın ağrı varlığına rağmen günlük aktivitelerini sürdürebileceğine olan güvenini ifade eder (Bandura, 1977). Persistan orofasiyal ağrılı hastalarında yüksek özyeterlilik düzeyinin, daha iyi klinik sonuçlar ve işlevsel iyileşme ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Özyeterliliğin artırılması, kronik ağrı yönetiminde özellikle önemlidir; çünkü bu durum hastaların ağrıyı yönetmeye yönelik aktif stratejileri sürdürmelerini teşvik eder (Nicholas, 2007). Ağrıyı etkileyen biyolojik, psikolojik ve çevresel faktörlerin doğru şekilde anlaşılması, hastaların etkili özyönetim yöntemlerini seçmesine katkı sağlayarak özyeterliliği güçlendirebilir.

İnançlar, İletişim ve Hasta Anlayışı

Persistan orofasiyal ağrıların etkin yönetiminde, hastanın hastalığına dair inançları, klinisyenle kurduğu iletişim ve genel anlayışı önemli bir rol oynamaktadır. TMD'li hastalarda yapılan çalışmalar, hastaların özyönetim sürecine katılımını; hastalık hakkında yeterli bilgi sahibi olmaları, tanıya ve klinisyene güven duymaları ve daha önce ağrıyı azaltmada özyönetim stratejilerini kullanabilmiş olmaları gibi faktörlerin desteklediğini göstermiştir (Durham et al., 2010). Klinik ortamda etkili iletişim, yalnızca bilginin aktarılmasıyla sınırlı değildir; aynı zamanda klinisyenin hastayı dikkatle dinlemesi ve paylaşılan bilgileri aktif biçimde değerlendirdiğini göstermesi gerekir. Güvene dayalı bir hasta klinisyen ilişkisi, hastanın ağrıya ilişkin yanlış inanç ve kaygılarının ele alınmasını kolaylaştırarak tedavi başarısını artırır. Multidisipliner yaklaşımlar, özellikle psikolog ve diş hekimi iş birliği, bu süreçte önemli avantajlar sağlayabilir (Bonathan et al., 2014).

Katastrofizasyonun Klinik Yönetimi

Katastrofizasyon, bireyin ağrı deneyimine yönelik olarak en olumsuz senaryolara odaklandığı, tekrarlayıcı ve kontrol edilmesi güç düşüncelerle karakterize bir bilişsel örüntüdür. Bu düşünme biçimi sıklıkla anksiyete ve depresyon ile ilişkilidir ve kronik ağrı durumlarında ağrı şiddeti ile işlev kaybını artırabilmektedir. Persistan orofasiyal ağrılı ve TMD hastalarında yapılan çalışmalar, yüksek katastrofizasyon düzeylerinin daha şiddetli ve yüksek etkili ağrı ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Velly et al., 2011). Ayrıca, başlangıçta yüksek katastrofizasyon düzeyine sahip bireylerde, ilerleyen dönemlerde daha şiddetli klinik ağrı gelişme olasılığı artmaktadır. Bilişsel davranışçı temelli müdahaleler sonucunda ağrı şiddetinde görülen azalmanın, kısmen katastrofizasyon düzeylerindeki değişimlerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Durá-Ferrandis et al., 2017). Klinik uygulamada, katastrofizasyonun tanınması ve hedeflenmesi, persistan orofasiyal ağrının etkin yönetimi açısından kritik öneme sahiptir.

Psikolojik Esneklik ve Kabul Temelli Yaklaşımlar

Psikolojik esneklik, bireyin istenmeyen ya da rahatsız edici deneyimler karşısında dahi, içinde bulunduğu ana uyum sağlayabilme ve anlamlı yaşam hedefleri doğrultusunda hareket edebilme kapasitesini ifade eder. Bunun karşıtı olan deneyimsel kaçınma ise, ağrıya eşlik eden düşünce, duygu veya bedensel hislerden kaçınma eğilimini tanımlar (Hayes et al., 1999). Persistan ağrı sürecinde hastalar çoğunlukla ağrının tamamen ortadan kaldırılacağı beklentisiyle tedaviye başlar. Ancak iyileştirici seçeneklerin sınırlı olduğu durumlarda, tedavi odağının ağrıyı tamamen ortadan kaldırmaktan, ağrı ile birlikte işlevselliği artırmaya yönelmesi gerekir. Kabul ve Kararlılık Terapisi (ACT), bu yaklaşımı temel alan ve psikolojik esnekliği artırmayı hedefleyen bir tedavi modelidir. ACT temelli müdahalelerin, katastrofizasyon, anksiyete ve depresyon gibi olumsuz psikolojik faktörleri azaltarak ağrıya bağlı işlev kaybını sınırlayabildiği gösterilmiştir (Costa & Pinto-Gouveia, 2013). Klinik uygulamada, hastaların yaşamlarında anlamlı ve değerli buldukları alanlara odaklanmalarının desteklenmesi, ağrıdan kaçınma yerine yaşam kalitesini artıran bir bakış açısının geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

SONUÇ

Yukarıda ele alınan psikolojik belirleyiciler ve tedavi yaklaşımları birlikte değerlendirildiğinde, persistan orofasiyal ağrının tek boyutlu klinik algoritmalarla yönetilemeyeceği açıkça görülmektedir.

Persistan orofasiyal ağrı, yalnızca lokal doku patolojileriyle açıklanamayacak kadar karmaşık bir klinik tablo olup, ağrı deneyimi biyolojik, psikolojik ve sosyal faktörlerin etkileşimiyle şekillenmektedir. Mevcut kanıtlar; stres, anksiyete, depresyon, ağrı katastrofizasyonu, uyku bozuklukları ve düşük özyeterlik algısı gibi psikolojik faktörlerin persistan orofasiyal ağrının ortaya çıkışı, sürdürülmesi ve şiddetlenmesinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir.

Bu derlemede sunulan bulgular, orofasiyal ağrının yalnızca biyomedikal bir sorun olarak ele alınmasının tanısal gecikmelere ve yetersiz tedavi sonuçlarına yol açabileceğini düşündürmektedir. Psikolojik faktörlerin göz ardı edilmesi, ağrı şiddeti ve işlevsellik kaybının artmasıyla ilişkilidir.

Biyopsikososyal yaklaşım, persistan orofasiyal ağrının değerlendirilmesi ve yönetiminde bütüncül bir çerçeve sunmakta; klinik süreçlerde hastanın bilişsel, duygusal ve davranışsal özelliklerinin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu yaklaşım, ağrının tamamen ortadan kaldırılmasından ziyade semptomların yönetilmesini, işlevselliğin artırılmasını ve hastanın özyönetim kapasitesinin güçlendirilmesini hedeflemektedir.

Diş hekimleri ve ilgili klinisyenler açısından, persistan orofasiyal ağrının etkin yönetimi; etkili iletişim, yanlış inançların ele alınması, öz-yeterliliğin desteklenmesi ve gerektiğinde multidisipliner iş birliği ile yakından ilişkilidir.

Sonuç olarak, psikolojik faktörlerin klinik değerlendirme ve tedavi süreçlerine entegrasyonu, hasta merkezli bakımın güçlendirilmesi ve uzun dönem klinik sonuçların iyileştirilmesi açısından temel bir gerekliliktir.

KAYNAKLAR

- Almoznino, G., Benoliel, R., Sharav, Y., & Haviv, Y. (2017). Sleep disorders and chronic craniofacial pain: Characteristics and management possibilities. In *Sleep medicine reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.04.005>
- Ananthan, S., & Benoliel, R. (2020). Chronic orofacial pain. In *Journal of Neural Transmission*. <https://doi.org/10.1007/s00702-020-02157-3>
- Bäck, K., Hakeberg, M., Wide, U., Hange, D., & Dahlström, L. (2020). Orofacial pain and its relationship with oral health-related quality of life and psychological distress in middle-aged women. *Acta Odontologica Scandinavica*. <https://doi.org/10.1080/00016357.2019.1661512>
- Bagramian, R. A., Garcia-Godoy, F., & Volpe, A. R. (2009). The global increase in dental caries. A pending public health crisis. *American Journal of Dentistry*.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bonathan, C. J., Zakrzewska, J. M., Love, J., & Williams, A. (2014). Beliefs and Distress About Orofacial Pain: Patient Journey Through a Specialist Pain Consultation. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*. <https://doi.org/10.11607/ofph.1184>
- Breckons, M., Bissett, S. M., Exley, C., Araujo-Soares, V., & Durham, J. (2017). Care pathways in persistent orofacial pain: Qualitative evidence from the DEEP study. *JDR Clinical and Translational Research*. <https://doi.org/10.1177/2380084416679648>
- Costa, J., & Pinto-Gouveia, J. (2013). Experiential avoidance and self-compassion in chronic pain. *Journal of Applied Social Psychology*. <https://doi.org/10.1111/jasp.12107>
- Durá-Ferrandis, E., Ferrando-García, M., Galdón-Garrido, M. J., & Andreu-Vaillo, Y. (2017). Confirming the mechanisms behind cognitive-behavioural therapy effectiveness in chronic pain using structural equation modeling in a sample of patients with temporomandibular disorders. *Clinical Psychology and Psychotherapy*. <https://doi.org/10.1002/cpp.2114>
- Durham, J., Steele, J. G., Wassell, R. W., & Exley, C. (2010). Living with uncertainty: Temporomandibular disorders. *Journal of Dental Research*. <https://doi.org/10.1177/0022034510368648>
- Fong, L. X., Veerabhadrapa, S. K., Yadav, S., Bin Zamzuri, A. T., & Talib, R. B. (2021). Evaluation of orofacial pain and psychological comorbidities in health sciences university students. *Journal of Oral Medicine and Oral Surgery*. <https://doi.org/10.1051/mbcb/2020055>
- Gatchel, R. J., Peng, Y. B., Peters, M. L., Fuchs, P. N., & Turk, D. C. (2007). The Biopsychosocial Approach to Chronic Pain: Scientific Advances and Future Directions. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.4.581>
- Guessoum, S. B., Lachal, J., Radjack, R., Carretier, E., Minassian, S., Benoit, L., & Moro, M. R. (2020). Adolescent psychiatric disorders during the COVID-19 pandemic and lockdown. In *Psychiatry Research*. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113264>

- Gustin, S. M., Wilcox, S. L., Peck, C. C., Murray, G. M., & Henderson, L. A. (2011). Similarity of suffering: Equivalence of psychological and psychosocial factors in neuropathic and non-neuropathic orofacial pain patients. *Pain*. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.12.033>
- Hayes, S. C., Strosahl, K. D., & Wilson, K. G. (1999). Acceptance and commitment therapy: An experiential approach to behavior change. In *New York*.
- Karamat, A., Smith, J., Melek, L., & Renton, T. (2022). Psychologic Impact of Chronic Orofacial Pain: A Critical Review. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*. <https://doi.org/10.11607/ofph.3010>
- Linton, S. J., & MacDonald, S. (2015). Pain and sleep disorders: Clinical consequences and maintaining factors. In *Sleep and Pain*.
- Lipton, J. A., Ship, J. A., & Larach-Robinson, D. (1993). Estimated prevalence and distribution of reported orofacial pain in the United States. *Journal of the American Dental Association (1939)*. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1993.0200>
- Machado, M. O., Veronese, N., Sanches, M., Stubbs, B., Koyanagi, A., Thompson, T., Tzoulaki, I., Solmi, M., Vancampfort, D., Schuch, F. B., Maes, M., Fava, G. A., Ioannidis, J. P. A., & Carvalho, A. F. (2018). The association of depression and all-cause and cause-specific mortality: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *BMC Medicine*. <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1101-z>
- Martinez-Calderon, J., Jensen, M. P., Morales-Asencio, J. M., & Luque-Suarez, A. (2019). Pain Catastrophizing and Function in Individuals with Chronic Musculoskeletal Pain. A systematic review and meta-analysis. In *Clinical Journal of Pain*.
- Melzack, R. (1999). From the gate to the neuromatrix. *Pain*. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(99\)00145-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(99)00145-1)
- Nicholas, M. K. (2007). The pain self-efficacy questionnaire: Taking pain into account. *European Journal of Pain*. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2005.12.008>
- Riley, J. L., Gilbert, G. H., & Heft, M. W. (2003). Socioeconomic and demographic disparities in symptoms of orofacial pain. *Journal of Public Health Dentistry*. <https://doi.org/10.1111/j.1752-7325.2003.tb03495.x>
- Rondón Bernard, J. E. (2018). Depression: A Review of its Definition. *MOJ Addiction Medicine & Therapy*. <https://doi.org/10.15406/mojamt.2018.05.00082>
- Schütze, R., Rees, C., Smith, A., Slater, H., Campbell, J. M., & O'Sullivan, P. (2018). How Can We Best Reduce Pain Catastrophizing in Adults With Chronic Noncancer Pain? A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Journal of Pain*. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2017.09.010>
- Sharav, Y., & Benoliel, R. (2008). Orofacial Pain And Headache. In *Orofacial Pain and Headache*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7234-3412-2.X1000-0>
- Sullivan, M. J. L., Bishop, S. R., & Pivik, J. (1995). The Pain Catastrophizing Scale: Development and Validation. *Psychological Assessment*. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.4.524>

- Theunissen, M., Peters, M. L., Bruce, J., Gramke, H. F., & Marcus, M. A. (2012). Preoperative anxiety and catastrophizing: A systematic review and meta-analysis of the association with chronic postsurgical pain. In *Clinical Journal of Pain*. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e31824549d6>
- Treede, R. D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N. B., First, M. B., Giamberardino, M. A., Kaasa, S., Kosek, E., Lavand'homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., Smith, B. H., ... Wang, S. J. (2015). A classification of chronic pain for ICD-11. In *Pain*. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000160>
- Turner, J. A., Holtzman, S., & Mancl, L. (2007). Mediators, moderators, and predictors of therapeutic change in cognitive-behavioral therapy for chronic pain. *Pain*. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.09.005>
- Velly, A. M., Look, J. O., Carlson, C., Lenton, P. A., Kang, W., Holcroft, C. A., & Friction, J. R. (2011). The effect of catastrophizing and depression on chronic pain - A prospective cohort study of temporomandibular muscle and joint pain disorders. *Pain*. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.07.004>
- Yun, S. Y., Kim, D. H., Do, H. Y., & Kim, S. H. (2017). Clinical insomnia and associated factors in failed back surgery syndrome: A retrospective cross-sectional study. *International Journal of Medical Sciences*. <https://doi.org/10.7150/ijms.18926>