ORTODONTİDE KLİNİK VE DİJİTAL PERSPEKTİFLER

Editör:
DEMET SÜER TÜMEN



BİDGE Yayınları

BİDGE Yayınları

Ortodontide Klinik ve Dijital Perspektifler

Editör: DEMET SÜER TÜMEN

ISBN: 978-625-5057-62-4

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 2026-10-25
BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374
Yayın hakları © BİDGE Yayınları
www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com
Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.
Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara

İÇİNDEKİLER

ORTODONTİ ALANINDA ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİNİN KULLANIMI: SERT VE YUMUŞAK DOKU GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ 1

ASAD SHAMASNA, BURÇİN AKAN

TELEORTODONTİ VE UZAKTAN İZLEM: DİJİTAL ORTODONTİK BAKIMDA GÜNCEL UYGULAMALAR, KLİNİK KANITLAR VE SINIRLILIKLAR 46

ELİF SAĞIR

ORTODONTİDE KLİNİK MUAYENE 102

AHSEN ÖZTÜRK, ESRA ULUSOY MUTLUOL

BÖLÜM 1

ORTODONTİ ALANINDA ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİNİN KULLANIMI: SERT VE YUMUŞAK DOKU GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

ASAD SHAMASNA[1]
BURÇİN AKAN[2]

Giriş

Ortodontik tanı ve tedavi planlaması, uzun yıllar boyunca klinik muayene bulgularının yanı sıra alçı çalışma modelleri, standart hasta fotoğrafları ve iki boyutlu radyografik kayıtların değerlendirilmesine dayandırılmıştır. Bu tanısal yöntemler arasında önemli bir yere sahip olan lateral sefalometrik radyografi, kraniyofasiyal yapıların standart koşullar altında açısal ve doğrusal ölçümler aracılığıyla değerlendirilmesine olanak sağlamıştır (Broadbent, 1931). Bununla birlikte, üç boyutlu anatomik yapıların iki boyutlu bir düzlem üzerinde temsil edilmesi, yöntemin doğasından kaynaklanan çeşitli sınırlılıkları beraberinde getirmektedir. Özellikle anatomik yapıların süperpozisyonu,

[1]Uzm. Dt., Özel Klinik, İzmir. ORCID: 0009-0000-1542-6416
[2]Doç. Dr., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. ORCID: 0000-0001-7487-3769

bilateral yapıların birbirinden bağımsız olarak değerlendirilememesi ve yapıların X-ışını kaynağına olan uzaklıklarına bağlı olarak ortaya çıkan magnifikasyon farklılıkları, ölçümlerin doğruluğunu etkileyebilmektedir. Ayrıca, görüntüleme sırasında baş pozisyonunda meydana gelen küçük değişiklikler, açısal ve doğrusal ölçümlerde farklılıklara neden olarak farklı zamanlarda elde edilen radyografik kayıtların karşılaştırılabilirliğini sınırlayabilmektedir. Bu nedenle, geleneksel iki boyutlu görüntüleme yöntemleri, kraniyofasiyal yapıların üç boyutlu morfolojisinin, hacimsel özelliklerinin ve anatomik asimetrilerinin kapsamlı biçimde değerlendirilmesinde belirli sınırlılıklara sahiptir (Şekil 1).

Kraniyofasiyal bölgenin üç boyutlu anatomik yapısının iki boyutlu görüntülerle temsil edilmesi, uzaysal derinlik bilgisinin kaybına neden olmaktadır. Bu sınırlılığın aşılmasına yönelik olarak üç boyutlu görüntüleme ve rekonstrüksiyon teknikleri, stereoskopik yöntemlerden holografik görüntülemeye kadar uzanan kapsamlı bir teknolojik gelişim sürecinden geçmiştir. Işık dalgalarının kaydedilmesi ve yeniden oluşturulması yoluyla üç boyutlu görüntü algısının elde edilmesini sağlayan holografi ilkesinin tanımlanması, bu alandaki önemli gelişmelerden biri olmuştur (Gabor, 1948). Bilgisayarlı görüntüleme teknolojilerinin ve dijital görüntü işleme yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte, üç boyutlu görüntüleme yaklaşımları tıp ve diş hekimliği alanlarında giderek yaygınlaşmıştır. Maksillofasiyal bölgenin kesitsel görüntüleme yöntemleriyle üç boyutlu olarak değerlendirilmesi, karmaşık anatomik yapıların ve patolojik oluşumların iki boyutlu görüntüleme yöntemlerinin sınırlılıklarına bağlı kalınmaksızın ayrıntılı biçimde incelenmesine olanak sağlamıştır. Bu gelişmeler doğrultusunda, konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) diş hekimliğine yönelik, geleneksel bilgisayarlı tomografiye kıyasla genellikle daha düşük radyasyon dozu gerektiren hacimsel bir görüntüleme yöntemi olarak geliştirilmesi, üç boyutlu kesitsel görüntülemenin klinik

uygulamalarda yaygınlaşmasına önemli katkı sağlamıştır (Mozzo et al., 1998).

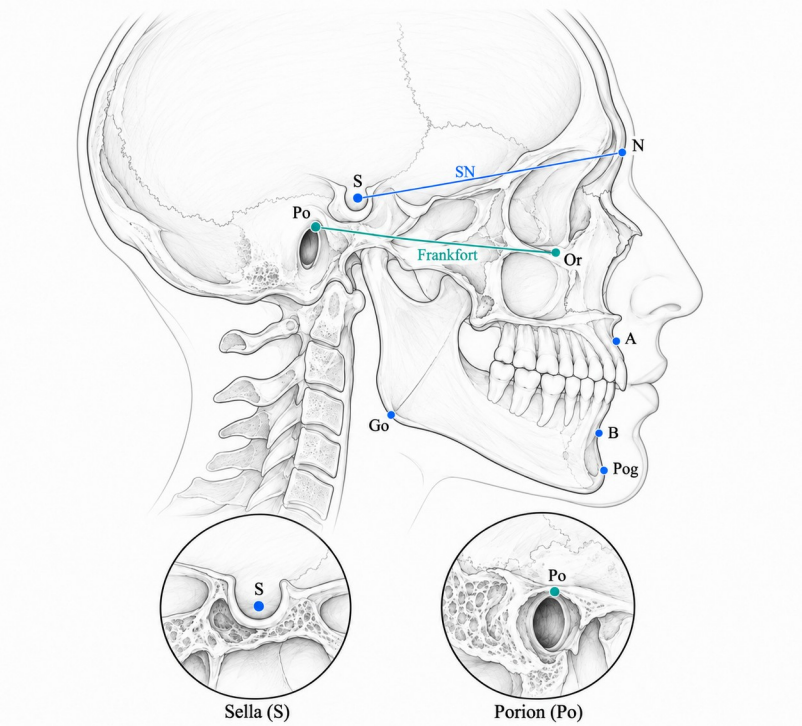
Ortodonti alanında üç boyutlu görüntüleme teknolojileri, birbirini tamamlayan iki temel yaklaşım doğrultusunda gelişim göstermiştir. Bunlardan ilki, iskeletsel ve dişsel sert dokuların üç boyutlu olarak değerlendirilmesini amaçlayan hacimsel görüntüleme yöntemleridir. Bu yöntemlerin başında gelen konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), kraniyofasiyal yapıların kesitsel ve hacimsel olarak ayrıntılı biçimde incelenmesine olanak sağlamasının yanı sıra, elde edilen aynı veri seti üzerinden üç boyutlu sefalometrik analizlerin gerçekleştirilmesini de mümkün kılmaktadır (Scarfe & Farman, 2008). İkinci yaklaşım ise yüz yumuşak dokularının morfolojik özelliklerinin iyonize radyasyon kullanılmaksızın değerlendirilmesini sağlayan üç boyutlu yüzey görüntüleme yöntemlerini kapsamaktadır. Stereofotogrametri ile lazer ve yapılandırılmış ışık teknolojilerine dayalı yüzey tarama sistemleri, bu grupta yer alan başlıca görüntüleme yöntemleridir (Kau et al., 2007). Bunlara ek olarak, intraoral tarayıcıların klinik uygulamalarda yaygınlaşması, geleneksel alçı modellerin yerini dijital modellerin almasına ve diş arklarının üç boyutlu ortamda ayrıntılı olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Böylece, iskeletsel sert dokulara, yüz yumuşak dokularına ve dişsel yüzeylere ilişkin üç boyutlu verilerin ortak bir dijital ortamda birleştirilmesi ve bütüncül olarak değerlendirilmesi mümkün hâle gelmiştir.

Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin gelişimi ve klinik uygulamalarda yaygınlaşması, ortodontik tanı, tedavi planlaması ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi başta olmak üzere ortodontik yaklaşımın birçok aşamasına önemli katkılar sağlamıştır. Bu yöntemler; kraniyofasiyal asimetrilerin objektif ve kantitatif olarak değerlendirilmesi, temporomandibular eklem yapılarının ayrıntılı biçimde incelenmesi, üst hava yolu ve paranazal sinüsler gibi anatomik boşlukların hacimsel analizlerinin gerçekleştirilmesi,

gömülü dişlerin üç boyutlu konumlarının belirlenmesi, kök rezorpsiyonlarının ve alveoler kemik sınırlarının değerlendirilmesi gibi çeşitli klinik alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca, büyüme ve gelişim süreçleri ile ortodontik tedavi sonucunda meydana gelen iskeletsel ve yumuşak doku değişikliklerinin izlenmesi, ortognatik cerrahi müdahalelerin planlanması ve olası tedavi sonuçlarının öngörülmesi açısından da önemli avantajlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra, üç boyutlu görüntüleme verilerinin kullanılması, hastalara mevcut anatomik durumun ve planlanan tedaviye ilişkin olası değişikliklerin görsel olarak aktarılmasını kolaylaştırarak hasta-hekim iletişiminin geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır (Kapila & Nervina, 2015).

Bu bölümde, ortodonti alanında kullanılan üç boyutlu görüntüleme sistemlerinin temel prensiplerinin, teknik özelliklerinin ve klinik uygulama alanlarının kapsamlı ve bütüncül bir yaklaşımla ele alınması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, öncelikle üç boyutlu görüntülemenin temel ilkeleri ve görüntü elde etme ile işleme süreçlerinin ortak aşamaları açıklanacaktır. Ardından, sert ve yumuşak dokuların değerlendirilmesinde kullanılan üç boyutlu görüntüleme yöntemleri; teknik özellikleri, ölçüm doğrulukları, güvenilirlikleri ve ortodontik kullanım alanları açısından ayrı ayrı incelenecektir. Son olarak, farklı görüntüleme yöntemlerinden elde edilen verilerin süperpozisyon ve veri füzyonu teknikleri aracılığıyla bütünleştirilmesi, bu yöntemlerin avantajları ve sınırlılıkları ile üç boyutlu görüntüleme alanında yapay zekâ temelli teknolojilerin güncel gelişmeleri değerlendirilecektir.

Şekil 1. Temsili lateral sefalometrik çizim, temel işaret noktaları ve Sella (S) ile anatomik Porion (Po) ayrıntıları.



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Üç Boyutlu Görüntülemenin Temel İlkeleri

İnsan görsel sistemi, derinlik algısını iki gözün farklı bakış açılarından elde ettiği görüntülerin beyinde bütünleştirilmesiyle oluşan stereopsis mekanizması aracılığıyla sağlamaktadır. Bu nedenle, tek bir bakış açısından elde edilen iki boyutlu görüntülerde derinlik algısı, perspektif, gölgelendirme ve anatomik yapıların birbiriyle örtüşmesi gibi görsel ipuçları aracılığıyla oluşturulabilmekte; ancak bu görüntüler, nesnelerin gerçek üç boyutlu geometrik yapısını ve hacimsel özelliklerini doğrudan yansıtmamaktadır. Buna karşılık, üç boyutlu görüntüleme

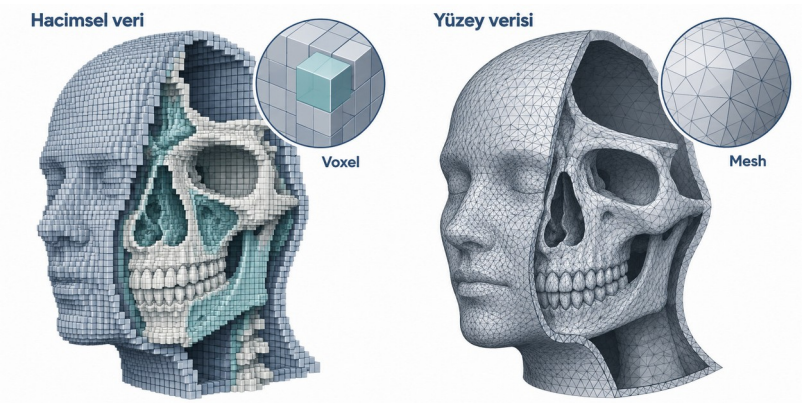
yöntemleri, nesnelerin yüzey morfolojisine veya iç anatomik yapılarına ait noktaların uzaysal konumlarının sayısal koordinatlar aracılığıyla kaydedilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede elde edilen dijital veriler farklı açılardan yeniden görüntülenebilmekte ve üç boyutlu uzayda döndürülebilmekte; uygun kalibrasyon koşullarında bu veriler üzerinde doğrusal, açısal ve hacimsel ölçümler yapılabilmektedir. Böylece üç boyutlu görüntüleme, anatomik yapıların uzaysal ilişkilerinin ve morfolojik özelliklerinin daha kapsamlı ve ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Hajeer et al., 2004).

Veri türleri: hacimsel ve yüzey veri

Diş hekimliğinde kullanılan üç boyutlu görüntüleme verileri, elde edilme yöntemlerine ve temsil ettikleri anatomik özelliklere göre hacimsel (volumetrik) veriler ve yüzey (surface) verileri olmak üzere iki temel grupta sınıflandırılmaktadır. Hacimsel görüntüleme yöntemlerinde, incelenen anatomik bölge voksel (voxel) olarak adlandırılan üç boyutlu hacim elemanlarına ayrılmakta ve her voksel, X-ışınlarının dokulardan geçişi sırasında meydana gelen zayıflamayı temsil eden bir gri değer içermektedir. Bununla birlikte, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerinden elde edilen gri değerler, kalibre edilmiş mutlak doku yoğunluğu ölçümleri olarak değerlendirilmemelidir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve KIBT sistemlerinin temelini oluşturan bu görüntüleme yaklaşımı, kemik ve diş gibi anatomik yapıların kesitsel ve üç boyutlu olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır (Scarfe & Farman, 2008). Yüzey görüntüleme yöntemlerinde ise nesnenin yalnızca dış yüzey geometrisi kaydedilmekte; elde edilen veriler, üç boyutlu uzayda konumlandırılmış nokta bulutları ve bu noktaların birleştirilmesiyle oluşturulan çokgen yüzey ağları (mesh) aracılığıyla temsil edilmektedir. Ayrıca, görüntüleme sisteminin özelliklerine bağlı olarak oluşturulan üç boyutlu yüzey modellerine gerçek renk ve doku bilgileri de eklenebilmektedir. Stereofotogrametri ve optik

yüzey tarama sistemleri bu prensibe dayanmakta olup yüzeyin altında bulunan anatomik yapılar hakkında doğrudan bilgi sağlamamaktadır (Kau et al., 2007). Hacimsel görüntüleme verileri farklı anatomik düzlemlerde kesitsel olarak incelenebilmekte ve uygun görüntü işleme yöntemleriyle üç boyutlu yüzey modellerine dönüştürülebilmektedir. Buna karşılık, yüzey görüntüleme verileri yalnızca incelenen yapının dış geometrik özelliklerini yansıtmakta ve iç anatomik yapıların doğrudan değerlendirilmesine olanak tanımamaktadır (Şekil 2).

Şekil 2. Hacimsel (voxel) ve yüzey (mesh) veri türlerinin temsili karşılaştırması.



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Hacimsel ve yüzey görüntüleme yöntemleri arasındaki bu temel farklılık, ortodontik tanı ve tedavi planlamasında kullanılan anatomik yapıların değerlendirilmesine de yansımaktadır. İskeletsel ve dişsel sert dokuların üç boyutlu incelenmesinde iyonize radyasyon kullanan hacimsel görüntüleme yöntemlerinden yararlanılırken, yüz yumuşak dokularının morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesinde iyonize radyasyon içermeyen yüzey görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır (Hajeer et al., 2004). Bu bağlamda, söz konusu görüntüleme yaklaşımları birbirinin alternatifi

olmaktan ziyade, farklı anatomik yapıların değerlendirilmesinde birbirini tamamlayan yöntemler olarak kabul edilmektedir. Ancak BT ve KIBT gibi X-ışını temelli hacimsel yöntemler iyonize radyasyon kullandığından, bu yöntemlerin kullanımı klinik endikasyonlarla sınırlandırılmalı ve radyasyon maruziyeti, tanısal görüntü kalitesinden ödün verilmeksizin mümkün olan en düşük düzeyde tutulmalıdır (ALARA ilkesi). Buna karşılık, yüzey görüntüleme yöntemlerinde iyonize radyasyon kullanılmaması, özellikle büyüme ve gelişimin izlenmesi, tedavi sürecindeki morfolojik değişikliklerin değerlendirilmesi ve uzun dönem takiplerde tekrarlayan görüntülemelerin gerçekleştirilmesi açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Görüntüleme zinciri

Kullanılan yöntemden bağımsız olarak, üç boyutlu görüntüleme süreci; veri edinimi, rekonstrüksiyon, segmentasyon (bölütleme), görselleştirme ve ölçüm olmak üzere birbirini izleyen temel aşamalardan oluşmaktadır. Veri edinimi aşamasında, incelenecek anatomik yapılara ilişkin ham görüntüleme verileri elde edilirken, rekonstrüksiyon aşamasında bu veriler işlenerek üç boyutlu hacimsel veya yüzeysel modeller oluşturulmaktadır. Segmentasyon aşamasında ise kemik, diş ve yumuşak doku gibi ilgilenilen anatomik yapılar, gri değer eşikleme veya yüzey ayrıştırma yöntemleri kullanılarak çevre dokulardan ayırt edilmekte ve analiz için uygun hâle getirilmektedir. Bu aşama, anatomik yapıların sınırlarının belirlenmesini ve dolayısıyla ölçümlerin doğruluğunu doğrudan etkilemesi bakımından kritik öneme sahiptir. Ardından, elde edilen üç boyutlu modeller görselleştirilmekte, anatomik referans noktaları belirlenmekte ve doğrusal, açısal veya hacimsel ölçümler gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte, görüntüleme sürecinin her aşaması farklı hata kaynakları içerebildiğinden, elde edilen ölçümlerin güvenilirliğinin ve tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu

doğrultuda, gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumun sınıf içi korelasyon katsayısı (Intraclass Correlation Coefficient, ICC) gibi uygun istatistiksel yöntemlerle belirlenmesi, üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin bilimsel araştırmalarda ve klinik uygulamalarda güvenilir biçimde kullanılabilmesi açısından önem taşımaktadır (Lisboa et al., 2015).

Referanslama ve doğal baş pozisyonu

Üç boyutlu görüntüleme verilerinin elde edilmesinin ardından, farklı zamanlarda veya farklı yöntemlerle oluşturulan kayıtların karşılaştırılabilmesi için ortak bir uzaysal referans sisteminde konumlandırılması gerekmektedir. Geleneksel sefalometrik değerlendirmelerde bu amaçla uzun yıllardır kullanılan doğal baş pozisyonu, bireyin başının yer çekimi doğrultusuna ve fizyolojik postüral dengesine göre tekrarlanabilir bir konumda kaydedilmesine olanak sağlamaktadır (Solow & Tallgren, 1971). Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinde ise farklı zaman noktalarında veya farklı görüntüleme sistemleriyle elde edilen verilerin ortak bir koordinat sisteminde hizalanmasını sağlayan süperimpozisyon (çakıştırma) işlemi, anatomik değişikliklerin objektif ve kantitatif olarak değerlendirilmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Bu yöntem aracılığıyla tedavi öncesi ve sonrası kayıtlar karşılaştırılabilmekte, aynı bireye ait sert ve yumuşak doku verileri ortak bir uzaysal referans sisteminde birleştirilerek meydana gelen morfolojik değişiklikler ayrıntılı biçimde incelenebilmektedir. Bununla birlikte, süperimpozisyon işlemlerinde kullanılan anatomik referans yapılarının, referans düzlemlerinin ve koordinat sistemlerinin tutarlı ve standart biçimde tanımlanması, üç boyutlu ölçümlerin doğruluğunun, güvenilirliğinin ve tekrarlanabilirliğinin sağlanması açısından temel önem taşımaktadır.

Sert Doku Görüntüleme Yöntemleri

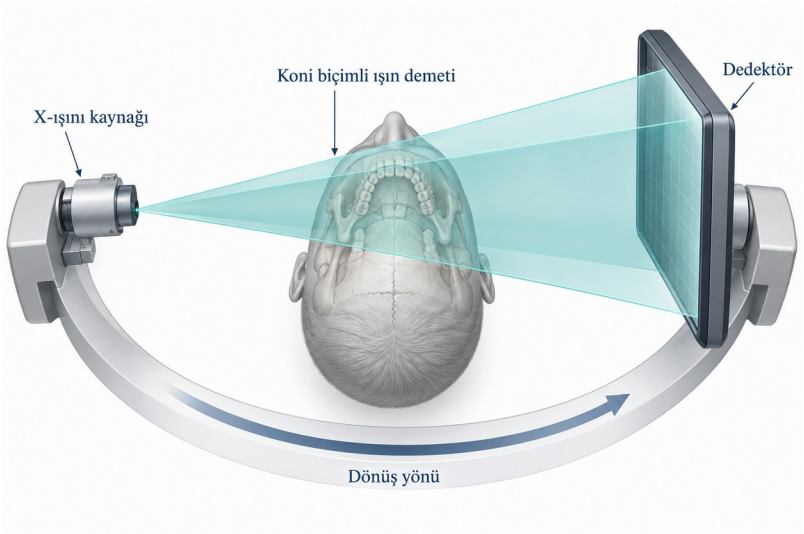
Kemik ve diş gibi mineralize sert dokular, yüksek mineral içerikleri nedeniyle X-ışınlarını çevre yumuşak dokulara kıyasla daha fazla zayıflatmakta ve bu özellikleri sayesinde radyografik görüntüleme yöntemleriyle ayrıntılı biçimde değerlendirilebilmektedir. Sert dokuların üç boyutlu incelenmesinde, anatomik yapıların iç morfolojisinin ve uzaysal ilişkilerinin hacimsel olarak görüntülenmesine olanak sağlayan iyonize radyasyon temelli tomografik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Günümüzde ortodontik tanı ve tedavi planlamasında bu amaçla en yaygın kullanılan yöntem konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) olup medikal bilgisayarlı tomografi (BT) belirli klinik endikasyonlarda, mikro-bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) ise yüksek çözünürlüklü görüntüleme gerektiren, ağırlıklı olarak in vitro ve deneysel araştırmalarda kullanılmaktadır (Scarfe & Farman, 2008).

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi: çalışma ilkesi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), adını görüntüleme sırasında kullanılan koni biçimindeki X-ışını demetinden almaktadır. Geleneksel medikal bilgisayarlı tomografi (BT) sistemlerinde, yelpaze biçimindeki X-ışını demeti ve dedektör sistemi aracılığıyla hastanın anatomik yapıları genellikle helikal tarama yöntemiyle görüntülenirken, KIBT sistemlerinde koni biçimindeki X-ışını demeti ve iki boyutlu alan dedektörü, hastanın çevresinde genellikle tek bir rotasyon gerçekleştirerek incelenecek anatomik hacme ait çok sayıda projeksiyon görüntüsü elde etmektedir (Mozzo et al., 1998). Elde edilen projeksiyon verileri, bilgisayar destekli rekonstrüksiyon algoritmaları aracılığıyla işlenerek üç boyutlu hacimsel veri setine dönüştürülmektedir. Bu veri seti, üç uzaysal eksende eşit boyutlara sahip hacim elemanlarından oluşan izotropik vokseller ile temsil edilmektedir.

İzotropik voksel yapısı, farklı anatomik düzlemlerde eşit örnekleme aralığı sağlayarak üç boyutlu rekonstrüksiyonların gerçekleştirilmesine ve uygun kalibrasyon koşullarında doğrusal ve açısal ölçümlerin yapılmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, görüntülerin gerçek uzaysal çözünürlüğü ve ölçümlerin doğruluğu yalnızca voksel boyutuna bağlı olmayıp kullanılan cihazın teknik özellikleri, görüntüleme parametreleri, rekonstrüksiyon algoritmaları ve görüntüleme koşulları gibi çeşitli faktörlerden de etkilenmektedir (Scarfe & Farman, 2008) (Şekil 3).

Şekil 3. KIBT görüntüleme geometrisi: koni biçimli ışın demeti ve dönen kaynak–dedektör sistemi. Temsili şema.



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Teknik parametreler ve radyasyon dozu

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile elde edilen hacimsel görüntülerin kapsadığı anatomik bölge, görüntüleme alanı (field of view, FOV) ile belirlenirken, görüntülerin örnekleme düzeyi voksel boyutuna bağlı olarak değişmektedir. Daha küçük voksel boyutlarının kullanılması, anatomik yapıların daha yüksek uzaysal

örnekleme düzeyinde görüntülenmesine olanak sağlayarak ince ayrıntıların ayırt edilebilirliğini artırabilmektedir. Bununla birlikte, görüntüleme alanının genişletilmesi ve daha küçük voksel boyutlarının elde edilmesi amacıyla kullanılan görüntüleme protokolleri, tüp akımı-zaman çarpımı (mAs) ve tüp gerilimi (kVp) gibi ışınlama parametreleriyle birlikte hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu etkileyebilmektedir. Özellikle yüksek çözünürlüklü görüntüleme protokolleri, kullanılan teknik parametrelere bağlı olarak radyasyon dozunda artışa neden olabilmektedir. KIBT sistemlerinin etkin radyasyon dozu, cihazın teknik özelliklerine, görüntüleme alanına ve kullanılan protokole göre değişkenlik göstermekle birlikte, genel olarak aynı anatomik bölgenin medikal bilgisayarlı tomografi ile görüntülenmesinde ortaya çıkan dozdan daha düşük, panoramik ve lateral sefalometrik radyografilerdeki dozlardan ise daha yüksek düzeydedir (Loubele et al., 2009; Ludlow et al., 2006).

Radyografik görüntüleme yöntemlerine bağlı radyasyon maruziyetinin değerlendirilmesinde kullanılan etkin doz değerleri, görüntüleme tekniğine ve uygulanan protokole göre farklılık göstermektedir. Dijital panoramik radyografilerde etkin dozun yaklaşık 6–38 µSv, lateral sefalometrik radyografilerde ise 2–10 µSv aralığında olduğu bildirilmektedir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) sistemlerinde ise etkin radyasyon dozu, kullanılan cihazın teknik özelliklerine, görüntüleme parametrelerine ve özellikle görüntüleme alanının (field of view, FOV) büyüklüğüne bağlı olarak geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir. Küçük görüntüleme alanına sahip protokollerde etkin doz onlarca µSv düzeyindeyken, geniş görüntüleme alanını kapsayan protokollerde birkaç yüz µSv düzeyine ulaşabilmekte; günümüzde kullanımdan kaldırılmış bazı eski nesil cihazlarda ise 1000 µSv’nin üzerinde değerler bildirilmektedir (Abdelkarim, 2019; Ludlow et al., 2006). Bu nedenle, özellikle çocuk ve adölesan bireylerde gereksiz

radyasyon maruziyetinin önlenmesi amacıyla görüntüleme alanının tanısal gereksinim duyulan anatomik bölgeyle sınırlandırılması ve uygun doz azaltma protokollerinin tercih edilmesi önem taşımaktadır. Nitekim, ilgili uluslararası kılavuzlarda KIBT görüntüleme endikasyonlarının bireysel klinik gereklilikler doğrultusunda gerekçelendirilmesi, görüntüleme alanının tanısal amacı karşılayacak mümkün olan en küçük boyutta seçilmesi ve radyasyon dozunun tanısal görüntü kalitesini koruyacak şekilde optimize edilmesi önerilmektedir (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, 2013; European Commission, 2012). Güncel ADA–AAOMR uzlaşı önerileri de görüntüleme kararından önce hastanın tıbbi ve dental öyküsünün, klinik bulgularının ve mevcut görüntülerinin değerlendirilmesini; KIBT'nin bireysel klinik gereklilik doğrultusunda seçilmesini vurgulamaktadır (Benavides et al., 2026).

Avantajlar, artefaktlar ve doğruluk

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) ortodontik tanı ve tedavi planlamasında sağladığı başlıca avantajlardan biri, geleneksel iki boyutlu sefalometrik radyografilerde karşılaşılan anatomik yapıların süperpozisyonu ve projeksiyona bağlı magnifikasyon hataları gibi sınırlılıkları büyük ölçüde ortadan kaldırmasıdır. Bu yöntem sayesinde bilateral anatomik yapılar birbirinden bağımsız olarak değerlendirilebilmekte, kraniyofasiyal yapılar çok düzlemli rekonstrüksiyon (multiplanar reconstruction, MPR) teknikleri aracılığıyla farklı anatomik düzlemlerde ayrıntılı biçimde incelenebilmektedir. Ayrıca, anatomik yapıların hacimsel ölçümlerinin gerçekleştirilmesi ve üç boyutlu yüzey modellerinin oluşturularak görselleştirilmesi mümkün olmaktadır. KIBT görüntüleri üzerinden gerçekleştirilen doğrusal ölçümlerin, gerçek anatomik mesafelerle yüksek düzeyde uyum gösterdiği ve ölçüm sapmalarının bir milimetrenin altında olduğu bildirilmiştir (Lascala et al., 2004). Bununla birlikte, ölçümlerin doğruluğunun kullanılan

cihazın teknik özellikleri, görüntüleme parametreleri ve anatomik referans noktalarının belirlenmesindeki hassasiyet gibi faktörlerden etkilenebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Öte yandan, konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) yumuşak doku kontrast çözünürlüğünün sınırlı olması, yumuşak dokuların anatomik detaylarının ayrıntılı biçimde değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Ayrıca, görüntüleme ve rekonstrüksiyon süreçlerinde ortaya çıkabilen çeşitli artefaktlar, görüntü kalitesini ve tanısal doğruluğu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle metalik restorasyonlar ve ortodontik apareylerden kaynaklanan ışın sertleşmesi (beam hardening) ve saçılma artefaktları, yüksek yoğunluklu yapıların çevresinde koyu ve açık renkli çizgilenmelere veya yıldız biçiminde görüntü bozulmalarına neden olabilmektedir. Görüntüleme sırasında meydana gelen hasta hareketleri ise anatomik yapıların sınırlarında bulanıklaşmaya ve görüntü netliğinin azalmasına yol açabilmektedir. Bunların yanı sıra, halka (ring) artefaktları, kısmi hacim etkisi (partial volume effect) ve örnekleme yetersizliğine bağlı örtüşme (aliasing) artefaktları da KIBT görüntülerinin kalitesini etkileyen diğer faktörler arasında yer almaktadır (Schulze et al., 2011). Söz konusu artefaktlar, anatomik yapıların doğru biçimde değerlendirilmesini ve ölçümlerin güvenilirliğini sınırlandırabildiği gibi patolojik oluşumlarla karıştırılarak hatalı tanısal yorumlara da neden olabilmektedir. Bu nedenle, KIBT görüntülerinin değerlendirilmesinde olası artefakt kaynaklarının bilinmesi, görüntüleme protokollerinin uygun şekilde düzenlenmesi ve artefaktların etkisini azaltmaya yönelik edinim ve rekonstrüksiyon parametrelerinin optimize edilmesi önem taşımaktadır.

Medikal ve mikro-bilgisayarlı tomografi

Medikal çok kesitli bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışınlı bilgisayarlı tomografiye (KIBT) kıyasla daha yüksek yumuşak doku

kontrast çözünürlüğü sağlaması ve dokuların X-ışını zayıflatma özelliklerini Hounsfield birimi (Hounsfield Unit, HU) aracılığıyla standartlaştırılmış bir ölçekte ifade edebilmesi bakımından farklılık göstermektedir. Bununla birlikte, medikal BT sistemlerinin genellikle daha yüksek iyonize radyasyon dozu gerektirmesi nedeniyle, ortodontik tanı ve tedavi planlamasında rutin bir görüntüleme yöntemi olarak kullanımı sınırlıdır. Bu yöntem, özellikle kraniyofasiyal sendromlar, tümöral lezyonlar ve kompleks maksillofasiyal travmalar gibi geniş anatomik bölgelerin ve yumuşak doku yapılarının ayrıntılı biçimde değerlendirilmesini gerektiren klinik durumlarda tercih edilebilmektedir (Loubele et al., 2009). Mikro-bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) ise mikrometre düzeyinde uzaysal çözünürlük sağlayarak mineralize dokuların ve kemiğin trabeküler mikromimarisinin ayrıntılı biçimde incelenmesine olanak tanımaktadır. Diş hekimliği ve maksillofasiyal araştırmalarda mikro-BT; çıkarılmış diş ve kemik örneklerinin, biyomateryallerin ve doku mühendisliği yapılarının üç boyutlu değerlendirilmesinde kullanılan, ağırlıklı olarak laboratuvar temelli bir yöntemdir (Campioni et al., 2020). Bu nedenle, üç boyutlu sert doku görüntüleme yöntemlerinin seçiminde elde edilmesi hedeflenen anatomik bilgi, uzaysal çözünürlük, radyasyon maruziyeti ve klinik uygulanabilirlik birlikte değerlendirilmelidir.

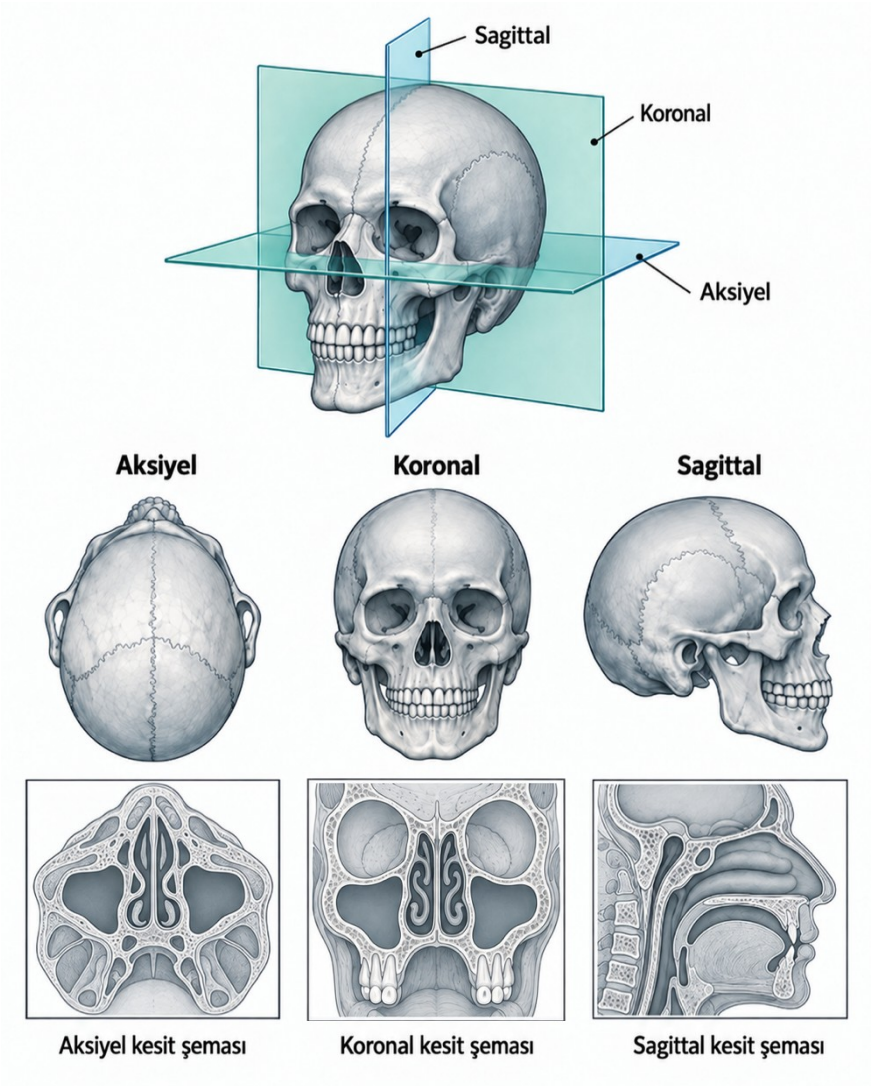
Üç boyutlu sefalometri

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile elde edilen hacimsel veriler, kraniyofasiyal yapıların üç boyutlu sefalometrik analizler aracılığıyla değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Geleneksel iki boyutlu sefalometrik analizlerde anatomik referans noktaları, üç boyutlu yapıların iki boyutlu radyografik düzlem üzerindeki izdüşümleri esas alınarak belirlenirken, üç boyutlu sefalometrik analizlerde bu noktalar hacimsel veri seti içerisinde gerçek uzaysal koordinatlarıyla tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel sefalometrik radyografilerde karşılaşılan projeksiyona

bağlı magnifikasyon farklılıkları ve anatomik yapıların süperpozisyonundan kaynaklanan sınırlılıkların büyük ölçüde giderilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, görüntülerin üç boyutlu ortamda standart referans düzlemlerine göre yeniden yönlendirilebilmesi, görüntüleme sırasında başın konumlandırılmasına bağlı farklılıkların ölçümler üzerindeki etkisini azaltabilmektedir. Bununla birlikte, iki boyutlu sefalometrik analizlerden üç boyutlu değerlendirmeye geçiş, anatomik yapıların uzaysal özelliklerini doğru biçimde yansıtabilecek yeni referans noktalarının, anatomik düzlemlerin ve ölçüm parametrelerinin geliştirilmesini gerekli kılmıştır (Swennen et al., 2006) (Şekil 4).

Üç boyutlu sefalometrik analizlerde anatomik referans noktalarının belirlenmesine ilişkin güvenilirlik, söz konusu noktaların anatomik konumlarına ve morfolojik özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri üzerinde üç boyutlu sefalometrik referans noktalarının tekrarlanabilirliğini değerlendiren bir sistematik derlemede, midsagittal düzlemde yer alan anatomik noktalar ile dişsel referans noktalarının genel olarak daha yüksek güvenilirlik gösterdiği; buna karşılık kondil, porion ve orbitale gibi eğrisel anatomik yüzeyler üzerinde konumlanan referans noktalarının belirlenmesinde güvenilirliğin daha düşük olabildiği bildirilmiştir (Lisboa et al., 2015). Aynı derlemede, sella gibi bazı anatomik referans noktalarının konumlarının yalnızca üç boyutlu rekonstrüksiyonlar üzerinden değil, çok düzlemli kesitsel görüntüler aracılığıyla da doğrulanmasının önemi vurgulanmış ve yumuşak doku referans noktalarının belirlenmesine ilişkin güvenilirliğin henüz yeterli düzeyde araştırılmadığı belirtilmiştir.

Şekil 4. Aksiyel, koronal ve sagittal düzlemler, kafatası görünümleri ve temsili kesit şemaları.



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur. Kesitler aynı bireye ait eşleşen KIBT kesitleri değildir.

Bununla birlikte, KIBT ile elde edilen hacimsel veri setlerinden iki boyutlu sefalometrik görüntülerin de oluşturulabilmesi, geleneksel sefalometrik analiz yöntemleriyle olan sürekliliğin korunmasına olanak sağlamaktadır. Bu yaklaşım sayesinde, üç boyutlu görüntülemenin sunduğu ayrıntılı anatomik değerlendirme olanaklarından yararlanılırken, elde edilen ölçümlerin geleneksel sefalometrik normlarla karşılaştırılması da mümkün hâle gelmektedir (Kumar et al., 2008).

Ortodontide sert doku görüntülemenin kullanım alanları

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), ortodontik tanı ve tedavi planlamasında tüm hastalara rutin olarak uygulanması gereken bir görüntüleme yöntemi olmayıp, üç boyutlu görüntüleme ile elde edilecek ek anatomik bilgilerin tanısal değerlendirmeye veya tedavi kararlarına anlamlı katkı sağlayabileceği seçilmiş klinik durumlarda tercih edilmektedir. Literatürde KIBT'nin ortodontik kullanım alanları arasında gömülü ve ektopik dişlerin üç boyutlu konumlarının ve komşu anatomik yapılarla ilişkilerinin belirlenmesi, faringeal hava yolunun morfolojik ve hacimsel olarak değerlendirilmesi, ortodontik mini vida yerleşimi için uygun anatomik bölgelerin belirlenmesi, kraniyofasiyal anomalilerin incelenmesi, maksiller sinüs anatomisinin ve patolojik oluşumların değerlendirilmesi, kök rezorpsiyonlarının ve alveoler kortikal kemik yapısının incelenmesi ile ortognatik cerrahi müdahalelerin planlanması ve tedavi sonuçlarının izlenmesi yer almaktadır (Abdelkarim, 2019; Kapila & Nervina, 2015). Bununla birlikte, KIBT kullanımına ilişkin endikasyonlar her hasta için bireysel olarak değerlendirilmeli ve görüntüleme kararı, elde edilecek tanısal yarar ile radyasyon maruziyetine ilişkin olası riskler göz önünde bulundurularak verilmelidir.

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) ortodontik uygulamalardaki önemli kullanım alanlarından biri, kraniyofasiyal

asimetrilerin üç boyutlu olarak değerlendirilmesidir. Geleneksel iki boyutlu radyografilerde bilateral anatomik yapıların süperpozisyonu, asimetrilerin objektif ve kantitatif olarak değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Buna karşılık, KIBT ile elde edilen hacimsel veriler, sağ ve sol kraniyofasiyal yapıların birbirinden bağımsız olarak incelenmesine ve anatomik referans noktalarının midsagittal düzleme göre konumsal farklılıklarının sayısal olarak belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu yaklaşım, asimetrinin iskeletsel veya dentoalveoler kaynaklı bileşenlerinin ayırt edilmesine, etkilenen çenelerin belirlenmesine ve asimetrinin transversal, sagittal ve vertikal düzlemlerdeki dağılımının ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine katkıda bulunmaktadır. Böylece, elde edilen üç boyutlu anatomik veriler, asimetrinin özelliklerinin daha kapsamlı biçimde ortaya konmasını sağlayarak ortodontik ve ortognatik cerrahi tedavi seçeneklerinin belirlenmesinde ve bireye özgü tedavi planlamasının oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır (Kapila & Nervina, 2015).

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) sağladığı üç boyutlu görüntüleme olanakları, temporomandibular eklemin (TME) kemiksel yapılarının ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine de önemli katkılar sağlamaktadır. Bu yöntem aracılığıyla mandibular kondilin hacmi, yüzey alanı, anatomik konumu ve bilateral simetrisi ile glenoid fossanın morfolojik özellikleri ve eklem boşluğu mesafeleri üç boyutlu olarak incelenebilmektedir. Ayrıca, kondiler yüzeylerde meydana gelen dejeneratif kemik değişikliklerinin belirlenmesi ve eklem yapılarındaki morfolojik farklılıkların değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bu doğrultuda KIBT, farklı iskeletsel maloklüzyon gruplarında kondiler konum ve morfolojinin karşılaştırılması ve ortodontik tedavi veya ortognatik cerrahi sonrasında görülebilecek kondiler yeniden şekillenmenin izlenmesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Nitekim, güncel literatürde KIBT’nin temporomandibular eklemin kemiksel yapılarını ve

dejeneratif değişikliklerini değerlendirmede panoramik radyografi ve geleneksel tomografik yöntemlere kıyasla daha ayrıntılı anatomik bilgi sağladığı bildirilmektedir (Savoldi et al., 2024). Bununla birlikte, KIBT'nin eklem diski ve diğer yumuşak doku bileşenlerinin değerlendirilmesindeki sınırlılıkları göz önünde bulundurulmalı ve görüntüleme yöntemi klinik endikasyona göre belirlenmelidir.

Üst hava yolu ve paranazal sinüslerin değerlendirilmesi, konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) sağladığı üç boyutlu hacimsel analiz olanaklarından yararlanılan önemli klinik alanlar arasında yer almaktadır. Bu yöntem aracılığıyla faringeal hava yolunun toplam ve bölgesel hacimleri ile minimum kesit alanı kantitatif olarak belirlenebilmekte; kraniyofasiyal büyüme ve gelişimin, çeşitli ortodontik ve ortopedik tedavi yaklaşımlarının üst hava yolu morfolojisi üzerindeki etkileri ve obstrüktif uyku apnesi sendromuyla olası ilişkileri araştırılabilmektedir. Ağız solunumu ve maksiller transversal darlığı bulunan bireylerde hızlı üst çene genişletmesinin (HÜÇG) etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, tedavi sonrasında anterior ve posterior nazal taban genişliklerinde yaklaşık 2,8 mm artış meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca, nazal kavite ve nazofarenksin birlikte değerlendirildiği hava yolu hacminde ortalama 1646,1 mm^3'lük istatistiksel olarak anlamlı artış saptanırken, orofaringeal hava yolu hacmindeki artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir (Izuka et al., 2015). Bununla birlikte, üst hava yolunun üç boyutlu değerlendirilmesinde kullanılan anatomik sınırların, ölçüm yöntemlerinin ve terminolojik tanımların henüz tam olarak standardize edilmemiş olması, farklı çalışmaların bulgularının karşılaştırılabilirliğini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle, hava yolu hacminde belirlenen anatomik değişiklikler mevcut metodolojik sınırlılıklar çerçevesinde dikkatle yorumlanmalı ve hacimsel artışların solunum fonksiyonunda doğrudan klinik iyileşme sağladığı şeklinde yorumlanmasından kaçınılmalıdır (Savoldi et al., 2024).

Gömülü dişlerin, özellikle maksiller kaninlerin konumlarının ve komşu anatomik yapılarla ilişkilerinin değerlendirilmesinde, üç boyutlu görüntüleme yöntemleri önemli tanısal avantajlar sağlamaktadır. Geleneksel iki boyutlu radyografiler ile konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) karşılaştırıldığı bir çalışmada, aynı olguların üç boyutlu görüntüler üzerinden yeniden değerlendirilmesi sonucunda tedavi planlarının yaklaşık %27'sinde değişiklik meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca, komşu kesici dişlerdeki kök rezorpsiyonlarının belirlenmesinde iki görüntüleme yöntemi arasında yaklaşık %36 oranında uyumsuzluk saptanmış ve klinisyenlerin tanısal değerlendirmelerine ve tedavi planlarına ilişkin güven düzeylerinin üç boyutlu görüntüleme ile belirgin biçimde arttığı belirtilmiştir (Haney et al., 2010). Bu bulgular, özellikle gömülü dişlerin komşu diş kökleriyle yakın anatomik ilişkide bulunduğu ve kök rezorpsiyonu şüphesinin söz konusu olduğu olgularda, üç boyutlu görüntülemenin tanısal değerlendirmeye katkı sağlayabileceğini ve tedavi kararlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, KIBT görüntülemesinin gerekli olduğu durumlarda radyasyon maruziyetinin en aza indirilmesi amacıyla geniş görüntüleme alanlarından kaçınılmalı ve tanısal gereksinimleri karşılayacak şekilde yalnızca ilgili anatomik bölgeyi kapsayan küçük görüntüleme alanına (field of view, FOV) sahip protokoller tercih edilmelidir (Abdelkarim, 2019).

Eksternal kök rezorpsiyonunun saptanmasında da konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), geleneksel iki boyutlu radyografik yöntemlere kıyasla önemli tanısal avantajlar sağlamaktadır. Toplam 15 in vitro çalışmayı ve 1000'in üzerinde şüpheli bölgeyi kapsayan bir sistematik derleme ve meta-analizde, KIBT'nin eksternal kök rezorpsiyonunun belirlenmesindeki duyarlılığı yaklaşık 0,89, özgüllüğü 0,92 ve alıcı işletim karakteristiği eğrisi altında kalan alan (Area Under the Curve, AUC)

0,96 olarak bildirilmiştir. Aynı meta-analizde KIBT'nin, eksternal kök rezorpsiyonunun saptanmasında periapikal radyografiye kıyasla daha yüksek tanısal doğruluk sergilediği belirtilmiştir (Yi et al., 2017). Bununla birlikte, söz konusu sonuçların in vitro koşullarda gerçekleştirilen çalışmalardan elde edildiği göz önünde bulundurulmalıdır. Deneysel ortamda belirlenen tanısal doğruluk değerleri, klinik koşullarda karşılaşılabilecek anatomik farklılıklar, görüntüleme artefaktları ve diğer teknik değişkenler nedeniyle doğrudan hasta popülasyonuna genellenmemelidir. Bu nedenle, KIBT'nin kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesindeki tanısal katkısı, mevcut bilimsel kanıtların metodolojik sınırlılıkları ve bireysel klinik gereksinimler çerçevesinde değerlendirilmelidir.

Alveoler kemiğin üç boyutlu değerlendirilmesinde, konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) sağladığı tanısal avantajların yanı sıra yöntemin teknik sınırlılıklarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. KIBT aracılığıyla alveoler kemik kalınlığı ve yüksekliği, ortodontik mini vida yerleşimi için uygun anatomik bölgeler ile kemik dehisensi ve fenestrasyon gibi alveoler kemik defektleri ayrıntılı biçimde incelenebilmektedir. Bununla birlikte, özellikle ince kortikal kemik yapılarının değerlendirilmesinde ölçümlerin doğruluğu, kullanılan görüntüleme protokolüne ve voksel boyutuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Kuru mandibulaların anterior bölgesindeki dehisens ve fenestrasyonların KIBT ve yüzey tarayıcı ölçümleriyle karşılaştırıldığı bir çalışmada, KIBT ile belirlenen dehisensle ilişkili bukkal yüzey alanlarının, yüzey tarayıcı ölçümlerine kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, fenestrasyonların değerlendirilen voksel boyutlarının hiçbirinde güvenilir biçimde saptanamadığı, buna karşılık daha küçük voksel boyutlarının (örneğin 0,2 mm), daha büyük voksel boyutlarına (örneğin 0,6 mm) kıyasla ölçüm doğruluğunu artırdığı belirtilmiştir (van Leeuwen et al., 2022). Bu bulgular, özellikle ince alveoler kortikal kemik

yapılarının değerlendirilmesinde görüntüleme protokolünün uygun şekilde seçilmesinin ve elde edilen bulguların yöntemin uzaysal çözünürlük sınırlılıkları dikkate alınarak yorumlanmasının önemini ortaya koymaktadır.

Son olarak ortognatik cerrahi ve cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi gibi girişimlerde, üç boyutlu sert doku görüntüleme yöntemleri, cerrahi tedavinin sanal ortamda planlanmasına, hasta anatomisine özgü cerrahi splintlerin tasarlanmasına ve üretilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, cerrahi öncesi ve sonrası elde edilen üç boyutlu görüntülerin süperimpozisyon yöntemleriyle karşılaştırılması, meydana gelen iskeletsel değişikliklerin objektif ve kantitatif olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Swennen et al., 2006). Ancak KIBT'nin kullanım alanları giderek genişlese de iyonize radyasyon maruziyetine neden olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, KIBT görüntüleme endikasyonları her bireyin klinik gereksinimleri doğrultusunda belirlenmeli ve elde edilmesi beklenen tanısal yarar ile radyasyon maruziyetine ilişkin olası riskler birlikte değerlendirilmelidir. Ayrıca, yöntemin bazı klinik uygulama alanlarında mevcut bilimsel kanıtların henüz yeterli düzeyde olmaması nedeniyle, elde edilen bulguların kanıt düzeyi ve metodolojik sınırlılıklar çerçevesinde dikkatle yorumlanması önem taşımaktadır (Kapila & Nervina, 2015; Yanev et al., 2024).

Yumuşak Doku Görüntüleme Yöntemleri

Ortodontik tedavinin başarısı geleneksel olarak dişsel ve iskeletsel ilişkilerin düzeltilmesi üzerinden değerlendirilmiş olmakla birlikte, günümüzde tedavi hedeflerinin belirlenmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde yüz yumuşak dokularının morfolojik özellikleri ve estetik görünümü giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) yumuşak doku kontrast çözünürlüğünün sınırlı olması ve yüzey

morfolojisi ile estetik özelliklerin değerlendirilmesinde çoğu durumda iyonize radyasyon kullanımının gerekli olmaması, radyasyon içermeyen alternatif görüntüleme yöntemlerine yönelik ilgiyi artırmıştır. Bu kapsamda, yüz yumuşak dokularının üç boyutlu değerlendirilmesinde, yüzey geometrisinin iyonize radyasyon kullanılmaksızın kaydedilmesine olanak sağlayan optik yüzey görüntüleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Geleneksel iki boyutlu hasta fotoğraflarının perspektif farklılıkları, magnifikasyon ve görüntüleme sırasındaki konumlandırma değişikliklerinden kaynaklanan sınırlılıkları ise üç boyutlu yüzey görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesini ve ortodontik uygulamalarda giderek yaygınlaşmasını destekleyen önemli faktörler arasında yer almaktadır (Kau et al., 2007).

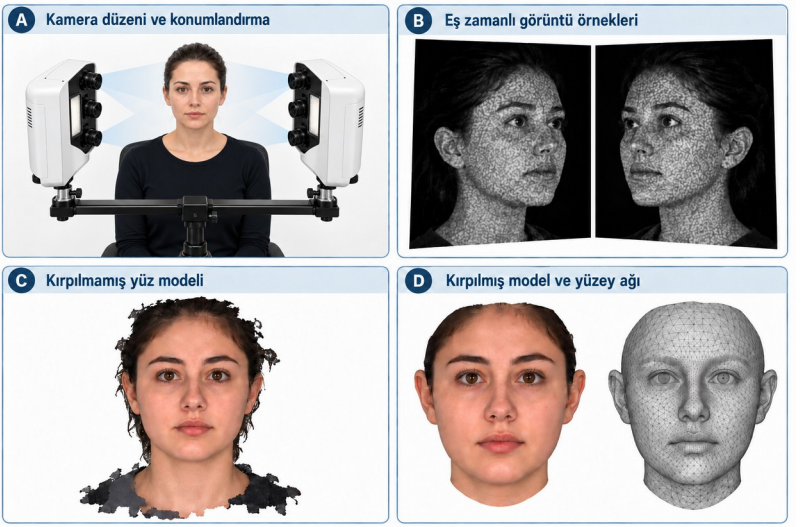
Stereofotogrametri

Stereofotogrametri, farklı açılardan konumlandırılmış en az iki kameranın eş zamanlı olarak elde ettiği görüntülerin dijital ortamda birleştirilmesiyle yüz yumuşak dokularının üç boyutlu yüzey modelinin oluşturulmasını sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen üç boyutlu model, yüzey geometrisini temsil eden nokta bulutları ve bu noktaların birleştirilmesiyle oluşturulan çokgen yüzey ağı (mesh) üzerine eşleştirilen gerçek renk ve doku bilgilerinden oluşmaktadır. Böylece yüzün doğal morfolojik ve görsel özellikleri korunurken, anatomik referans noktalarının belirlenmesi ve yüzey üzerinde çeşitli doğrusal, açısal ve morfolojik ölçümlerin gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır (Kau et al., 2007). Stereofotogrametrinin başlıca avantajlarından biri, görüntülerin çok kısa sürede, genellikle milisaniyeler içerisinde, eş zamanlı olarak elde edilebilmesidir. Bu özellik, görüntüleme sırasında hasta hareketlerinden kaynaklanabilecek artefaktların ve yüzey deformasyonlarının en aza indirilmesine katkı sağlamakta; özellikle uzun süre hareketsiz

kalmakta güçlük yaşayabilen pediatrik hastalarda önemli bir klinik avantaj sunmaktadır (Şekil 5A ve 5B).

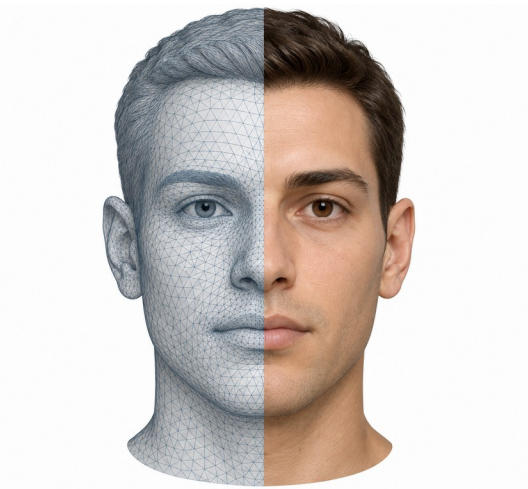
Stereofotogrametri yönteminin doğruluğu ve güvenilirliği, çeşitli çalışmalarda kantitatif ölçümler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Stereofotogrametri ile elde edilen doğrusal ölçümlerin doğrudan antropometrik ölçümlerle karşılaştırıldığı bir çalışmada, incelenen parametreler açısından iki yöntem arasındaki en yüksek ortalama farkın 0,21 mm olduğu bildirilmiştir. Bu bulgu, stereofotogrametrinin doğrudan antropometrik ölçümlerle yüksek düzeyde uyum gösterdiğini desteklemektedir. Aynı çalışmada yöntemin iki boyutlu fotogrametriye kıyasla daha yüksek ölçüm doğruluğu sağladığı da bildirilmiştir (Dindaroğlu et al., 2016). Elde edilen bu sonuçlar, stereofotogrametrinin uygun görüntüleme ve analiz koşullarında milimetre altı düzeyde ölçüm doğruluğu sağlayabildiğini ve yüz yumuşak dokularının morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesinde hem klinik uygulamalar hem de bilimsel araştırmalar açısından güvenilir bir görüntüleme yöntemi olduğunu desteklemektedir.

Şekil 5A. 3dMD tipi sistemde hasta konumu (A), görüntü örnekleri (B), kırpılmamış model (C) ve işlenmiş model (D).



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Şekil 5B. Sentetik üç boyutlu yüz modelinde üçgen yüzey ağı (solda) ve dokulu yüzey (sağda).



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Lazer tarama ve yapılandırılmış ışık

Lazer tarama ve yapılandırılmış ışık teknolojilerine dayalı görüntüleme yöntemleri, yüzeylerin üç boyutlu geometrik özelliklerinin iyonize radyasyon kullanılmaksızın değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Lazer tarama sistemlerinde, incelenecek yüzeyin hareketli bir lazer ışını veya çizgisi aracılığıyla taranması sonucunda üç boyutlu yüzey verileri elde edilmektedir. Yapılandırılmış ışık sistemlerinde ise yüzeye önceden tanımlanmış bir ışık deseni yansıtılmakta ve bu desenin yüzeyin morfolojik özelliklerine bağlı olarak uğradığı deformasyonlar analiz edilerek derinlik bilgisi hesaplanmaktadır. Bununla birlikte, ardışık görüntü elde etme prensibine dayanan sistemlerde veri toplama işleminin belirli bir zaman aralığında gerçekleştirilmesi, hasta hareketlerinden kaynaklanan görüntü bozulmalarına ve yüzey modelinde deformasyonlara neden olabilmektedir. Bu durumun ölçüm doğruluğu üzerindeki etkisi, kullanılan cihazın görüntü edinim tekniğine, tarama hızına ve teknik özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Farklı üç boyutlu yüzey görüntüleme sistemlerinin karşılaştırıldığı güncel çalışmalarda, stereofotogrametri, yapılandırılmış ışık teknolojisi ve akıllı telefon tabanlı tarama sistemlerinin birçok ölçüm parametresi açısından birbirine yakın sonuçlar sağlayabildiği, ancak ölçümlerin doğruluğunun kullanılan cihazın özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebildiği bildirilmiştir (Pellitteri et al., 2023; Quinzi et al., 2022). Bu nedenle, farklı görüntüleme sistemleriyle elde edilen üç boyutlu yüzey kayıtlarının karşılaştırılmasında, cihazlara özgü teknik özelliklerin, ölçüm doğruluğunun ve yöntemler arası uyumun dikkate alınması önem taşımaktadır.

İntraoral tarayıcılar ve dijital modeller

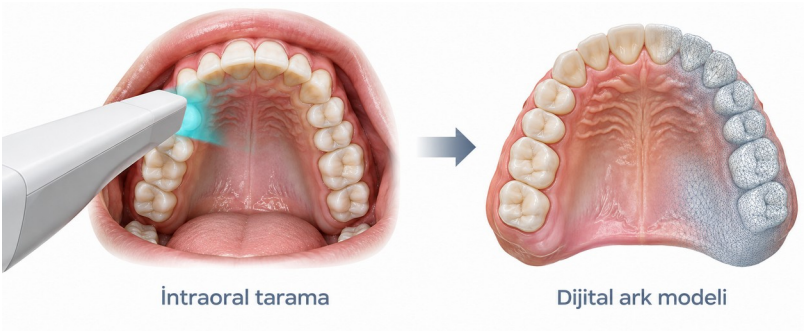
Üç boyutlu yüzey görüntüleme teknolojilerinin intraoral uygulamalara uyarlanmasıyla birlikte, dişler ve ağız yumuşak

dokularının optik yöntemlerle taranması ve üç boyutlu dijital modellerinin oluşturulması mümkün hâle gelmiştir. İntraoral tarayıcılar, geleneksel ölçü alma yöntemlerine ve alçı çalışma modellerine dijital bir alternatif sunarak dişlerin, gingival dokuların ve palatal yapıların morfolojik özelliklerinin üç boyutlu ortamda ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen dijital modeller üzerinde diş ark boyutlarının belirlenmesi, çapraşıklık miktarının değerlendirilmesi, Bolton analizi ve oklüzal ilişkilerin incelenmesi gibi çeşitli ortodontik ölçüm ve analizler gerçekleştirilebilmektedir. Bunun yanı sıra, intraoral tarama verileri, şeffaf plak (aligner) tedavilerinin dijital ortamda planlanması ve apareylerin üretilmesi, sanal diş dizilimi (digital setup) oluşturulması ve hastaya özgü ortodontik apareylerin tasarlanması gibi bilgisayar destekli dijital iş akışlarının temelini oluşturmaktadır (Şekil 6).

Dijital çalışma modellerinin doğruluğu, güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği, çeşitli bilimsel çalışmalarda kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Dijital çalışma modelleri ile geleneksel alçı modeller üzerinde gerçekleştirilen doğrusal ölçümlerin karşılaştırıldığı bir sistematik derlemede, incelenen parametrelerin büyük bölümünde iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı ve dijital modellerin geleneksel alçı modellerle karşılaştırılabilir düzeyde doğruluk, güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik sağladığı bildirilmiştir. Ayrıca, ölçüm sonuçlarını etkileyen başlıca hata kaynaklarından birinin kullanılan cihaz veya yazılımdan ziyade anatomik referans noktalarının belirlenmesindeki farklılıklar olduğu vurgulanmıştır. Dijital modellerin maliyet, işlem süresi ve arşivleme kolaylığı açısından sunduğu avantajlar göz önünde bulundurulduğunda, ortodontik değerlendirmelerde geleneksel alçı modellere alternatif bir referans yöntem olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Rossini et al., 2016). Güncel literatürde de intraoral tarama sistemleriyle elde edilen dijital modellerin ölçüm tekrarlanabilirliğinin tatmin edici ile mükemmel düzeyler arasında

değiştiği, tarama işlemlerinin zaman açısından avantaj sağlayabildiği ve hasta konforunun geleneksel ölçü yöntemlerine kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Dijital modellerin doğruluğu, kullanılan tarayıcının teknik özelliklerine ve tarama koşullarına göre değişebilmektedir. Bununla birlikte mevcut bulgular, uygun koşullarda elde edilen intraoral tarama verilerinin ortodontik tedavi planlaması ve şeffaf plak üretimi için yeterli doğruluk sağlayabildiğini desteklemektedir (Alassiry, 2023).

Şekil 6. İntraoral tarama ve dijital üst diş arkı modelinin temsili gösterimi.



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Ortodontide yumuşak doku görüntülemenin kullanım alanları

Üç boyutlu yumuşak doku görüntüleme yöntemleri, ortodontik tanı, tedavi planlaması ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde giderek daha geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu yöntemler aracılığıyla farklı yaş grupları, cinsiyetler ve iskeletsel yüz paternlerine özgü yüz yumuşak doku normlarının belirlenmesi, kraniyofasiyal asimetrilerin objektif ve kantitatif olarak değerlendirilmesi ve yüz yumuşak dokularında istirahat ile gülümseme sırasında meydana gelen morfolojik değişikliklerin ayrıntılı biçimde incelenmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca, üç

boyutlu normatif verilerin oluşturulması, bireylerin yüz morfolojisine ve kraniyofasiyal özelliklerine uygun tedavi hedeflerinin belirlenmesine katkı sağlamakta ve tedavi sonrasında elde edilen yumuşak doku değişikliklerinin referans değerlerle karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır. Böylece, üç boyutlu yüzey görüntüleme yöntemleri, ortodontik tedavi planlamasında bireysel anatomik farklılıkların dikkate alınmasını ve tedavi sonuçlarının estetik ve morfolojik açıdan daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesini desteklemektedir (Hajeer et al., 2004).

Büyüme ve gelişim süreçleri ile çeşitli ortodontik ve ortopedik tedavi yaklaşımlarına bağlı olarak yüz yumuşak dokularında meydana gelen morfolojik değişiklikler, tedavi öncesi ve sonrası elde edilen üç boyutlu yüzey kayıtlarının süperimpozisyonu (çakıştırılması) aracılığıyla objektif ve kantitatif olarak değerlendirilebilmektedir. Bu kapsamda, fonksiyonel aparey tedavileri, hızlı üst çene genişletmesi, molar distalizasyonu ve çekimli veya çekimsiz ortodontik tedaviler sonucunda yüz yumuşak dokularında ortaya çıkan değişikliklerin üç boyutlu olarak incelenmesi mümkün olmaktadır. Benzer şekilde, ortognatik cerrahi müdahalelerin yüz yumuşak dokularının morfolojisi üzerindeki etkileri ayrıntılı biçimde değerlendirilebilmekte ve postoperatif dönemde meydana gelen ödem gibi bölgesel hacimsel değişiklikler sayısal olarak belirlenebilmektedir. Bunun yanı sıra, üç boyutlu yüzey modelleri, hastaların mevcut kraniyofasiyal özelliklerinin ve planlanan tedavi sonucunda ortaya çıkabilecek olası değişikliklerin görsel olarak sunulmasına olanak sağlayarak hasta-hekim iletişimini güçlendirmekte ve tedaviye ilişkin beklentilerin daha gerçekçi biçimde yönetilmesine katkıda bulunmaktadır (Kau et al., 2007).

Üç Boyutlu Verilerin Birleştirilmesi ve Süperimpozisyon

Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin sağladığı önemli avantajlardan biri, farklı zamanlarda veya farklı görüntüleme

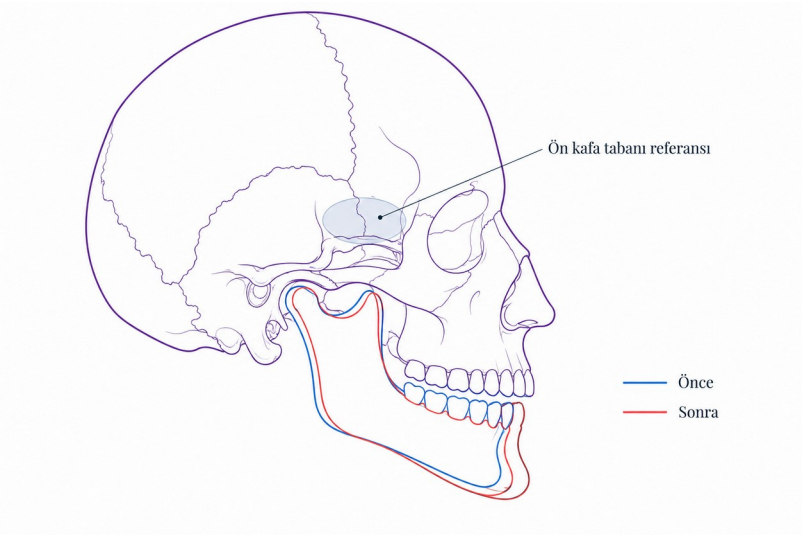
teknikleriyle elde edilen verilerin ortak bir uzaysal koordinat sisteminde bütünleştirilebilmesidir. Bu bütünleştirme süreci, temel olarak süperimpozisyon (çakıştırma) ve veri füzyonu (veri birleştirme) olmak üzere iki farklı yaklaşımla gerçekleştirilmektedir. Süperimpozisyon yönteminde, aynı görüntüleme tekniği kullanılarak farklı zaman noktalarında elde edilen üç boyutlu kayıtlar, uygun anatomik referanslar esas alınarak ortak bir koordinat sisteminde hizalanmaktadır. Böylece, büyüme ve gelişim süreçleri veya uygulanan tedaviler sonucunda meydana gelen anatomik ve morfolojik değişikliklerin objektif ve kantitatif olarak değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Veri füzyonu yaklaşımında ise farklı görüntüleme sistemlerinden elde edilen ve birbirini tamamlayan anatomik bilgiler ortak bir dijital ortamda birleştirilmektedir. Bu kapsamda, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) aracılığıyla elde edilen iskeletsel ve dişsel sert doku verileri, üç boyutlu yüzey tarama sistemlerinden sağlanan yüz yumuşak doku kayıtları ve intraoral tarayıcılarla oluşturulan dişsel yüzey modelleri bütünleştirilerek hastanın kraniyofasiyal anatomisini farklı doku bileşenleriyle temsil eden kapsamlı bir sanal model oluşturulabilmektedir. Bu yaklaşım, farklı anatomik yapıların uzaysal ilişkilerinin birlikte değerlendirilmesine ve bireye özgü tanı ile tedavi planlamasının daha bütüncül bir çerçevede gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır (Cevidanes et al., 2006).

Süperimpozisyon yöntemleri

Üç boyutlu görüntüleme yöntemleriyle farklı zaman noktalarında elde edilen anatomik kayıtların karşılaştırılmasında kullanılan süperimpozisyon (çakıştırma) teknikleri, temel olarak anatomik referans noktası temelli, yüzey temelli ve voksel temelli olmak üzere üç ana grupta sınıflandırılmaktadır. Anatomik referans noktası temelli süperimpozisyon, önceden belirlenen anatomik noktaların manuel veya yarı otomatik olarak işaretlenmesi ve bu noktalar esas alınarak görüntülerin hizalanması prensibine

dayanmaktadır. Bununla birlikte, yöntemin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği, referans noktalarının belirlenmesindeki gözlemciye bağlı farklılıklardan etkilenebilmektedir. Yüzey temelli süperimpozisyon ise segmentasyon işlemi sonucunda elde edilen üç boyutlu anatomik yüzeylerin, en iyi uyum (best-fit) algoritmaları aracılığıyla hizalanmasını esas almakta olup segmentasyon sırasında ortaya çıkabilecek hatalara duyarlılık göstermektedir. Voksel temelli süperimpozisyon yönteminde ise hacimsel görüntüleme verilerindeki anatomik yapıların gri değer dağılımları karşılaştırılarak görüntüler ortak bir koordinat sisteminde hizalanmaktadır. Bu yaklaşım, anatomik referans noktalarının manuel olarak belirlenmesine veya yüzey segmentasyonuna doğrudan gereksinim duymadan hacimsel görüntü verilerinden yararlanılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, yöntemin doğruluğu; görüntüleme sırasında meydana gelen hasta hareketleri, görüntüleme artefaktları, referans bölgesinin seçimi ve kullanılan kayıt algoritmasının özellikleri gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Voksel temelli süperimpozisyonun ortodontik değerlendirmelerde kullanımı literatürde tanımlanmıştır (Cevidanes et al., 2006). Süperimpozisyon işlemlerinde referans olarak, büyüme ve gelişim sürecinde görece stabil kabul edilen anterior kraniyal kaide yapıları sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak büyüyen bireylerde anatomik yapıların gelişimsel değişiklikler göstermesi, güvenilir referans bölgelerinin belirlenmesini güçleştirebilmektedir. Bu nedenle, maksilla ve mandibula gibi farklı kraniyofasiyal yapıların büyüme ve tedaviye bağlı değişikliklerinin daha ayrıntılı biçimde değerlendirilebilmesi amacıyla bölgeye özgü süperimpozisyon yöntemleri de geliştirilmiştir (Şekil 7).

Şekil 7. Ortak ön kafa tabanı referansında iki sentetik modelin çakıştırılması. Mavi ve kırmızı çizgiler farklı zamanları, mandibular fark ise temsili bir değişimi gösterir.



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Sanal cerrahi planlama ve çok merkezli iş birlikleri

Farklı görüntüleme yöntemlerinden elde edilen verilerin bütünleştirilmesiyle oluşturulan üç boyutlu modeller üzerinde gerçekleştirilen sanal cerrahi planlama, ortognatik cerrahide yalnızca iskeletsel hareketlerin planlanmasına değil, bu hareketlerin yüz yumuşak dokularında oluşturabileceği morfolojik değişikliklerin öngörülmesine de olanak sağlamaktadır. İskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip 10 Çinli hastada ProPlan CMF yazılımıyla çift çene cerrahisi öncesinde oluşturulan üç boyutlu yumuşak doku öngörülerinin, ameliyattan en az altı ay sonra alınan yüzey taramalarıyla karşılaştırıldığı çalışmada, tüm yüz yüzeyi ve altı farklı anatomik bölge için ortalama mutlak sapma değerlerinin 0,72–1,42 mm arasında değiştiği ve yüzey ağı noktalarının %72,5–92,5’inde öngörü hatasının 2 mm’nin altında olduğu belirlenmiştir.

Bununla birlikte, öngörü doğruluğunun uygulanan sagittal cerrahi hareketin büyüklüğüyle ilişkili olduğu ve en düşük doğruluğun alt dudak bölgesinde gözlendiği bildirilmiştir (Lee et al., 2022). Bu bulgular, üç boyutlu sanal cerrahi planlamanın postoperatif yüz yumuşak doku değişikliklerinin öngörülmesinde önemli bir araç olduğunu desteklemekle birlikte, öngörülerin doğruluğunun anatomik bölgeye ve cerrahi hareketin özelliklerine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, sonuçların küçük bir örneklemde ve belirli bir yazılımla elde edildiği dikkate alınmalı; bulgular tüm hasta gruplarına ve yazılımlara genellenmemelidir. Bu nedenle, sanal cerrahi planlama sistemleri, intraoperatif klinik değerlendirme ve doğrulama süreçlerinin yerine geçen yöntemler olarak değil, cerrahi karar verme sürecini destekleyen ve olası tedavi sonuçlarının öngörülmesine katkı sağlayan yardımcı araçlar olarak değerlendirilmelidir.

Üç boyutlu verilerin ortak koordinat sistemlerinde bütünleştirilmesi, farklı merkezlerde elde edilen görüntüleme verilerinin ortak dijital platformlarda birleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, farklı görüntüleme yöntemlerinden elde edilen anatomik ve morfolojik verilerin birlikte değerlendirilmesi, bireye özgü kraniyofasiyal özelliklerin daha kapsamlı biçimde analiz edilmesine katkıda bulunarak kişiselleştirilmiş ortodontik tanı ve tedavi planlaması yaklaşımlarının geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır (Yatabe et al., 2019).

Avantajlar, Sınırlılıklar ve Gelecekteki Yönelimler

Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin ortodontik tanı ve tedavi planlamasına sağladığı başlıca avantajlar arasında, anatomik yapıların süperpozisyonundan ve projeksiyona bağlı magnifikasyon farklılıklarından kaynaklanan sınırlılıkların azaltılması, bilateral anatomik yapıların birbirinden bağımsız olarak değerlendirilebilmesi ve uygun kalibrasyon koşullarında doğrusal, açısal ve hacimsel ölçümlerin yüksek doğrulukla

gerçekleştirilebilmesi yer almaktadır. Ayrıca, elde edilen üç boyutlu verilerin farklı anatomik düzlemlerde yeniden yapılandırılabilmesi ve tedavi öncesi ile sonrası kayıtların süperimpozisyon yöntemleri aracılığıyla karşılaştırılabilmesi, büyüme ve tedaviye bağlı anatomik ve morfolojik değişikliklerin objektif ve kantitatif olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, üç boyutlu dijital modellerin kullanılması, hastaların mevcut anatomik durumlarının ve planlanan tedavi sonucunda ortaya çıkabilecek değişikliklerin görsel olarak aktarılmasını kolaylaştırarak hasta-hekim iletişimini güçlendirmektedir. Üç boyutlu görüntüleme verileri, tanısal değerlendirmeden dijital tedavi planlamasına ve kişiye özgü apareylerin bilgisayar destekli tasarım ve üretimine kadar uzanan bütünleşik dijital iş akışlarının da temelini oluşturmaktadır.

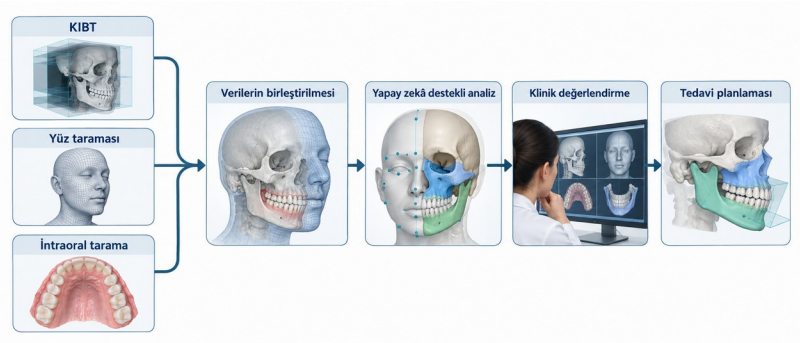
Bununla birlikte, üç boyutlu görüntüleme yöntemleri, sağladıkları tanısal avantajların yanı sıra kendilerine özgü teknik ve klinik sınırlılıklara da sahiptir. Bu bölümde ele alınan bilgisayarlı tomografi (BT) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) gibi hacimsel görüntüleme yöntemleri, iyonize radyasyon maruziyetine neden olmalarının yanı sıra, özellikle KIBT'de yumuşak doku kontrast çözünürlüğünün sınırlı olması ve metalik restorasyonlar ile hasta hareketlerinden kaynaklanan artefaktların görüntü kalitesini olumsuz etkileyebilmesi gibi dezavantajlar taşımaktadır (Schulze et al., 2011). Üç boyutlu yüzey görüntüleme yöntemleri ise yalnızca dış yüzey morfolojisinin değerlendirilmesine olanak sağlamakta olup yüzeyin altında bulunan anatomik yapılar hakkında doğrudan bilgi sunmamaktadır. Ayrıca, farklı görüntüleme sistemleri ve analiz yazılımları arasında ölçüm protokolleri, anatomik referans noktalarının tanımlanması ve kullanılan terminoloji açısından tam bir standardizasyonun sağlanamamış olması, elde edilen verilerin güvenilirliğini ve farklı çalışmalar arasındaki karşılaştırılabilirliğini sınırlayabilmektedir. Bunun yanı sıra, cihaz ve yazılım maliyetleri,

teknik altyapı gereksinimleri ve sistemlerin etkin biçimde kullanılabilmesi için gerekli eğitim ve deneyim süreci, bu yöntemlerin klinik uygulamalarda yaygınlaşmasını etkileyen diğer faktörler arasında yer almaktadır. Bu nedenle, özellikle iyonize radyasyonun olası etkilerine karşı daha duyarlı olan çocuk ve adölesan bireylerde, radyasyon içeren görüntüleme yöntemlerine ilişkin endikasyonlar bireysel klinik gereksinimler doğrultusunda belirlenmeli ve radyasyon maruziyeti, tanısal görüntü kalitesinden ödün verilmeksizin mümkün olan en düşük düzeyde tutulmalıdır.

Üç boyutlu görüntüleme teknolojilerinin gelecekteki gelişiminin, büyük ölçüde yapay zekâ temelli uygulamalarla şekillenmesi beklenmektedir. Yapay zekâ ve özellikle derin öğrenme algoritmaları, anatomik referans noktalarının otomatik olarak belirlenmesi, anatomik yapıların segmentasyonu ve sefalometrik analiz süreçlerinin otomatikleştirilmesi gibi çeşitli alanlarda giderek daha yaygın biçimde kullanılmaktadır. Güncel bilimsel kanıtlar, iki boyutlu sefalometrik radyografilerde anatomik referans noktalarının otomatik olarak belirlenmesinin bir dakikadan kısa sürede gerçekleştirilebildiğini ve bazı uygulamalarda klinik açıdan kabul edilebilir doğruluk düzeylerine ulaşılabildiğini göstermektedir. Buna karşılık, üç boyutlu konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) verileri üzerinde gerçekleştirilen otomatik referans noktası belirleme işlemlerinde ortalama konumlandırma hatalarının yaklaşık 1,0–5,8 mm arasında değiştiği ve farklı çalışmaların sonuçları arasında belirgin heterojenlik bulunduğu bildirilmiştir (Hendrickx et al., 2024). Bu bulgular, yapay zekâ destekli üç boyutlu sefalometrik analizlerin önemli bir gelişim potansiyeline sahip olduğunu, ancak yöntemlerin doğruluğu, güvenilirliği ve klinik uygulanabilirliği açısından henüz yeterli düzeyde standardizasyon sağlanamadığını ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, sanal ortognatik cerrahi planlaması, otomatik dijital diş dizilimi (digital setup) ve şeffaf plak tedavilerinin bilgisayar destekli tasarım ve üretimi gibi uygulamalar,

üç boyutlu görüntüleme teknolojilerinin kullanım alanlarını genişletmektedir. Bu gelişmeler, üç boyutlu görüntüleme verilerinin ortodontik tanı ve tedavi planlamasından tedavi sonuçlarının öngörülmesine ve kişiye özgü apareylerin üretimine kadar uzanan bütünleşik dijital iş akışlarının temel bileşenlerinden biri hâline gelmesine katkı sağlamaktadır (Şekil 8).

Şekil 8. Üç boyutlu kayıtların birleştirilmesi, yapay zekâ destekli analiz, klinik değerlendirme ve tedavi planlamasını içeren temsili iş akışı.



Kaynak: Yazarların yönlendirmesiyle yapay zekâ yardımıyla oluşturulmuştur. Temsili illüstrasyondur.

Sonuç

Ortodontik görüntüleme yöntemleri, geleneksel iki boyutlu kayıtların anatomik ve geometrik sınırlılıklarının aşılması amacıyla gelişim göstermiş ve kraniyofasiyal yapıların üç boyutlu olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan teknolojilerin klinik uygulamalarda yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır. Bu kapsamda, iskeletsel ve dişsel sert dokuların değerlendirilmesinde bilgisayarlı tomografi (BT) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) gibi hacimsel görüntüleme yöntemlerinden yararlanılırken, yüz yumuşak dokularının morfolojik özelliklerinin incelenmesinde iyonize radyasyon içermeyen optik yüzey görüntüleme sistemleri kullanılmaktadır. İntraoral tarayıcılar ise diş yüzeylerinin ve çevre

ağız yumuşak dokularının üç boyutlu dijital modellerinin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Farklı görüntüleme yöntemlerinden elde edilen verilerin ortak bir dijital ortamda bütünleştirilmesi, hastanın kraniyofasiyal anatomisinin kapsamlı biçimde temsil edilmesini ve bireye özgü sanal tedavi planlamasının gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, uygun görüntüleme yönteminin seçiminde radyasyon maruziyeti, görüntüleme artefaktları, ölçüm ve analiz süreçlerindeki standardizasyon eksiklikleri ile mevcut bilimsel kanıtların düzeyi birlikte değerlendirilmelidir. Özellikle çocuk ve adölesan bireylerde iyonize radyasyon içeren görüntüleme yöntemlerinin kullanımı, bireysel klinik gereklilikler doğrultusunda gerekçelendirilmeli ve radyasyon dozu, tanısal görüntü kalitesini koruyacak şekilde optimize edilmelidir. Sonuç olarak, üç boyutlu görüntüleme teknolojileri ve yapay zekâ destekli analiz sistemleri, ortodontik tanı ve tedavi planlamasında klinik değerlendirmeyi destekleyen önemli araçlar olmakla birlikte, otomatik analizlerden elde edilen bulguların doğruluğu ve klinik uygunluğu uzman hekim tarafından değerlendirilerek doğrulanmalıdır.

Kaynakça/References

Abdelkarim, A. (2019). Cone-beam computed tomography in orthodontics. *Dentistry Journal, 7*(3), Article 89. https://doi.org/10.3390/dj7030089

Alassiry, A. M. (2023). Clinical aspects of digital three-dimensional intraoral scanning in orthodontics – A systematic review. *The Saudi Dental Journal, 35*(5), 437–442. https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2023.04.004

American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. (2013). Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, 116*(2), 238–257. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.06.002

Benavides, E., Krecioch, J. R., Allareddy, T., Buchanan, A., Keels, M. A., Mascarenhas, A. K., Duong, M.-L., O'Brien, K. K., Ziegler, K. M., Lipman, R. D., Connolly, R. T., Cevidanes, L., Cordell, K., Elangovan, S., Fouad, A. F., González-Cabezas, C., Huja, S. S., Kademani, D., Khan, A., … Yepes, J. (2026). American Dental Association and American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology patient selection for dental radiography and cone-beam computed tomography: Clinical recommendations. *The Journal of the American Dental Association, 157*(1), 20–35.e5. https://doi.org/10.1016/j.adaj.2025.10.013

Broadbent, B. H. (1931). A new X-ray technique and its application to orthodontia. *The Angle Orthodontist, 1*(2), 45–66. https://doi.org/10.1043/0003-3219(1931)001%3C0045:ANXTAI%3E2.0.CO;2

Campioni, I., Pecci, R., & Bedini, R. (2020). Ten years of micro-CT in dentistry and maxillofacial surgery: A literature overview. *Applied Sciences, 10*(12), Article 4328. https://doi.org/10.3390/app10124328

Cevidanes, L. H. S., Styner, M. A., & Proffit, W. R. (2006). Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 129*(5), 611–618. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.12.008

Dindaroğlu, F., Kutlu, P., Duran, G. S., Görgülü, S., & Aslan, E. (2016). Accuracy and reliability of 3D stereophotogrammetry: A comparison to direct anthropometry and 2D photogrammetry. *The Angle Orthodontist, 86*(3), 487–494. https://doi.org/10.2319/041415-244.1

European Commission. (2012). *Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology: Evidence-based guidelines (Radiation Protection No. 172)*. https://sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf

Gabor, D. (1948). A new microscopic principle. *Nature, 161*(4098), 777–778. https://doi.org/10.1038/161777a0

Hajeer, M. Y., Millett, D. T., Ayoub, A. F., & Siebert, J. P. (2004). Applications of 3D imaging in orthodontics: Part I. *Journal of Orthodontics, 31*(1), 62–70. https://doi.org/10.1179/146531204225011346

Haney, E., Gansky, S. A., Lee, J. S., Johnson, E., Maki, K., Miller, A. J., & Huang, J. C. (2010). Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 137*(5), 590–597. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.035

Hendrickx, J., Gracea, R. S., Vanheers, M., Winderickx, N., Preda, F., Shujaat, S., & Jacobs, R. (2024). Can artificial intelligence-driven cephalometric analysis replace manual tracing? A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics, 46*(4), Article cjae029. https://doi.org/10.1093/ejo/cjae029

Izuka, E. N., Feres, M. F. N., & Pignatari, S. S. N. (2015). Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of mouth breathers. *Dental Press Journal of Orthodontics, 20*(3), 43–49. https://doi.org/10.1590/2176-9451.20.3.043-049.oar

Kapila, S. D., & Nervina, J. M. (2015). CBCT in orthodontics: Assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofacial Radiology, 44*(1), Article 20140282. https://doi.org/10.1259/dmfr.20140282

Kau, C. H., Richmond, S., Incrapera, A., English, J., & Xia, J. J. (2007). Three-dimensional surface acquisition systems for the study of facial morphology and their application to maxillofacial surgery. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery, 3*(2), 97–110. https://doi.org/10.1002/rcs.141

Kumar, V., Ludlow, J., Cevidanes, L. H. S., & Mol, A. (2008). In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *The Angle Orthodontist, 78*(5), 873–879. https://doi.org/10.2319/082907-399.1

Lascala, C. A., Panella, J., & Marques, M. M. (2004). Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofacial Radiology, 33*(5), 291–294. https://doi.org/10.1259/dmfr/25500850

Lee, K. J. C., Tan, S. L., Low, H. Y. A., Chen, L. J., Yong, C. W., & Chew, M. T. (2022). Accuracy of 3-dimensional soft tissue prediction for orthognathic surgery in a Chinese population. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery, 123*(5), 551–555. https://doi.org/10.1016/j.jormas.2021.08.001

Lisboa, C. O., Masterson, D., Motta, A. F. J., & Motta, A. T. (2015). Reliability and reproducibility of three-dimensional cephalometric landmarks using CBCT: A systematic review. *Journal of Applied Oral Science, 23*(2), 112–119. https://doi.org/10.1590/1678-775720140336

Loubele, M., Bogaerts, R., Van Dijck, E., Pauwels, R., Vanheusden, S., Suetens, P., Marchal, G., Sanderink, G., & Jacobs, R. (2009). Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *European Journal of Radiology, 71*(3), 461–468. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.06.002

Ludlow, J. B., Davies-Ludlow, L. E., Brooks, S. L., & Howerton, W. B. (2006). Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology, 35*(4), 219–226. https://doi.org/10.1259/dmfr/14340323

Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Tinazzi Martini, P., & Bergamo Andreis, I. A. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: Preliminary results. *European Radiology, 8*(9), 1558–1564. https://doi.org/10.1007/s003300050586

Pellitteri, F., Scisciola, F., Cremonini, F., Baciliero, M., & Lombardo, L. (2023). Accuracy of 3D facial scans: A comparison of three different scanning system in an in vivo study. *Progress in Orthodontics, 24*, Article 44. https://doi.org/10.1186/s40510-023-00496-x

Quinzi, V., Polizzi, A., Ronsivalle, V., Santonocito, S., Conforte, C., Manenti, R. J., Isola, G., & Lo Giudice, A. (2022). Facial scanning accuracy with stereophotogrammetry and smartphone technology in children: A systematic review. *Children, 9*(9), Article 1390. https://doi.org/10.3390/children9091390

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2016). Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 149*(2), 161–170. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.06.029

Savoldi, F., Dagassan-Berndt, D., Patcas, R., Mak, W.-S., Kanavakis, G., Verna, C., Gu, M., & Bornstein, M. M. (2024). The use of CBCT in orthodontics with special focus on upper airway analysis in patients with sleep-disordered breathing. *Dentomaxillofacial Radiology, 53*(3), 178–188. https://doi.org/10.1093/dmfr/twae001

Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America, 52*(4), 707–730. https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005

Schulze, R., Heil, U., Groß, D., Bruellmann, D. D., Dranischnikow, E., Schwanecke, U., & Schömer, E. (2011). Artefacts in CBCT: A review. *Dentomaxillofacial Radiology, 40*(5), 265–273. https://doi.org/10.1259/dmfr/30642039

Solow, B., & Tallgren, A. (1971). Natural head position in standing subjects. *Acta Odontologica Scandinavica, 29*(5), 591–607. https://doi.org/10.3109/00016357109026337

Swennen, G. R. J., Schutyser, F., & Hausamen, J.-E. (2006). *Three-dimensional cephalometry: A color atlas and manual*. Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-29011-7

van Leeuwen, B. J., Dijkstra, P. U., Dieters, J. A., Verbeek, H. P. J., Kuijpers-Jagtman, A. M., & Ren, Y. (2022). Effect of voxel size in cone-beam computed tomography on surface area measurements of dehiscences and fenestrations in the lower anterior buccal region. *Clinical Oral Investigations, 26*(9), 5663–5672. https://doi.org/10.1007/s00784-022-04521-x

Yanev, N., Yordanova, G., & Emiliyanov, E. (2024). CBCT evaluation methods in orthodontics – Review and clinical correlation. *Journal of IMAB, 30*(3), 5680–5687. https://doi.org/10.5272/jimab.2024303.5680

Yatabe, M., Prieto, J. C., Styner, M., Zhu, H., Ruellas, A. C., Paniagua, B., Budin, F., Benavides, E., Shoukri, B., Michoud, L., Ribera, N., & Cevidanes, L. (2019). 3D superimposition of craniofacial imaging—The utility of multicentre collaborations. *Orthodontics & Craniofacial Research, 22*(S1), 213–220. https://doi.org/10.1111/ocr.12281

Yi, J., Sun, Y., Li, Y., Li, C., Li, X., & Zhao, Z. (2017). Cone-beam computed tomography versus periapical radiograph for diagnosing external root resorption: A systematic review and meta-analysis. *The Angle Orthodontist, 87*(2), 328–337. https://doi.org/10.2319/061916-481.1

BÖLÜM 2

TELEORTODONTİ VE UZAKTAN İZLEM: DİJİTAL ORTODONTİK BAKIMDA GÜNCEL UYGULAMALAR, KLİNİK KANITLAR VE SINIRLILIKLAR

ELİF SAĞIR[1]

Giriş

Sağlık hizmetleri geleneksel olarak sağlık profesyoneli ile hasta arasındaki yüz yüze etkileşim sırasında ya da sonrasında sunulmaktadır (Khan & Omar, 2013). Ancak ağız-diş sağlığı hizmetlerine erişimde toplumlar arasında belirgin eşitsizlikler bulunmaktadır (Simon & Friedland, 2016). Bu durum özellikle yaşlı bireyler ve kırsal bölgelerde yaşayanlar için sağlık hizmetine erişimi güçleştirmektedir (Squires et al., 2021).

Dünya Sağlık Örgütü teletıbbı, geleneksel sağlık kuruluşlarının dışında sağlık hizmeti sunmak amacıyla telekomünikasyon ve sanal teknolojilerin kullanılması olarak tanımlamaktadır. Daha ayrıntılı bir ifadeyle teletıp, hasta ile sağlık hizmeti sunucusu arasındaki temas gereksinimini azaltarak uzaktan

[1]Uzm.Dt Elif SAĞIR, Gaziantep Üniversitesi,Diş Hekimliği Fakültesi,Ortodonti Bölümü Orcid: 0009-0002-6491-1973

hizmet sunmayı amaçlayan, başta bilgi ve iletişim teknolojileri olmak üzere bir dizi teknolojiyi kapsar (Saccomanno et al., 2020).

Telediş hekimliği, uzaktan tedavi ve/veya konsültasyon sağlamak için bilgisayar tabanlı teknolojilerden yararlanan bir uygulamadır (Khan & Omar, 2013; Zimlichman, 2005). Bu uygulama, radyografiler ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri, fotoğraflar, laboratuvar sonuçları ve reçeteler gibi sağlık kayıtlarının sağlık profesyonelleri ve kurumlar arasında dijital olarak paylaşılmasını mümkün kılar (Daniel & Kumar, 2014). Teletıbbın özelleşmiş bir uzantısı olan teledış hekimliği ilk olarak askeri alanda geliştirilmiş, ardından uzak kırsal bölgelerde yaşayan ve kanser hastaları gibi hareketlerinin sınırlanması gereken hastaların yönetiminde uygulama alanı bulmuştur (Putrino et al., 2020).

Teledış hekimliğinin farklı alanlardaki tanısal değeri çeşitli çalışmalarla değerlendirilmiştir. Uzaktan ağız taramasının yüz yüze taramaya benzer sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Alabdullah & Daniel, 2018). Gömülü dişlerin teledış hekimliği ile tanısal değerlendirmesinin, gerçek zamanlı hasta muayenesi kadar etkili olduğu rapor edilmiştir (Duka et al., 2009). Endodontide ise ön dişlerde kök kanal girişlerinin ve periapikal lezyonların uzaktan belirlenmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir (Brüllmann et al., 2011; Jampani et al., 2011). Buna karşın, çocuklarda cep telefonu ile yapılan teledış hekimliğinin çürük tanısındaki güvenilirliğinin sürekli dişlenmede süt dişlenmesine göre daha düşük olduğu ve radyografi olmaksızın doğruluğunun sınırlı kaldığı belirlenmiştir (AlShaya et al., 2020). Sistematik derlemelerin derlemesi niteliğindeki bir çalışmada da teledış hekimliğinin özellikle okul programlarında, kırsal alanlarda ve sağlık hizmetine erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde yüz yüze taramayla karşılaştırılabilir etkinlikte olduğu sonucuna varılmıştır (Gurgel-Juarez et al., 2022).

Ortodonti de bu dönüşümün dışında kalmamıştır. Dijital teknolojiler diş hekimliğinin tüm dallarında kullanılmaya

başlanmıştır (Dunbar et al., 2014). Düzenli yüz yüze randevulara ve manuel değerlendirmelere dayanan geleneksel ortodontik model, dijital, kişiselleştirilmiş ve yapay zekâ destekli sanal bakıma doğru evrilmektedir (Jheon et al., 2017; Nguyen & Jackson, 2018). Sağlık sistemlerinde dijital dönüşüm; bilgisayar, akıllı telefon ve bulut bilişim gibi teknolojilerin sağlık hizmetlerine erişim, destek ve yönetim amacıyla kullanılmasını ifade etmektedir (McCall, 2020; Torous & Myrick, 2020). Bu teknolojiler sayesinde reçete düzenleme, hasta izlemi, kayıtların yüklenmesi ve sesli/görüntülü konsültasyonlar ilgili hekimle kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir (Whitelaw et al., 2020). Telediş hekimliğinin ortodontiye uygulanması olan teleortodonti, yalnızca hatırlatıcılar aracılığıyla hastayla iletişim kurmakla sınırlı değildir; ortodontik tedavinin sunumunu kolaylaştıran geniş bir telekomünikasyon yelpazesini kapsar (Kotantoula et al., 2017). Bununla birlikte, dijital teknolojilerin diş hekimliğinde giderek yaygınlaşmasına karşın ortodontideki genel uygulamalarının hastaların motivasyonunu ve yetkinliğini maliyet-etkin biçimde ele alma konusunda yavaş bir uyum gösterdiği belirtilmektedir (Marya & Venugopal, 2021).

Teleortodontide Kullanılan Araçlar ve Uygulama Alanları

Teleortodonti araçları iletişimin zamanlamasına göre iki temel gruba ayrılır. Eş zamanlı (senkron) yaklaşımlar, gerçek zamanlı konsültasyon, tedavi görüşmesi ve hasta eğitimi sağlayan video konferans sistemlerini kapsar. Eş zamanlı olmayan (asenkron) yaklaşımlar ise hastanın fotoğraf ya da video yükleyip hekimin bunları daha sonra incelediği güvenli mesajlaşma, e-posta ve "depola-ilet" (store-and-forward) uygulamalarını içerir (Nguyen & Jackson, 2018; Park et al., 2021).

Tablo 1. Teleortodontide kullanılan araç grupları ve temel kullanım amaçları

Araç grubu	Örnekler	Temel kullanım amacı
Video konferans	Zoom, görüntülü arama	Konsültasyon, triyaj, hasta eğitimi
Mesajlaşma ve hatırlatıcı sistemleri	SMS, WhatsApp, WeChat, Telegram	Randevu, aparey kullanımı ve ağız hijyeni hatırlatmaları
Uzaktan izlem platformları	Dental Monitoring®	Diş hareketinin, plak uyumunun ve ağız hijyeninin uzaktan izlenmesi
Mobil uygulamalar	Eğitim ve oyunlaştırılmış fırçalama uygulamaları	Hasta eğitimi, öz bakım, uyumun izlenmesi
Sensör tabanlı apareyler	Isı sensörlü apareyler, kuvvet algılayan plaklar	Aparey takma süresinin ve uygulanan kuvvetin nesnel ölçümü

Kaynak: (Feng et al., 2025; Hansa et al., 2018; Nguyen & Jackson, 2018; Park et al., 2021; Shiotsu et al., 2022)

Uzaktan izlem platformları yüksek çözünürlüklü görüntüleme, bulut tabanlı kayıtlar ve doğrudan sesli ya da görüntülü iletişim yoluyla hekimin tedavi ilerlemesini izlemesine, uyum sorunlarını belirlemesine ve sık yüz yüze ziyaret gereksinimini azaltmasına olanak tanır (Abu Arqub et al., 2024; Almoammar, 2024; Hansa et al., 2018). Mobil uygulamalar ise randevu ve aparey kullanımı hatırlatmaları, tedavi ilerlemesini izleme araçları, eğitim kaynakları ve bakım ekibiyle gerçek zamanlı iletişim kanalları sunarak hastanın öz bakımını destekleyebilir (Kengne Talla et al., 2025; Sangalli et al., 2024). Bu tür uygulamaların hastaları tedavinin ayrıntıları konusunda eğitmede etkili olduğu gösterilmiştir (Al-Moghrabi et al., 2020). Ortodontik mobil uygulamaların çeşitli davranış değişikliği teknikleri içerdiği (Siddiqui et al., 2021) ve mobil uygulama ile sosyal medya tabanlı müdahalelerin ortodonti hastalarında davranış değişikliğine katkı sağlayabileceği, ancak bu konudaki kanıt kesinliğinin sınırlı olduğu bildirilmektedir (Al-Moghrabi et al., 2022).

Yapay zekâ destekli uzaktan izlem (Artificial Intelligence-Driven Remote Monitoring, AIRM), uzaktan izlem uygulamalarının bir alt grubudur (Hansa et al., 2021b; Vaid, 2021). Uzaktan izlem,

hastanın gönderdiği fotoğraf ve videoların hekim tarafından doğrudan incelendiği, yapay zekâ kullanılmayan yöntemlerle de yürütülebilmektedir. Bu alanın öncüsü olan Dental Monitoring® yazılımı, hastanın patentli bir yanak ekartörü yardımıyla dişlerini fotoğraf ve video olarak doğru biçimde kaydetmesini sağlayan, akıllı telefonda çalışan bir yazılımdır (Roisin et al., 2016). Bununla birlikte, kullanım amacına bağlı olarak telediş hekimliğinin özel bir ekartör olmaksızın çekilen fotoğraf ve videolarla da yürütülebildiği bildirilmektedir (Bianco et al., 2021; Dunbar et al., 2014; Mandall et al., 2005; Mupparapu, 2007). Daha ileri sistemlerde, mikrosensör yerleştirilmiş plaklar gerçek aparey takma süresine ilişkin nesnel veri üretmekte (Shiotsu et al., 2022), kuvvet algılama özelliğine sahip plaklar ise makine öğrenmesi destekli tanıya olanak tanımaktadır (Feng et al., 2025; Wang et al., 2024).

Günümüzde teleortodontinin ortodontideki kullanım alanları oldukça çeşitlidir. Tanı, tedavi planlaması, konsültasyon, ağız hijyeninin izlenmesi, elastik kullanımına uyumun izlenmesi ve ortopedik apareyler sonrasında dizilimin ya da maloklüzyonun düzeltilmesinin değerlendirilmesi bu olanaklardan bazılarıdır (Dunbar et al., 2014; Favero et al., 2009; Hansa et al., 2021b; Roisin et al., 2016). Diğer profesyonellerin eğitimi ve bir meslektaşa uzaktan destek verilmesi de bu aracın kullanılabileceği durumlar arasındadır (Berndt et al., 2008). Akıllı telefon uygulamalarına yönelik bir kapsam derlemesinde, ortodontide telediş hekimliğinin sefalometrik tanı uygulamaları (çalışmaların %35'i), hatırlatıcı uygulamalar (%41) ve uygulamalar aracılığıyla uzaktan izlem (%24) biçiminde kullanıldığı saptanmıştır (Vaid et al., 2020).

Şeffaf plaklarla tedavinin yaygınlaşması, uzaktan izlem teknolojisinin yüz yüze randevu gerektirmeden tedavi ilerlemesini değerlendirmeye uygun olması nedeniyle sanal kontrollerle desteklenen ortodontik tedaviyi güçlendirmiştir (Hansa et al., 2018). Mobil ortodontik uygulamalar, hasta uyumunun belirleyici olduğu

modern, estetik ve konforlu tedavilerin yönetimine olanak tanımaktadır (Thurzo et al., 2021). Konvansiyonel sabit ortodontik tedavide ise uzaktan izlem; yan etkilerin kontrolü, pasif arkların saptanması, diş sürmesinin izlenmesi ve braket kırıklarının belirlenmesi açısından yararlı bir seçenek olarak görülmektedir (Hansa et al., 2018; Putrino et al., 2020). Gelişmiş sistemler ek maliyet doğurabilse de hastanın fotoğraf ve videolarını e-posta (Mandall et al., 2005) ya da WhatsApp gibi uygulamalar (Zotti et al., 2016; Zotti et al., 2019) aracılığıyla göndermesi basit ve düşük maliyetli bir çözüm sunabilir. Akıllı telefonların e-postayla gönderilen dijital görüntülere hızlı ve net erişim sağlaması ve hekimi masaüstü bilgisayarın kısıtlamalarından kurtarması da bu yöntemlerin benimsenmesini kolaylaştırmıştır (Cotrin et al., 2020). Ancak bu kanalların erişilebilir ve düşük maliyetli olması, sağlık verisi paylaşımına uygun oldukları anlamına gelmez. Hasta fotoğrafları ve videoları kişisel sağlık verisi niteliği taşıdığından, kullanılacak iletişim kanalının şifreleme, güvenli depolama, erişim denetimi ve hastanın (çocuklarda ebeveynin) aydınlatılmış onamı gibi veri güvenliği koşullarını sağlaması ve ülkemizde 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu başta olmak üzere yürürlükteki düzenlemelere uygun olması gerekir (Houser et al., 2023; Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, 2016; Marya et al., 2025). Bu konu "Veri güvenliği ve etik boyut" başlığında ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Uzaktan İzlem Sistemlerinin Doğruluğu ve Güvenilirliği

Belirli uzaktan izlem yazılımlarıyla ve tanımlı kayıt protokolleri izlenerek oluşturulan üç boyutlu modellerin, incelenen ölçümler (seçilmiş diş konumu ve ark genişliği ölçümleri gibi) bakımından geleneksel ağız içi taramalara ya da alçı modellere yakın doğrulukta olduğu bildirilmiştir (Abu Arqub et al., 2023; Feng et al., 2025; Homsi et al., 2023a; Morris et al., 2019; Moylan et al., 2019; Tian et al., 2024). Morris ve arkadaşları (2019), fotoğraf ve video

modunda elde edilen Dental Monitoring® üç boyutlu dijital modellerinin, çalışmada incelenen ölçümler açısından klinik uygulamalar için yeterli doğrulukta olduğunu bildirmiştir. Hızlı üst çene genişletmesi uygulanan 12 hastayla yürütülen bir pilot çalışmada, Dental Monitoring® yazılımı ile alçı modeller arasında kanin arası ve molar arası genişlik ölçümleri bakımından ortalama 0,17 mm ve −0,02 mm'lik farklar saptanmış; ±0,5 mm'lik klinik kabul sınırı esas alınarak yapılan eşdeğerlik testleri, iki yöntemin bu ölçümler için eşdeğer sonuç verdiğini göstermiştir (Moylan et al., 2019). Bununla birlikte, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaması tek başına eşdeğerlik kanıtı değildir. Bu bulgu, küçük örneklem büyüklüğü, ölçüm hatası, güven aralıklarının genişliği ve önceden tanımlanmış klinik kabul sınırları birlikte dikkate alınarak yorumlanmalı ve yalnızca incelenen yazılım, kayıt protokolü ve ark genişliği ölçümleriyle sınırlı tutulmalıdır. Seçilmiş ark genişliği ölçümlerindeki bu başarı, bütün tanısal değerlendirmelere genellenemez. Aynı çalışma, video taramalarının kalitesi kabul edilebilir düzeyde olduğu sürece izlem yazılımının hasta izlemi ve klinik karar verme açısından güvenilir biçimde kullanılabileceğini öne sürmüştür (Moylan et al., 2019). Benzer şekilde, Hyrax genişletme apareyi kullanan hastalarda Dental Monitoring® yazılımının posterior çapraz kapanışın düzeltilmesini uzaktan belirleyebildiği gösterilmiştir. Ancak aynı çalışmada dijital görüntü kalitesine bağlı güçlüklerin bazı hastalarda uzaktan değerlendirmeyi zorlaştırdığı da vurgulanmıştır (Kuriakose et al., 2019).

Uzaktan izlem sistemleri, hastanın klinik randevular arasında sık ve düzenli aralıklarla kaydettiği ardışık taramaların karşılaştırılması yoluyla, ortodontik diş hareketinin tedavi süresince zamana bağlı olarak karakterize edilmesine de olanak tanımaktadır (Abu Arqub et al., 2023). Bu yaklaşım, randevu aralarında belirli aralıklarla alınan görüntülerin değerlendirildiği düzenli aralıklarla uzaktan izlem olarak tanımlanmalıdır. Bu bulgular, uzaktan izlem

araçlarının diş hareketi, aparey uyumu ve tedavi parametrelerinin izlenmesine yönelik tanısal ve değerlendirici süreçlere entegre edilebileceğini desteklemektedir.

Uzaktan tanı ve sevk süreçlerine ilişkin klinik çalışmalar da yol göstericidir. Genel diş hekimlerinin teleortodonti desteğiyle uyguladığı interseptif ortodontik tedavi ile ortodonti fakülte üyelerinin doğrudan gözetimindeki uzmanlık öğrencilerinin uyguladığı tedavi arasında sonuç bakımından anlamlı fark bulunmamıştır (Berndt et al., 2008). Randomize kontrollü bir çalışmada, telediş hekimliği ile ön konsültasyon yapılmadan doğrudan ortodontiste sevk edilen hastalarda uygunsuz sevk oranının anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Mandall et al., 2005). Öte yandan, klinik muayeneye dayalı ortodontik tarama ile yalnızca basılı ya da dijital kayıtlara dayalı tarama karşılaştırıldığında gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumun gruplar arasında farklılık gösterdiği ve kesin bir sonuca varılamadığı bildirilmiştir (Dunbar et al., 2014).

Uzaktan izlemin güvenilirliği büyük ölçüde görüntü kalitesine bağlıdır. Tutarsız görüntü alımı ya da yetersiz aydınlatma ölçüm hatalarını artırabilmektedir (Sakr et al., 2025). Kayıtların deneyimsiz biçimde, evde birinin yardımıyla bile alınması durumunda güvenilirlik ve doğruluk sorgulanabilir hale gelebilmektedir (Marya et al., 2020). Bu nedenle uzaktan araçlar rutin izlem için güvenilir görünse de ilk tanıda ve karmaşık olguların yönetimindeki rolleri ileri araştırma gerektirmektedir. Hafif yumuşak doku değişiklikleri ya da erken mine demineralizasyonu gibi ince değerlendirmelerde doğrudan klinik muayene altın standart olmayı sürdürmektedir.

Tedavi Etkinliği, Randevu Sayısı ve Tedavi Süresi

Uzaktan izlem platformlarının toplam tedavi süresini uzatmadan yüz yüze randevu sayısını azaltabildiği çeşitli

çalışmalarla gösterilmiştir (Abu Arqub et al., 2023; Impellizzeri et al., 2020; Kayalar & Küçükkurt, 2023; Li et al., 2016; Thurzo et al., 2021). Bu durum özellikle şeffaf plak ve kendinden bağlamalı braket sistemleriyle yürütülen tedavilerde belirgindir. Bu tedavilerde tedavi verimliliğinin korunduğu, hatta arttığı bildirilmiştir (Impellizzeri et al., 2020; Thurzo et al., 2021).

Şeffaf plak tedavisinde Dental Monitoring® kullanımını değerlendiren iki retrospektif kohort çalışmasının bulguları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Şeffaf plak tedavisinde Dental Monitoring® ile izlenen ve yalnızca yüz yüze izlenen hastaların karşılaştırılması

Değişken	**Hansa et al.** (2020)	**Hansa et al.** (2021a)
Örneklem (izlem / kontrol)	88 / 67 hasta	45 / 45 hasta
Yüz yüze randevu sayısı	2,26 (%23) daha az (7,56'ya karşı 9,82)	3,5 (%33,1) daha az
Toplam tedavi süresi	Anlamlı fark yok (14,58'e karşı 13,91 ay)	Anlamlı fark yok
İlk revizyona (refinement) kadar geçen süre	Anlamlı fark yok (9,46'ya karşı 9,97 ay)	1,7 ay (%28) daha kısa
Revizyon sayısı	Anlamlı fark yok (1,00'e karşı 0,79)	Anlamlı fark yok
Planlanan ve elde edilen diş konumu uyumu	Değerlendirilmedi	Bazı ön diş hareketlerinde istatistiksel olarak daha yüksek; farklar klinik anlamlılık eşiğini (0,5 mm / 2°) aşmamıştır (klinik açıdan benzer doğruluk)

Not: Her iki çalışma da retrospektif kohort tasarımındadır; grupların randomize edilmemesi, olası seçim yanlılığı ve ölçülmemiş karıştırıcı etkenler nedeniyle bulgular nedensellik kanıtı olarak yorumlanmamalıdır. "Anlamlı fark yok" ifadesi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadığını gösterir; eşdeğerlik testi yapılmadığından gruplar arasında eşdeğerlik bulunduğu anlamına gelmez. Hansa ve arkadaşlarının (2021a) çalışmasında tüm tedaviler tek bir ortodontist tarafından tek bir özel muayenehanede yürütülmüştür; bu

durum bulguların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Diş konumu uyumunda klinik anlamlılık eşiği doğrusal ölçümler için 0,5 mm, açısal ölçümler için 2° olarak kabul edilmiştir.

Kaynak: (Hansa et al., 2020; Hansa et al., 2021a)

Hansa ve arkadaşlarının (2021a) çalışmasında, Invisalign® tarafından öngörülen diş konumları ile gerçekleşen konumlar arasındaki uyumun, izlem grubunda üst ön dişlerdeki rotasyon hareketleri ve alt ön dişlerdeki labiolingual doğrusal hareketler için istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak gruplar arasındaki farkların hiçbiri, çalışmada kabul edilen klinik anlamlılık eşiklerini (doğrusal ölçümler için 0,5 mm, açısal ölçümler için 2°) aşmamıştır. Dolayısıyla bu bulgu istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte, iki grubun klinik açıdan benzer doğrulukta olduğunu göstermektedir. Aynı çalışmada acil ziyaret sayısı gruplar arasında benzer bulunmuştur. İzlem grubunda ilk revizyona (refinement) kadar geçen süre yaklaşık 1,7 ay daha kısadır. Yazarlar, kesici diş bölgesiyle sınırlı kalan bu farkın ve ilk revizyona kadar geçen sürenin kısalmasının, daha sık izlem sayesinde plağın diş hareketini takip edememesi (öngörülen diş hareketinin gerçekleşmemesi ve buna bağlı olarak plağın dişlere tam oturmaması) gibi sorunların erken saptanmasıyla ilişkili olabileceğini ileri sürmüştür (Hansa et al., 2021a).

Randevu kaçırma ortodontik tedavinin süresini doğrudan etkileyebilen bir sorundur. Ortodonti hastalarının yaklaşık %14'ünün randevularını kaçırdığı ve kaçırılan her randevunun toplam tedavi süresini yaklaşık bir ay uzatabildiği bildirilmiştir (Trenouth & Hough, 1991). Mobil uygulama hatırlatıcılarının toplam tedavi süresini yaklaşık 7,3 hafta kısaltabildiğine ve braket kopma oranını %16,1'den %11,8'e düşürebildiğine ilişkin bulgular mevcuttur. Ancak bu bulguların tek bir randomize kontrollü çalışmaya dayanması nedeniyle kanıt yetersiz kabul edilmektedir (Fernández et al., 2021; Mohammed et al., 2019).

Yüz yüze ziyaretlerin azaltılması teleortodontinin en tutarlı yararlarından biri olarak öne çıkmakla birlikte, bu durumun toplam tedavi süresini kısalttığına dair güçlü kanıt bulunmamaktadır (Dalessandri et al., 2021; Hansa et al., 2020; Impellizzeri et al., 2020). Ziyaret sayısının azalması hastalar için yol masrafını, hekimler için ise koltuk süresini ve sarf malzemesi maliyetini düşürebilir. Yarık dudak ve damak hastalarında yapılan bir ekonomik değerlendirmede, telediş hekimliğinin özellikle coğrafi olarak uzak ya da yeterli hizmet alamayan gruplarda yol, koltuk süresi ve kaynak tüketimini azaltarak maliyet-etkin bir çözüm sunduğu öne sürülmüştür (Teoh et al., 2018). Dünya Ortodontistler Federasyonu da randevu sayısının azaltılmasını ve dijital iş akışlarını ortodontide sürdürülebilirliği artırmanın temel stratejileri arasında saymaktadır (Eliades et al., 2025). Ayrıca ortodonti hastalarının video konsültasyonlardan memnun kaldığı ve daha fazla görüşmenin uzaktan yapılmasını kendileri için daha elverişli bulduğu bildirilmiştir (Byrne & Watkinson, 2021). Bu durum özellikle başka şehirlerde yaşayan ya da aylık kontrollere herhangi bir nedenle katılamayan hastalar için önemli bir seçenek oluşturmaktadır.

Hasta Uyumu: Dijital Hatırlatıcılar ve Sensör Tabanlı İzlem

Dijital hatırlatıcılar ve iletişim kanalları

Sabit apareylerle yürütülen ortodontik tedavi ortalama iki yıl sürmekte ve bu süre boyunca sık kontrol ile ağız hijyeni eğitimi gerektirmektedir (Li et al., 2016). Sürekli izlem gerektiren bu tür durumlarda hatırlatıcılar avantaj sağlayabilir (Zotti et al., 2016). Hastanın tedavi talimatlarına uyumu ve farklı apareylere uyum sağlaması, tedavi süresince ve sonrasında kurulan iletişimin etkinliği gibi çeşitli etkenlere bağlıdır (Lee et al., 2008). Uyumun izlenmesi ve modellenmesinde temel strateji, uyum davranışının belirlenip izlenmesi ve elde edilen verilere göre uygun tedavi stratejilerinin geliştirilmesidir (Allen et al., 2000). Hastaların doldurduğu formlar,

kontrol listeleri, anketler ya da hasta ve ebeveynle yapılan doğrudan görüşmeler gibi geleneksel izlem yöntemleriyle sıklıkla yetersiz uyum bildirilmektedir (Schott et al., 2017).

Randevulara uyum konusunda kanıtlar tutarlıdır. Randomize kontrollü çalışmaları içeren sistematik derlemeler, etkin hatırlatıcı kullanımının randevu katılımını iyileştirdiğini göstermektedir (Discepoli et al., 2021; Fernández et al., 2021; Mohammed et al., 2019). Bir meta-analizde hatırlatıcı kullanımının randevuya katılmama riskini anlamlı düzeyde azalttığı belirlenmiştir (risk oranı: 0,39; %95 GA: 0,22–0,70; toplam 7801 randevu) (Mohammed et al., 2019). Farklı çalışma tasarımlarını içeren bir derlemede de benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Al-Moghrabi et al., 2022). Hastalarla iletişim kanalları kurulması, randevu kaçırma eğilimi daha yüksek olabilen düşük sosyoekonomik düzeydeki gruplarda randevuya uyumu özellikle artırabilir (Hamasha et al., 2006). Telefon aramaları, kısa mesajlar ve mobil uygulamalar bu amaçla kullanılabilecek uygun araçlardır (Becker & Maiman, 1980; Finkelstein et al., 2013). Hastaların yapay zekâ destekli dijital iletişime genel olarak olumlu yaklaştığı, ancak kişiselleştirme ve gizlilik eksikliklerinin sorun oluşturduğu bildirilmektedir (Yee et al., 2022; Young et al., 2021). Farklı hatırlatıcı ya da görsel-işitsel müdahale türlerinden birinin diğerlerine üstün olduğunu gösteren yeterli kanıt bulunmamaktadır (Fernández et al., 2021; Mohammed et al., 2019).

Şeffaf plak tedavisinde elektronik hatırlatıcıların plak kullanımına ve hasta iş birliğine istatistiksel olarak anlamlı katkı sağladığı bildirilmiştir (Timm et al., 2021; Timm et al., 2022). Buna karşın, ikiz blok (Twin Block) apareyi ve hareketli pekiştirme apareyleri üzerinde yapılan bazı randomize kontrollü çalışmalarda etki sınırlı ya da anlamsız bulunmuştur (Al-Moghrabi et al., 2020; Higgins et al., 2024; Zhang et al., 2022). Uyum, tedavi evrelerine göre de değişebilmektedir. Aktif tedavideki hastalar ilerlemeyi

hızlandırmak için daha istekli olurken, temel tedavi hedefine ulaşmış olan pekiştirme evresindeki hastaların önerilen protokollere uyumu azalabilmektedir (Al-Moghrabi et al., 2020; Massud Leone et al., 2018; Zhang et al., 2022; Zotti et al., 2019). Mevcut kanıtlar, artan uyum ile tedavi süresindeki kısalma ya da tedavi evrelerinde ilerleme arasında açık bir ilişki ortaya koymamaktadır (Li et al., 2016). Öte yandan düzensiz ziyaretlerin, hastanın rutin ağız hijyenine ve planlanan tedavi protokolüne uyumunu olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir (Charavet et al., 2019; Wu et al., 2009).

Sensör tabanlı izlem

Son yıllarda farklı hareketli ortodontik apareylerde uyumu izleyebilen sensör tabanlı izlem cihazlarının kullanımı artmıştır (Ackerman et al., 2009; Vagdouti et al., 2019). Hastaların mikrosensörlerle izlendiklerinin farkında olması, gözlendiğini bilen bireyin olağan davranışını değiştirmesi olarak tanımlanan "Hawthorne etkisi" ile ilişkili olabilir (McCarney et al., 2007).

Önerilen takma süreleri aparey türüne, tedavi evresine (aktif tedavi ya da pekiştirme) ve uygulanan protokole göre farklılık gösterdiğinden, tüm apareyler için ortak bir standart süreden söz edilemez. Al-Moghrabi ve arkadaşlarının (2017) meta-analizine dahil edilen çalışmalarda reçete edilen süreler, headgear gibi ağız dışı apareylerde genellikle günde 12–14 saat, ağız içi apareylerde ise aparey türüne ve protokole bağlı olarak günde 15–22 saat aralığında yer almaktadır. Ancak mikrosensörlerle nesnel olarak ölçülen takma süreleri reçete edilen sürelerin belirgin biçimde altında kalmaktadır. Bir meta-analizde reçete edilen süreye göre günlük açığın aktif tedavide kullanılan fonksiyonel apareylerde 5,71 saat, pekiştirme evresinde kullanılan Hawley apareyinde 4,58 saat, üst çene hareketli apareylerinde 3,53 saat ve headgear kullanımında 5,81 saat olduğu belirlenmiştir (Al-Moghrabi et al., 2017). Başka bir sistematik

derlemede ortalama günlük takma sürelerinin aparey türüne ve tedavi evresine göre belirgin farklılık gösterdiği bildirilmiştir: aktif tedavide kullanılan Planas apareyleri için 15,8 saat, headgear ve yüz maskesi için yaklaşık 8 saat, van Beek aktivatörü ve fonksiyonel pekiştirme apareyi için 6,8–7,8 saat, pekiştirme evresinde kullanılan plak ve Hawley apareyleri için ise 11,4–13,3 saat (Nahajowski et al., 2022). Öte yandan önceden planlanmış yarı zamanlı kullanım protokolü, reçete edilen süreye uyumsuzlukla aynı şey değildir. Parekh ve arkadaşlarının (2019) randomize kontrollü çalışmasında, ikiz blok (Twin Block) apareyi için reçete edilen günde 12 saatlik yarı zamanlı ve 22 saatlik tam zamanlı kullanım protokolleri, 12 aylık dönemde benzer dental ve iskeletsel değişiklikler sağlamıştır. Bu bulgu yalnızca söz konusu Twin Block protokolü için geçerli olup reçete edilen süreye uyulmamasının zararsız olduğu biçiminde yorumlanmamalıdır.

Hastalara uyumlarının mikrosensörlerle izlendiğinin bildirilmesinin uyumu artırdığı gösterilmiştir (Al-Moghrabi et al., 2017). Ancak bir meta-analizde izlendiğini bilmenin uyumu yalnızca günde yaklaşık bir saat artırdığı saptanmıştır (Moreno-Fernández et al., 2022). Daha genç hastalarda uyumun daha yüksek olduğu, cinsiyetin ise uyum üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmektedir (Al-Moghrabi et al., 2017; Nahajowski et al., 2022). Tıkayıcı uyku apnesi tedavisinde kullanılan ağız içi apareylere yerleştirilen ısı sensörlerinin uyumun izlenmesinde güvenilir olduğu da gösterilmiştir (Gjerde et al., 2018).

Ağız Hijyeni ve Beyaz Nokta Lezyonları

Düzenli ve titiz ağız hijyeni, ortodontik tedavinin başarısında önemli bir rol oynar (Huang et al., 2018). Artmış plak indeksi ve periodontal cep derinliği, dişler çevresinde periodontal yumuşak doku enflamasyonu ve marjinal kemik kaybı için risk etkenleridir (Javed et al., 2007). Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda ağız

hijyeni motivasyonunu artırma yöntemlerini inceleyen ve orta kalitede 12 çalışmayı kapsayan bir sistematik derleme ve meta-analizde, motivasyonel çabaların tedavinin genel başarısında rol oynadığı gösterilmiş ve ortodontistlerin hastalarını rutin ağız hijyenine teşvik etmek için ek çaba göstermesi önerilmiştir (Huang et al., 2018).

Hatırlatıcılar ve görsel-işitsel bilgilendirme sistemlerinin ağız hijyeni parametreleri üzerindeki etkisi çok sayıda sistematik derlemede değerlendirilmiştir. Randomize kontrollü çalışmaları içeren derlemeler, bu sistemlerin ortodonti hastalarında ağız hijyeni parametrelerinde kısa ve uzun dönemde iyileşme sağlayabileceğini göstermektedir (Discepoli et al., 2021; Fernández et al., 2021; Lima et al., 2018; Mohammed et al., 2019; Sharif et al., 2019). Farklı çalışma tasarımlarını içeren bir meta-analizde de benzer yönde sonuçlara ulaşılmıştır (Al-Moghrabi et al., 2022). Ancak etkinin büyüklüğü müdahale türüne, izlem süresine ve değerlendirilen sonuca göre değişmektedir. Havuzlanmış tahminlerin önemli bir bölümünde çalışmalar arası heterojenlik yüksektir; örneğin Fernández ve arkadaşlarının (2021) meta-analizinde plak indeksi ve gingival indeks için heterojenlik sırasıyla %92 ve %97 düzeyindedir. Al-Moghrabi ve arkadaşları (2022) da kanıt kesinliğini GRADE yaklaşımıyla çok düşük ile orta arasında değerlendirmiş ve tahmin aralıklarının etkinin bulunmadığı olasılığını da kapsadığını bildirmiştir. Bu nedenle sonuçlar tüm müdahaleler ve tüm sonuç ölçütleri için aynı ölçüde kesin kabul edilmemelidir. Başlıca meta-analiz bulguları, heterojenlik ve kanıt kesinliğine ilişkin bilgilerle birlikte Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Hatırlatıcı ve görsel-işitsel müdahalelerin ağız sağlığı parametrelerine etkisine ilişkin meta-analiz bulguları

Meta-analiz	Plak indeksi (SOF; %95 GA)	Gingival indeks (SOF; %95 GA)	Beyaz nokta lezyonu (RO; %95 GA)
Al-Moghrabi et al. (2022)	−0,91 (−1,64; −0,19)	−0,81 (−1,35; −0,28)	—
Fernández et al. (2021)	−1,18 (−1,54; −0,82)	−2,17 (−3,15; −1,19)	0,48 (0,35; 0,66)
Mohammed et al. (2019), 3–6 ay	−0,38 (−0,65; −0,10)	−0,66 (−0,97; −0,35)	0,45 (0,31; 0,65)
Mohammed et al. (2019), >6 ay	−1,51 (−2,72; −0,30)	−1,94 (−3,81; −0,07)	—
Lima et al. (2018)	−1,22 (−2,03; −0,42)	—*	0,53 (0,38; 0,74)
Tasios et al. (2019)	—	—	0,44 (0,31; 0,64)

*Not: SOF: standartlaştırılmış ortalama fark; RO: risk oranı; GA: güven aralığı. Negatif SOF ve 1'in altındaki RO değerleri müdahale lehinedir. —: İlgili meta-analizde bu sonuç için havuzlanmış sayısal tahmin raporlanmamıştır. *Lima ve arkadaşları (2018) gingival indeksi meta-analize dahil etmiştir; ancak özgün yayında bildirilen havuzlanmış tahmin (SOF: 1,49; %95 GA: −2,61; 0,37; p = 0,009), nokta tahmininin kendi güven aralığının dışında kalması ve yönünün yazarların sonucuyla çelişmesi nedeniyle iç tutarlılık göstermediğinden tabloya alınmamıştır. Heterojenlik ve kanıt kesinliği: Havuzlanmış tahminlerin önemli bir bölümünde çalışmalar arası heterojenlik yüksektir (Fernández ve arkadaşlarında plak indeksi için I^2 = %92, gingival indeks için I^2 = %97; Lima ve arkadaşlarında yüksek heterojenlik bildirilmiş ve nicel sentez dört çalışmayla sınırlı kalmıştır). Al-Moghrabi ve arkadaşları kanıt kesinliğini GRADE ile çok düşük ile orta arasında değerlendirmiştir. Mohammed ve arkadaşlarının derlemesindeki 14 randomize çalışmanın beşi yüksek, altısı belirsiz yanlılık riski taşımaktadır. Bu nedenle tablodaki etki büyüklükleri tüm müdahaleler için aynı ölçüde kesin değildir.*

Kaynak: (Al-Moghrabi et al., 2022; Fernández et al., 2021; Lima et al., 2018; Mohammed et al., 2019; Tasios et al., 2019)

Hatırlatıcıların sıklığı da önemlidir. Bir meta-analizde, sık hatırlatıcı gönderilmesinin (örneğin haftada iki kez) uzun dönemde daha seyrek hatırlatmalara (örneğin haftada bir) göre daha yararlı olmayabileceği gösterilmiştir (Mohammed et al., 2019). Beyaz nokta lezyonlarının gelişiminde, bilgi tabanlı sistemlerin kullanılmasıyla insidansın tutarlı biçimde azaldığı bildirilmiştir (Fernández et al., 2021; Lima et al., 2018; Mohammed et al., 2019; Tasios et al., 2019).

Buna karşın kanama indeksi üzerinde kısa dönemde anlamlı bir etki saptanmamıştır (SOF: −0,22; %95 GA: −0,5–0,05) (Al-Moghrabi et al., 2022). Burada beyaz nokta lezyonları, mine yüzeyinde kavitasyon oluşmadan gelişen başlangıç düzeyindeki demineralizasyonu ifade etmektedir. Bunlardan ayrı bir sonuç olan yeni çürük lezyonu gelişimi ise yalnızca tek bir randomize çalışmada yeni çürük lezyonu varlığı olarak değerlendirilmiş ve gruplar arasında fark bulunmamıştır; DMFT/DMFS gibi indekslerdeki değişim ise raporlanmamıştır (Mohammed et al., 2019).

Birincil çalışmalar da benzer bir tablo ortaya koymaktadır. Mobil uygulama tabanlı hatırlatıcılar, oyunlaştırılmış fırçalama geri bildirimi ya da ağız hijyeninin uzaktan izlenmesi uygulanan çalışmalarda, standart sözlü veya yazılı ağız hijyeni talimatlarına kıyasla genellikle daha iyi sonuçlar bildirilmiştir (Alkadhi et al., 2017; Bilen et al., 2021; Farhadifard et al., 2020; Hussein & Ismail, 2023; Ross et al., 2019; Scheerman et al., 2020). Yapay zekâ destekli uzaktan izlem teknolojileriyle verilen hatırlatıcıların da ağız hijyenini iyileştirdiği gösterilmiştir (Sharma et al., 2025; Snider et al., 2023; Snider et al., 2024). Bazı çalışmalarda ise ağız hijyeni düzeyinde sınırlı ya da anlamsız iyileşme bildirilmiştir (Deleuse et al., 2020; Lopes dos Santos et al., 2022; Sangalli et al., 2021). Bu durum, dijital hijyen hatırlatıcılarının ve izlem müdahalelerinin hasta yaşına, aparey türüne ve başlangıçtaki ağız hijyeni düzeyine göre uyarlandığında daha etkili olabileceğini düşündürmektedir (Baherimoghadam et al., 2022). Uzaktan izlenen hastanın yalnızca yüz yüze izlenen hastaya göre tedaviye daha bağlı olduğu, ağız hijyeni performansını ve bakteri plağı oluşumunu değerlendiren çalışmalarda da gözlenmektedir (Alkadhi et al., 2017; Mohammed et al., 2019; Sangalli et al., 2021).

COVID-19 Döneminde Ortodontik Acillerin Uzaktan Yönetimi

COVID-19 pandemisinin erken döneminde, diş hekimliği işlemleri sırasında virüsle kontamine aerosol oluşabilmesi nedeniyle bu işlemlerin SARS-CoV-2 bulaşı açısından yüksek risk taşıdığı kabul edilmiştir (Xiang et al., 2022). Bu nedenle pandemi kısıtlamalarının uygulandığı dönemde diş hekimliğinde COVID-19 enfeksiyonunun kontrolüne yönelik temel önleyici önlem, hastaların muayenehane ziyaretlerinin kısıtlanması olmuştur (Caprioglio et al., 2020). Karantina dönemlerinde diş kliniklerinin çoğunun kapanması, uzun süre boyunca düzenli kontrole gereksinim duyan ortodonti hastalarını güç bir durumda bırakmıştır (Bustati & Rajeh, 2020). Ortodontik tedavinin estetik ve elektif yönleri bulunsa da bu, acil durumların yaşanmayacağı anlamına gelmemektedir (Caprioglio et al., 2020). Bu bölümde aktarılan ziyaret kısıtlamaları ve uzaktan yönetim yaklaşımları, pandeminin olağanüstü koşullarına ilişkin tarihsel bir bağlamı yansıtmaktadır ve güncel rutin ortodontik uygulama için genel öneriler olarak yorumlanmamalıdır.

Pandeminin getirdiği güçlükler ve kısıtlamalar telediş hekimliğinin kullanımını daha da teşvik etmiştir (Bianco et al., 2021; Putrino et al., 2020; Saccomanno et al., 2020). Uygun olgularda uzaktan kontrol, klinikte aerosol oluşturan işlemlere ve yüz yüze temasa duyulan gereksinimi azaltarak temasa bağlı bulaş riskini azaltmaya katkı sağlamıştır (Bianco et al., 2021; Saccomanno et al., 2020). Telediş hekimliğinin doğrudan insan temasını sınırlayarak hasta izlemini kolaylaştırdığı ve böylece viral enfeksiyonun yayılma olasılığını azalttığı bildirilmiştir (Giudice et al., 2020). Pandemi döneminde yapay zekâ destekli uzaktan izlem de belirgin bir ilgi görmüştür (Maspero et al., 2020; Srirengalakshmi et al., 2020). Dental Monitoring® gibi teleortodonti uygulamaları, pandemi sırasında uygun hastaların uzaktan izlenmesini kolaylaştırmış, maliyetleri düşürmüş ve gereksiz doğrudan teması sınırlamıştır. Bu uygulamalar ataşman kaybı, aksesuar kaybı, gingivit ve çürük gibi farklı klinik durumların ele alınmasında da yararlı bulunmuştur

(Thurzo et al., 2021). Amerikalı ortodontistlerin %60'ının teledış hekimliğini kullanmaya başladığı ve %45'inin bunu tedavi rutininin bir parçası olarak sürdürmeyi planladığı bildirilmiştir (Lamb et al., 2023). Bu dönemde yapılan kesitsel tanımlayıcı çalışmalar, teledış hekimliğinin acil durumlarda uygulanabilir bir çözüm olduğunu ve olağan dönemlerde de değerlendirilebileceğini göstermiştir (Bianco et al., 2021; Putrino et al., 2020; Saccomanno et al., 2020).

Acil durumların sıklığı ve iletişim kanalları

Batı Çin Hastanesi'nde düzenli kontrollerine gelemeyen 617 ortodonti hastasının 418'inin pandemi süresince acil ortodontik bakım talep etmediği bildirilmiştir (Xiang et al., 2022). Amerika Birleşik Devletleri'nde 154 hastanın değerlendirildiği bir çalışmada, hastaların yalnızca %21'inin ortodontik acil yaşadığı ve %73'ünün pandemi sırasında yüz yüze ziyaret yerine telefon ya da mesaj yoluyla izlemi tercih ettiği belirlenmiştir (Abu Arqub et al., 2021). 388 hastanın deneyimlerini inceleyen bir anket çalışmasında, sabit apareyli hastaların %38'i, hareketli apareyli hastaların %18'i ve şeffaf plak kullanan hastaların %57'si acil durumu çözmek için ortodontistine telefonla ulaşmıştır. Sabit apareyli hastaların %13'ü ve hareketli apareyli hastaların %12'si ise cep telefonuyla fotoğraf göndermiştir (Bustati & Rajeh, 2020).

Hastaların ortodontistleriyle en sık iletişim kurdukları yollar sesli aramalar (Abu Arqub et al., 2021; Bustati & Rajeh, 2020; Caprioglio et al., 2020; Matus et al., 2020; Xiang et al., 2022) ve WhatsApp® gibi akıllı telefon uygulamaları olmuştur (Abu Arqub et al., 2021; Bustati & Rajeh, 2020; Caprioglio et al., 2020; Cotrin et al., 2020; Matus et al., 2020; Putrino et al., 2020). Uzaktan yönetimde hekimler önce hastanın genel sağlık durumu ve olası COVID-19 enfeksiyonuyla ilişkili belirti ve öyküsü hakkında bilgi toplamış, ardından hastayı sorunu kendi başına çözmesi için yönlendirmiş ve gerekirse tedaviye geçici olarak ara vermiştir.

Bunun mümkün olmadığı durumlarda, muayenehanenin bulaşı önlemeye yönelik gereklilikleri karşıladığından emin olunarak acil randevu planlanmıştır (Caprioglio et al., 2020; Matus et al., 2020).

Sık görülen acil durumlar ve uzaktan çözüm yolları

Bildirilen acil durumlar çoğunlukla sabit çok braketli apareylerle ilişkilidir. En sık sorunlar braket, tüp ya da bant kopmaları (Abu Arqub et al., 2021; Bustati & Rajeh, 2020; Caprioglio et al., 2020; Cotrin et al., 2020; Matus et al., 2020; Putrino et al., 2020; Xiang et al., 2022), ark telinin distal uçlarının batması (Abu Arqub et al., 2021; Bustati & Rajeh, 2020; Caprioglio et al., 2020; Matus et al., 2020; Xiang et al., 2022) ve metal ya da elastik ligatürlerin kaybı veya yer değiştirmesidir (Bustati & Rajeh, 2020; Caprioglio et al., 2020; Cotrin et al., 2020; Putrino et al., 2020). Uzaktan önerilen başlıca çözüm yolları Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Sık görülen ortodontik acil durumlar ve teleortodonti ile önerilen çözümler

Acil durum	**Uzaktan önerilen yaklaşım**	**Kaynak**
Batan aparey parçalarına bağlı ülser ve yumuşak doku lezyonu	Bölgenin ortodontik mumla örtülmesi	(Bustati & Rajeh, 2020; Caprioglio et al., 2020; Putrino et al., 2020)
Ark telinin batan distal ucu	Ortodontistin uzaktan değerlendirmesi ve yönlendirmesiyle, uygun olgularda ucun tırnak makası ya da daha güçlü bir kesiciyle kesilmesi; bu güvenle yapılamıyorsa bölgenin mumla örtülerek hekime başvurulması	(Caprioglio et al., 2020)
Batan metal ligatür	Ortodontistin değerlendirmesi ve hastaya özgü yönlendirmesiyle ucun bükülmesi ya da ligatürün temiz bir cımbızla çıkarılması	(Caprioglio et al., 2020)

Acil durum	Uzaktan önerilen yaklaşım	Kaynak
Kopan tüp, bant veya braket (yutma riski)	Ortodontistin değerlendirmesi sonrasında, parça kolayca görülebiliyor, erişilebiliyor ve güvenle tutulabiliyorsa temiz bir cımbızla çıkarılması; aksi halde hekime başvurulması	(Caprioglio et al., 2020)
Kırılan veya kaybolan hareketli aparey	Apareyin kullanımına ara verilmesi	(Caprioglio et al., 2020; Putrino et al., 2020)
Kırılan veya kaybolan şeffaf plak	Hangi plağın (önceki ya da sonraki) takılacağına tedavi aşamasına göre ortodontistin karar vermesi; hastanın kendi başına plak seçmemesi	(Caprioglio et al., 2020)
Tam oturmayan şeffaf plak	Uyumsuzluğun nedeninin ortodontist tarafından değerlendirilmesi; ılık su uygulaması gibi yöntemlere yalnızca plak materyaline ve üretici talimatına uygun olduğunda ve hekim önerdiğinde başvurulması	(Saccomanno et al., 2020)

Not: Tablodaki yaklaşımlar koşulsuz evde müdahale önerileri değildir; ortodontistin fotoğraf, video ya da görüntülü görüşme yoluyla yaptığı değerlendirmeye ve olguya özgü yönlendirmesine bağlı olarak uygulanmalıdır. Hasta tarafından güvenle uygulanamayan ya da belirtileri gerilemeyen durumlar yüz yüze muayene, yutulma ya da aspirasyon şüphesi bulunan durumlar ise tıbbi değerlendirme gerektirir.

Kaynak: Tabloda belirtilen çalışmalardan derlenmiştir.

Mum uygulaması ya da hekim yönlendirmesiyle yapılan tel kesilmesi sonrasında belirtileri gerilemeyen durumlar ile hareketli metal parçaların yutulma riski oluşturduğu olgular, yüz yüze acil ortodontik muayene gerektirmektedir (Matus et al., 2020). Bu noktada yutma ile aspirasyon birbirinden ayrılmalıdır. Bir aparey parçasının yutulduğundan şüphelenilen durumlarda hekime başvurulması ve gerektiğinde tıbbi değerlendirme yapılması gerekirken; ani öksürük, boğulma hissi, nefes darlığı ya da hırıltılı solunum gibi bulgularla aspirasyondan şüphelenilen olgular yalnızca

bir ortodontik randevuyla değil, acil tıbbi değerlendirmeyle yönetilmelidir. Acil durumların önlenmesi de en az yönetimleri kadar önemlidir. Hastaların bu sorunları mümkün olduğunca kendi başlarına yönetebilecek biçimde eğitilmesi ve hekimlerin literatürdeki önerilerden ve kılavuzlardan yararlanması önerilmektedir (Bustati & Rajeh, 2020).

Pandemi döneminde teleortodontinin hem hekimler hem de hastalar tarafından takdir edildiği ve çok sayıda yarar sağladığı bildirilmiştir. Bu yararlar arasında hastanın muayeneye gelmesinin gerekip gerekmediğine uzaktan karar verilmesini sağlayan triyaj (Abu Arqub et al., 2021; Bustati & Rajeh, 2020; Matus et al., 2020), koltukta geçirilen sürenin azalması (Saccomanno et al., 2020) ve görüntü ile radyografilerin hızla gönderilip değerlendirilebilmesi (Caprioglio et al., 2020; Cotrin et al., 2020) sayılabilir. Ayrıca tedavi sürecinde kaygı, korku ve terk edilmişlik duygusu yaşayan hastaların rahatlatılması (Caprioglio et al., 2020; Putrino et al., 2020; Saccomanno et al., 2020) ve ağız sağlığının düzenli izlenerek hastanın iyi bir hijyen düzeyini sürdürmeye motive edilmesi (Abu Arqub et al., 2021; Putrino et al., 2020; Saccomanno et al., 2020) de önemli yararlar arasındadır.

Hasta ve Hekim Algıları ile Sosyal Medyanın Rolü

Hasta ve hekim algıları

Hem hastalar hem de ortodontistler teleortodonti araçlarının klinik uygulamaya kazandırılmasına genel olarak olumlu yaklaşmaktadır. En sık dile getirilen yararlar arasında kolaylık ve yolculuk süresinin azalması (Dalessandri et al., 2021; Homsi et al., 2023b; Ragab et al., 2025), ziyaret sıklığının düşmesi (Dalessandri et al., 2021; Homsi et al., 2023b; Ragab et al., 2025; Siddiqui et al., 2021) ve bakıma erişim ile kişiselleştirmede algılanan iyileşmeler (Homsi et al., 2023b; Siddiqui et al., 2021) yer almaktadır. COVID-19 döneminde telediş hekimliğine ilişkin hasta memnuniyetini

doğrudan inceleyen araştırmalar, hastaların çoğunun olumlu görüş bildirdiğini ve kullanım kolaylığı ifade ettiğini göstermiştir (Byrne & Watkinson, 2021; Menhadji et al., 2021). Hızlı üst çene genişletmesi uygulanan hastalarla yapılan bir çalışmada ise hastaların %43'ü genişletmenin değerlendirilmesinde uzaktan izlemi yüz yüze izleme tercih etmiş, %18'i ise iki seçenek arasında tercih belirtmemiştir (Kuriakose et al., 2019). Buna karşılık, ortodonti hastalarına uygulanan bir ankette hastaların çoğunluğu teleortodonti konusunda nötr kalmış, ancak herhangi bir randevu planlanmadan önce telefonla triyaj yapılmasını olumlu karşılamıştır (Abu Arqub et al., 2021).

Bununla birlikte, hastaların teknoloji okuryazarlığına (Ragab et al., 2025), veri güvenliğine ve geri ödeme yapılarına ilişkin kaygılar dile getirilmiştir (Dalessandri et al., 2021; Homsi et al., 2023b; Logan et al., 2024; Ragab et al., 2025; Siddiqui et al., 2021). Bazı hekimler verimlilik, hasta katılımı ve esneklik gibi yararlara dayanarak bu araçları rutin uygulamalarına hızla entegre ederken, diğerleri temkinli yaklaşmayı sürdürmektedir (Abu Arqub et al., 2024; Logan et al., 2024; Ragab et al., 2025). Hasta tarafındaki güçlükler de dikkat çekicidir. Bir çalışmada ebeveyn veya vasilerin uygulamayı kullanmakta zorlanması, akıllı telefonlarının bulunmaması ya da uzaktan izleme güven duymaması gibi nedenlerle araştırmaya katılmayı reddettiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, yazılımı doğru kullanamama veya önerilen tarama protokolünü izleyememe nedeniyle başlangıçtaki 30 katılımcının %33,3'ü çalışmadan ayrılmıştır (Kuriakose et al., 2019).

Genç ve çekingen hastaların teleortodontik izlem deneyimlerini daha kolay ifade edebilmeleri için emoji tabanlı bir değerlendirme sistemi gibi yaratıcı yaklaşımlar da geliştirilmiştir (Saccomanno et al., 2020). Ortodontik uygulamaların kalitesi ve içerdikleri davranış değişikliği teknikleri ise Mobil Uygulama

Değerlendirme Ölçeği gibi araçlarla değerlendirilmeye başlanmıştır (Siddiqui et al., 2021).

Sosyal medya ve bilgilendirme değeri

Sesli, görsel ya da çok modlu yöntemlerle sunulan bilgilerin daha iyi akılda kaldığı bildirilmektedir (Al-Silwadi et al., 2015; Alkadhimi et al., 2022). Sosyal medya, farkındalık ve eğitim düzeyini artırma açısından önemli olanaklar sunmaktadır (Al-Moghrabi et al., 2022; Papadimitriou et al., 2020). Sabit apareyle tedavi gören hastalarda yapılan tek merkezli randomize kontrollü bir çalışmada, sosyal medyanın hastaların bilgi düzeyini artırmadaki etkisi gösterilmiştir (Al-Silwadi et al., 2015). YouTube ve Instagram gibi platformlar aracılığıyla bilgi arayışı ile ağız sağlığı uygulamaları arasında bir ilişki bulunduğu, ancak sosyal medya tabanlı iletişim kanallarının tedavi sırasındaki uyuma etkisini belirlemek için kanıtların henüz yetersiz olduğu bildirilmektedir (Al-Moghrabi et al., 2022).

Mobil iletişim uygulamalarındaki gelişmeler, kullanıcıların akıllı telefonlarında önemli ölçüde zaman geçirmesine yol açmıştır (Böhmer et al., 2011). Facebook, Instagram ve TikTok gibi popüler platformlar, özellikle COVID-19 pandemisinde olduğu gibi doğrudan iletişimin mümkün olmadığı durumlarda hastalara mesaj iletmek için stratejik olarak kullanılabilir (Eghtesadi & Florea, 2020). Öte yandan sosyal medyada pazarlanan ortodontik ürünlere ilişkin paylaşımların doğruluğunun sorgulanabilir olduğu ve bu platformların yanlış bilginin yayılması için de kullanılabildiği unutulmamalıdır (Alkadhimi et al., 2022).

Sınırlılıklar, Etik Boyut ve Veri Güvenliği

Klinik sınırlılıklar

Teledış hekimliği yüz yüze hasta ziyaretlerinin güvenilir bir alternatifi olarak görülmemekte ve gerektiğinde yüz yüze muayeneyi

kolaylaştırmak için her türlü çabanın gösterilmesi önerilmektedir (Telles-Araujo et al., 2020). Sabit ortodontik tedavide apareylerin boyutlarında ayarlamalar yapılması gerektiğinden, hekime çok sayıda kontrol ziyareti ve titiz ağız hijyeni genellikle ön koşul olarak kabul edilmektedir (Klaus et al., 2017; Li et al., 2016). Çok braketli tedavinin sık yüz yüze hekim müdahalesi gerektirmesi nedeniyle telediş hekimliğiyle ilerletilmesi sınırlıdır. Uzun süre teleortodonti ile yönetilebilen tedavilerin büyük ölçüde fonksiyonel apareyler ve şeffaf plaklarla sınırlı olduğu bildirilmiştir (Saccomanno et al., 2020). Yüz yüze objektif klinik muayenede yapılan değerlendirmelerin teleortodontik kontrollerle karşılanması da güçtür. Bununla birlikte teleortodonti protokollerinin standartlaştırılması, yöntemin engelli, hasta, sık seyahat eden ya da kliniğe uzak kırsal bölgelerde yaşayan ve düzenli kontrollere gelemeyen hastaların izleminde çok yararlı hale gelmesini sağlayabilir (Putrino et al., 2020).

Ortodontik diş hareketini etkileyen etkenlerin belirlenmesi de uzaktan izlemin önemli bir sınırlılığıdır. Çürük, endodontik enfeksiyonlar ve periodontitis gibi ağız hastalıklarının belirlenmesi, ortodontik tedaviye başlamanın ön koşuludur (Baeshen et al., 2019; Hamilton & Gutmann, 1999; Lu et al., 2018). Sigara kullanımı ile diabetes mellitus, artmış beden kitle indeksi ve psikolojik stres gibi sistemik durumların ortodontik tedavinin sonucunu olumsuz etkileyebileceği bildirilmektedir; ancak bu konudaki kanıtlar büyük ölçüde hayvan ve in vitro çalışmalara, derlemelere ve sınırlı sayıda prospektif klinik çalışmaya dayanmaktadır (Al-Shammery et al., 2019; Consolaro, 2017; Kirschneck et al., 2015; Saloom et al., 2021). İlaçlara ilişkin kanıtların düzeyi de ilaç grubuna göre farklılık göstermektedir. Bisfosfonatların ve tiroksin takviyesinin ortodontik olarak indüklenen diş hareketini etkileyebileceğine ilişkin bulgular sistematik derlemelerde ele alınmış olmakla birlikte, büyük ölçüde hayvan çalışmalarına, olgu bildirimlerine ve küçük olgu serilerine

dayanmaktadır (Berry et al., 2021; Friedrich et al., 2019; Zymperdikas et al., 2020). Steroid olmayan antienflamatuvar ilaçların diş hareketini yavaşlatabileceği ise başlıca literatür derlemelerinde bildirilmektedir (Krasny et al., 2013). Bu ilaçların ortodontik ağrının kontrolünde yaygın olarak kullanıldığı göz önünde bulundurulmalıdır (Gupta et al., 2014); ancak ağrı kontrolüne odaklanan bu tür çalışmalar diş hareketi hızına ilişkin doğrudan kanıt sunmamaktadır. Bu nedenle, söz konusu ilaçları kullanan, sigara içen ya da sistemik hastalığı bulunan bireylerin yalnızca telediş hekimliği ile tedavi edilmesi beklenen sonuçlara ulaşmayı güçleştirebilir.

Şeffaf plak tedavisinde ataşmanların yerleştirilmesi ve çıkarılması ile ara yüz mine aşındırması gibi işlemler tedavinin başarısına katkıda bulunmaktadır (Comba et al., 2017; Gomez et al., 2015). Bu işlemler, bir ortodontistin ya da şeffaf plak tedavisi konusunda yetkin bir diş hekiminin doğrudan gözetimi olmadan yapılamaz. Bu sınırlılıklar nedeniyle "kendin yap" ortodontisini tercih eden bireylerin uyarılması gerektiği belirtilmektedir (Kravitz et al., 2016). Kendin yap ortodontisi diğer yazarlar tarafından da ciddi biçimde eleştirilmiştir (Kannan et al., 2015). Rutin profesyonel gözetimden yoksun olan doğrudan tüketiciye yönelik (direct-to-consumer) ortodonti uygulamaları (Okuda et al., 2021) tedaviye bağlı komplikasyonlara ve ciddi etik sorunlara yol açabilmektedir (Squires et al., 2021).

Veri güvenliği ve etik boyut

Hasta kayıtlarının dijital ortamda aktarılmasına ilişkin en önemli kaygı, kişisel ve sağlıkla ilgili bilgilerin ihlal edilmesidir (Dolezel & McLeod, 2019). Amerika Birleşik Devletleri'nde sağlık profesyonelleri arasındaki hasta bilgisi alışverişini güvence altına almak amacıyla 1996 yılında Sağlık Sigortası Taşınabilirlik ve Sorumluluk Yasası (HIPAA) yürürlüğe girmiştir (Banks, 2006).

HIPAA evrensel bir mevzuat değildir; yalnızca ABD'de geçerlidir ve kapsamı, sağlık bilgisini elektronik ortamda standart işlemlerle ileten sağlık hizmeti sunucuları, sağlık planları ve sağlık bilgisi takas kuruluşlarından oluşan "kapsanan kuruluşlar" ile bunların iş ortaklarıyla sınırlıdır (U.S. Department of Health and Human Services, n.d.). ABD'de telediş hekimliğiyle ilgili uygulamaların bu yasanın standartlarını karşılayacak düzeyde güvenlik sağlaması önerilmektedir (Fricton & Chen, 2009). Gizlilik ve veri güvenliği, yapay zekâ destekli izlem araçlarının yaygınlaşmasıyla daha da önem kazanmaktadır. Platformların yasal düzenlemelere uyması; şifreleme, güvenli depolama ve şeffaf onam süreçlerini güvence altına alması gerekmektedir (Hale & Kvedar, 2014; Houser et al., 2023; Marya et al., 2025). Türkiye'de ise HIPAA uygulanmaz; sağlık verileri 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'nda özel nitelikli kişisel veri olarak tanımlanmakta ve bu verilerin işlenmesi, aktarılması ve saklanması Kanun ile ilgili ikincil düzenlemelerde öngörülen koşullara tabi bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemizde teleortodonti amacıyla kullanılacak platformların öncelikle bu düzenlemelere uygunluğu değerlendirilmelidir (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, 2016).

Yaygınlaşmanın önündeki engeller

Teleortodontinin rutin uygulamaya geçişinin önündeki olası engeller arasında dijital platformların edinme ve bakım maliyetleri (Hung et al., 2022; Surdu et al., 2025), geri ödemeye ilişkin belirsizlikler (CareQuest Institute for Oral Health, n.d.; Hung et al., 2022) ve hem hekimler hem de hastalar için öğrenme süreci (Malpe et al., 2024; Surdu et al., 2025) yer almaktadır. Bazı meslek kuruluşları, eyaletler ve ülkeler tarafından getirilen kısıtlamalar ile veri gizliliği ve güvenliğine ilişkin kaygılar da engeller arasında sayılmaktadır (Ragab et al., 2025).

Gelecek Perspektifleri

Diş hekimliğinin, dental uygulamaların, dijital iş akışı modellerinin ve dijital sağlık bilgisinin klinik pratiği nasıl dönüştürdüğünü daha iyi anlaması gerekmektedir. Ancak bu sayede dijital dönüşümün tüm diş hekimliği alanını nasıl etkileyeceği öngörülebilir (Thurzo et al., 2021). Gelecekte yapılacak geliştirmeler ve maliyet-yarar araştırmaları, akıllı saatler gibi giyilebilir sensör teknolojilerinin ısıl ağız içi mikrosensörlerle birlikte kullanılmasına olanak tanıyabilir. Bu entegrasyon, ortodonti hastalarının takma talimatlarına uyumunun kişiselleştirilmesine, izlenmesine ve iyileştirilmesine katkı sağlayabilir (Kuan et al., 2022; Martinez-Martin et al., 2021). Kuvvet algılama özelliği taşıyan plaklarla elde edilen verilerin makine öğrenmesi algoritmalarıyla değerlendirilmesi de tanı ve izlemde yeni bir dönemin habercisidir (Feng et al., 2025).

Sürdürülebilirlik açısından da teleortodontinin önemi artmaktadır. Randevu sayısının azaltılması ve dijital iş akışları, ortodontide çevresel ayak izini küçültmeye yönelik temel stratejiler arasında gösterilmektedir (Eliades et al., 2025). Bununla birlikte, teleortodontinin ekonomik yararlarına ilişkin biçimsel maliyet-etkinlik analizleri henüz sınırlıdır (Teoh et al., 2018).

Sonuç

Teleortodonti, pandemi döneminde bir zorunluluk olarak hızla yaygınlaşmış, ancak bugün ortodontik bakımın kalıcı bir bileşeni haline gelmektedir. Bu bölümde incelenen kanıtlar birkaç ana noktada özetlenebilir:

1. İncelenen çalışmalarda, belirli uzaktan izlem yazılımlarıyla (örneğin Dental Monitoring®) tanımlı kayıt protokolleri izlenerek elde edilen üç boyutlu modellerin, değerlendirilen ölçümler (seçilmiş diş konumu ve ark genişliği ölçümleri gibi) bakımından rutin izlem için klinik açıdan kabul edilebilir doğrulukta

olduğu bildirilmiştir. Bu bulgular tüm akıllı telefon tabanlı sistemlere ve tüm tanısal değerlendirmelere genellenmemelidir; doğruluk görüntü kalitesine ve hastanın kayıt protokolüne uyumuna bağlıdır.

2. İncelenen çalışmalarda, özellikle şeffaf plak tedavisi gören seçilmiş hasta gruplarında uzaktan izlemle yüz yüze randevu sayısında azalma bildirilmiş, toplam tedavi süresinde ise anlamlı fark saptanmamıştır. Bu çalışmaların büyük bölümünün retrospektif olması nedeniyle bulgular nedensellik ya da eşdeğerlik kanıtı olarak yorumlanmamalıdır; tedavi süresini kısalttığına dair kanıt ise yetersizdir.
3. Dijital hatırlatıcılar ve görsel-işitsel bilgilendirme, plak ve gingival indeks değerlerinde iyileşme sağlayabilir, beyaz nokta lezyonu riskini azaltabilir ve randevuya uyumu artırabilir. Ancak etkinin büyüklüğü müdahale türüne ve değerlendirilen sonuca göre değişmekte; çalışmalar arasındaki heterojenlik yüksek, kanıt kesinliği ise sınırlıdır.
4. Mikrosensörler, hareketli ve ağız dışı apareylerde reçete edilen takma sürelerine uyumun genellikle yetersiz olduğunu nesnel olarak ortaya koymaktadır.
5. Ortodontik acillerin önemli bir kısmı, ortodontistin uzaktan değerlendirmesi ve olguya özgü yönlendirmesiyle uzaktan yönetilebilmektedir. Ancak belirtileri gerilemeyen ve yutulma riski taşıyan durumlar yüz yüze muayene gerektirmekte; aspirasyon şüphesi bulunan olgular ise acil tıbbi değerlendirme gerektirmektedir.

Buna karşılık uzun dönem stabilite, nüks, maliyet-etkinlik, veri güvenliği ve dijital okuryazarlık konularındaki belirsizlikler

sürmektedir. Mevcut çalışmaların büyük bölümü şeffaf plak ve interseptif tedavilere odaklandığından, braket ve tellerle yürütülen konvansiyonel sabit tedavilere yönelik randomize kontrollü çalışmalara gereksinim vardır. Sonuç olarak teleortodonti, yüz yüze klinik muayenenin yerini alan bir yöntem olarak değil, hasta seçimi doğru yapıldığında ve tedavi evresine göre uyarlandığında onu tamamlayan ve erişimi genişleten güçlü bir araç olarak konumlandırılmalıdır.

Kaynakça

Abu Arqub, S., Al-Moghrabi, D., Kuo, C. L., Da Cunha Godoy, L., & Uribe, F. (2024). Perceptions and utilization of tele-orthodontics: A survey of the members of the American Association of Orthodontists. *Progress in Orthodontics, 25*(1), 16. https://doi.org/10.1186/s40510-024-00516-4

Abu Arqub, S., Nedjat-Haiem, M., Einbinder, M., Azami, N., Kuo, C.-L., Hariharan, A., & Uribe, F. (2023). Characterizing orthodontic tooth movement in real time using dental monitoring scans: A pilot study. *Orthodontics & Craniofacial Research, 26*(S1), 82–91. https://doi.org/10.1111/ocr.12717

Abu Arqub, S., Voldman, R., Ahmida, A., Kuo, C. L., Godoy, L. D. C., Nasrawi, Y., Al-Khateeb, S. N., & Uribe, F. (2021). Patients' perceptions of orthodontic treatment experiences during COVID-19: A cross-sectional study. *Progress in Orthodontics, 22*, 17.

Ackerman, M. B., McRae, M. S., & Longley, W. H. (2009). Microsensor technology to help monitor removable appliance wear. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 135*, 549–551. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.021

Al-Moghrabi, D., Alkadhimi, A., Tsichlaki, A., Pandis, N., & Fleming, P. S. (2022). The influence of mobile applications and social media-based interventions in producing behavior change among orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 161*(3), 338–354. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.09.009

Al-Moghrabi, D., Pandis, N., McLaughlin, K., Johal, A., Donos, N., & Fleming, P. S. (2020). Evaluation of the effectiveness of a

tailored mobile application in increasing the duration of wear of thermoplastic retainers: A randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics, 42*(5), 571–579. https://doi.org/10.1093/ejo/cjz088

Al-Moghrabi, D., Salazar, F. C., Pandis, N., & Fleming, P. S. (2017). Compliance with removable orthodontic appliances and adjuncts: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 152*, 17–32. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.03.019

Al-Shammery, D., Michelogiannakis, D., Rossouw, E., Romanos, G. E., & Javed, F. (2019). Influence of psychological stress exposure on orthodontic therapy: A comprehensive review. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry, 10*, e12388.

Al-Silwadi, F. M., Gill, D. S., Petrie, A., & Cunningham, S. J. (2015). Effect of social media in improving knowledge among patients having fixed appliance orthodontic treatment: A single-center randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 148*, 231–237. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.03.029

Alabdullah, J. H., & Daniel, S. J. (2018). A systematic review on the validity of teledentistry. *Telemedicine and e-Health, 24*, 639–648.

Alkadhi, O. H., Zahid, M. N., Almanea, R. S., Althaqeb, H. K., Alharbi, T. H., & Ajwa, N. M. (2017). The effect of using mobile applications for improving oral hygiene in patients with orthodontic fixed appliances: A randomised controlled trial. *Journal of Orthodontics, 44*(3), 157–163. https://doi.org/10.1080/14653125.2017.1346746

Alkadhimi, A., Al-Moghrabi, D., & Fleming, P. S. (2022). The nature and accuracy of Instagram posts concerning marketed orthodontic products. *The Angle Orthodontist, 92*, 247–254. https://doi.org/10.2319/070421-530.1

Allen, L. W., Creer, E., & Leggitt, M. (2000). Developing a patient complaint tracking system to improve performance. *The Joint Commission Journal on Quality Improvement, 26*, 217–226.

Almoammar, S. (2024). The role of tele-orthodontics in enhancing patient compliance and treatment monitoring. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 16*(Suppl 3), S2676–S2678. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_368_24

AlShaya, M. S., Assery, M. K., & Pani, S. C. (2020). Reliability of mobile phone teledentistry in dental diagnosis and treatment planning in mixed dentition. *Journal of Telemedicine and Telecare, 26*, 45–52.

Baeshen, H. A., Rangmar, S., Kjellberg, H., & Birkhed, D. (2019). Dental caries and risk factors in Swedish adolescents about to start orthodontic treatment with fixed appliances. *The Journal of Contemporary Dental Practice, 20*, 537–542.

Baherimoghadam, T., Naseri, N., Hamedani, S., Nikmehr, S., & Mokhtar, M. (2022). Influence of multimedia reminders on oral hygiene status during removable orthodontic treatment: A randomized controlled trial. *Journal of Orthodontic Science, 11*(1), 27. https://doi.org/10.4103/jos.jos_193_21

Banks, D. L. (2006). The Health Insurance Portability and Accountability Act: Does it live up to the promise? *Journal of Medical Systems, 30*, 45–50.

Becker, M. H., & Maiman, L. A. (1980). Strategies for enhancing patient compliance. *Journal of Community Health, 6*, 113–135. https://doi.org/10.1007/BF01318980

Berndt, J., Leone, P., & King, G. (2008). Using teledentistry to provide interceptive orthodontic services to disadvantaged children. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 134*(5), 700–706.

Berry, S., Javed, F., Rossouw, P. E., Barmak, A. B., Kalogirou, E. M., & Michelogiannakis, D. (2021). Influence of thyroxine supplementation on orthodontically induced tooth movement and/or inflammatory root resorption: A systematic review. *Orthodontics & Craniofacial Research, 24*(2), 206–213. https://doi.org/10.1111/ocr.12428

Bianco, A., Dalessandri, D., Oliva, B., Tonni, I., Isola, G., Visconti, L., Paganelli, C., & Bonetti, S. (2021). COVID-19 and orthodontics: An approach for monitoring patients at home. *The Open Dentistry Journal, 15*, 87–96.

Bilen, Y. Z., Çokakoğlu, S., & Öztürk, F. (2021). The short-term effects of manual and interactive powered toothbrushes on the periodontal status of orthodontic patients: A randomized clinical trial. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 10*(1), 14–19. https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2020.11.003

Böhmer, M., Hecht, B., Schöning, J., Krüger, A., & Bauer, G. (2011). Falling asleep with Angry Birds, Facebook and Kindle: A large scale study on mobile application usage. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (pp. 47–56).

Brüllmann, D., Schmidtmann, I., Warzecha, K., & d'Hoedt, B. (2011). Recognition of root canal orifices at a distance: A preliminary study of teledentistry. *Journal of Telemedicine and Telecare, 17*, 154–157.

Bustati, N., & Rajeh, N. (2020). The impact of COVID-19 pandemic on patients receiving orthodontic treatment: An online questionnaire cross-sectional study. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 9*, 159–163.

Byrne, E., & Watkinson, S. (2021). Patient and clinician satisfaction with video consultations during the COVID-19 pandemic: An opportunity for a new way of working. *Journal of Orthodontics, 48*(1), 64–73.

Caprioglio, A., Pizzetti, G. B., Zecca, P. A., Fastuca, R., Maino, G., & Nanda, R. (2020). Management of orthodontic emergencies during 2019-NCOV. *Progress in Orthodontics, 21*, 10.

CareQuest Institute for Oral Health. (n.d.). *Teledentistry: Removing barriers and moving toward implementation*. Retrieved August 22, 2025, from https://www.carequest.org/resource-library/teledentistry-removing-barriers-and-moving-toward-implementation

Charavet, C., Le Gall, M., Albert, A., Bruwier, A., & Leroy, S. (2019). Patient compliance and orthodontic treatment efficacy of Planas functional appliances with TheraMon microsensors. *The Angle Orthodontist, 89*, 117–122.

Comba, B., Parrini, S., Rossini, G., Castroflorio, T., & Deregibus, A. (2017). A three-dimensional finite element analysis of upper-canine distalization with clear aligners, composite attachments, and class II elastics. *Journal of Clinical Orthodontics, 51*, 24–28.

Consolaro, A. (2017). Obesity and orthodontic treatment: Is there any direct relationship? *Dental Press Journal of Orthodontics, 22*, 21–25.

Cotrin, P., Peloso, R. M., Pini, N. I. P., Oliveira, R. C., de Oliveira, R. C. G., Valarelli, F. P., & Freitas, K. M. S. (2020). Urgencies and emergencies in orthodontics during the coronavirus disease 2019 pandemic: Brazilian orthodontists' experience. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 158*, 661–667.

Dalessandri, D., Sangalli, L., Tonni, I., Laffranchi, L., Bonetti, S., Visconti, L., Signoroni, A., & Paganelli, C. (2021). Attitude towards telemonitoring in orthodontists and orthodontic patients. *Dentistry Journal, 9*(5), 47. https://doi.org/10.3390/dj9050047

Daniel, S. J., & Kumar, S. (2014). Teledentistry: A key component in access to care. *Journal of Evidence-Based Dental Practice, 14*(Suppl), 201–208.

Deleuse, M., Meiffren, C., Bruwier, A., Maes, N., Le Gall, M., & Charavet, C. (2020). Smartphone application-assisted oral hygiene of orthodontic patients: A multicentre randomized controlled trial in adolescents. *European Journal of Orthodontics, 42*(6), 605–611. https://doi.org/10.1093/ejo/cjz105

Discepoli, N., Mirra, R., Marruganti, C., Beneforti, C., & Doldo, T. (2021). Efficacy of behaviour change techniques to improve oral hygiene control of individuals undergoing orthodontic therapy: A systematic review. *International Journal of Dental Hygiene, 19*, 3–17. https://doi.org/10.1111/idh.12468

Dolezel, D., & McLeod, A. (2019). Managing security risk: Modeling the root causes of data breaches. *The Health Care Manager, 38*, 322–330.

Duka, M., Mihailović, B., Miladinović, M., Janković, A., & Vujičić, B. (2009). Evaluation of telemedicine systems for

impacted third molars diagnosis. *Vojnosanitetski Pregled, 66*, 985–991.

Dunbar, A. C., Bearn, D., & McIntyre, G. (2014). The influence of using digital diagnostic information on orthodontic treatment planning: A pilot study. *Journal of Healthcare Engineering, 5*(4), 411–427.

Eghtesadi, M., & Florea, A. (2020). Facebook, Instagram, Reddit and TikTok: A proposal for health authorities to integrate popular social media platforms in contingency planning amid a global pandemic outbreak. *Canadian Journal of Public Health, 111*, 389–391. https://doi.org/10.17269/s41997-020-00343-0

Eliades, T., Adel, S. M., Akyalçin, S., Atsawasuwan, P., Foong, K. W. C., Hiskia, A., Panayi, N., Silikas, N., Allareddy, V., Venugopal, A., Dellinger, A., Perillo, L., & Vaiid, N. (2025). Environmental footprints in orthodontics: The World Federation of Orthodontists' white paper on sustainable practices, challenges and research imperatives. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 14*(4), 194–201. https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2025.06.003

Farhadifard, H., Soheilifar, S., Farhadian, M., Kokabi, H., & Bakhshaei, A. (2020). Orthodontic patients' oral hygiene compliance by utilizing a smartphone application (Brush DJ): A randomized clinical trial. *BDJ Open, 6*(1), 24. https://doi.org/10.1038/s41405-020-00050-5

Favero, L., Pavan, L., & Arreghini, A. (2009). Communication through telemedicine: Home teleassistance in orthodontics. *European Journal of Paediatric Dentistry, 10*(4), 163–167.

Feng, H., Song, W., Li, R., Yang, L., Chen, X., Guo, J., Liao, X., Ni, L., Zhu, Z., Chen, J., Pei, X., Li, Y., & Wang, J. (2025). A

fully integrated orthodontic aligner with force sensing ability for machine learning-assisted diagnosis. *Advanced Science, 12*(2), e2411187. https://doi.org/10.1002/advs.202411187

Fernández, C. E., Maturana, C. A., Coloma, S. I., Carrasco-Labra, A., & Giacaman, R. A. (2021). Teledentistry and mHealth for promotion and prevention of oral health: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research, 100*, 914–927. https://doi.org/10.1177/00220345211003828

Finkelstein, S. R., Liu, N., Jani, B., Rosenthal, D., & Poghosyan, L. (2013). Appointment reminder systems and patient preferences: Patient technology usage and familiarity with other service providers as predictive variables. *Health Informatics Journal, 19*, 79–90. https://doi.org/10.1177/1460458212458429

Fricton, J., & Chen, H. (2009). Using teledentistry to improve access to dental care for the underserved. *Dental Clinics of North America, 53*, 537–548.

Friedrich, R. E., Scheuer, H. A., & Höltje, W. (2019). The effect of bisphosphonate medication on orthodontics and orthognathic surgery in patients with osteogenesis imperfecta. *GMS Interdisciplinary Plastic and Reconstructive Surgery DGPW, 8*, Doc06.

Giudice, A., Barone, S., Muraca, D., Averta, F., Diodati, F., & Antonelli, A. (2020). Can teledentistry improve the monitoring of patients during the Covid-19 dissemination? A descriptive pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*, 3399.

Gjerde, K., Lehmann, S., Naterstad, I. F., Berge, M. E., & Johansson, A. (2018). Reliability of an adherence monitoring sensor embedded in an oral appliance used for treatment of

obstructive sleep apnoea. *Journal of Oral Rehabilitation, 45*(2), 110–115. https://doi.org/10.1111/joor.12584

Gomez, J. P., Peña, F. M., Martínez, V., Giraldo, D. C., & Cardona, C. I. (2015). Initial force systems during bodily tooth movement with plastic aligners and composite attachments: A three-dimensional finite element analysis. *The Angle Orthodontist, 85*, 454–460.

Gupta, M., Kandula, S., Laxmikanth, S. M., Vyavahare, S. S., Reddy, S. B., & Ramachandra, C. S. (2014). Controlling pain during orthodontic fixed appliance therapy with non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAID): A randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Journal of Orofacial Orthopedics, 75*, 471–476.

Gurgel-Juarez, N., Torres-Pereira, C., Haddad, A. E., Sheehy, L., Finestone, H., Mallet, K., Wiseman, M., Hour, K., & Flowers, H. L. (2022). Accuracy and effectiveness of teledentistry: A systematic review of systematic reviews. *Evidence-Based Dentistry*, 1–8.

Hale, T. M., & Kvedar, J. C. (2014). Privacy and security concerns in telehealth. *Virtual Mentor, 16*(12), 981–985.

Hamasha, A. A., Warren, J. J., Levy, S. M., Broffitt, B., & Kanellis, M. J. (2006). Oral health behaviors of children in low and high socioeconomic status families. *Pediatric Dentistry, 28*, 310–315.

Hamilton, R. S., & Gutmann, J. L. (1999). Endodontic-orthodontic relationships: A review of integrated treatment planning challenges. *International Endodontic Journal, 32*, 343–360.

Hansa, I., Katyal, V., Ferguson, D. J., & Vaid, N. (2021a). Outcomes of clear aligner treatment with and without dental monitoring: A retrospective cohort study. *American Journal*

of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 159(4), 453–459.

Hansa, I., Katyal, V., Semaan, S. J., Coyne, R., & Vaid, N. R. (2021b). Artificial intelligence driven remote monitoring of orthodontic patients: Clinical applicability and rationale. *Seminars in Orthodontics, 27*(2), 138–156.

Hansa, I., Semaan, S. J., & Vaid, N. R. (2020). Clinical outcomes and patient perspectives of Dental Monitoring® GoLive® with Invisalign®: A retrospective cohort study. *Progress in Orthodontics, 21*(1), 16. https://doi.org/10.1186/s40510-020-00316-6

Hansa, I., Semaan, S. J., Vaid, N. R., & Ferguson, D. J. (2018). Remote monitoring and "tele-orthodontics": Concept, scope and applications. *Seminars in Orthodontics, 24*(4), 470–481. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.10.011

Higgins, E., Garvey, T., & Burns, A. (2024). The effect of text message reminders on compliance with twin block appliances: A randomised controlled trial. *Journal of Orthodontics, 51*(2), 202–210. https://doi.org/10.1177/14653125231188378

Homsi, K., Snider, V., Kusnoto, B., Atsawasuwan, P., Viana, G., Allareddy, V., Gajendrareddy, P., & Elnagar, M. H. (2023a). In-vivo evaluation of artificial intelligence driven remote monitoring technology for tracking tooth movement and reconstruction of 3-dimensional digital models during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 164*(5), 690–699. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.04.019

Homsi, K., Ramachandran, V., Del Campo, D. M., Del Campo, L. M., Kusnoto, B., Atsawasuwan, P., Viana, G., Oubaidin, M.,

Allareddy, V., & Elnagar, M. H. (2023b). The use of teleorthodontics during the COVID-19 pandemic and beyond: Perspectives of patients and providers. *BMC Oral Health, 23*(1), 490. https://doi.org/10.1186/s12903-023-03215-4

Houser, S. H., Flite, C. A., & Foster, S. L. (2023). Privacy and security risk factors related to telehealth services: A systematic review. *Perspectives in Health Information Management, 20*(1), 1f.

Huang, J., Yao, Y., Jiang, J., & Li, C. (2018). Effects of motivational methods on oral hygiene of orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis. *Medicine, 97*, e13182. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000013182

Hung, M., Lipsky, M. S., Phuatrakoon, T. N., Nguyen, M., Licari, F. W., & Unni, E. J. (2022). Teledentistry implementation during the COVID-19 pandemic: Scoping review. *Interactive Journal of Medical Research, 11*(2), e39955. https://doi.org/10.2196/39955

Hussein, S., & Ismail, H. (2023). Influence of reminder on enhancing compliance in patients with fixed orthodontic appliance treatment (a randomized controlled clinical trial). *Patient Preference and Adherence, 17*, 1759. https://doi.org/10.2147/PPA.S418109

Impellizzeri, A., Horodynski, M., Barbato, E., Polimeni, A., Salah, P., & Galluccio, G. (2020). Dental Monitoring application: It is a valid innovation in the orthodontics practice? *La Clinica Terapeutica, 171*(3), e260–e267. https://doi.org/10.7417/CT.2020.2224

Jampani, N. D., Nutalapati, R., Dontula, B. S., & Boyapati, R. (2011). Applications of teledentistry: A literature review and

update. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry, 1*, 37–44.

Javed, F., Näsström, K., Benchimol, D., Altamash, M., Klinge, B., & Engström, P. E. (2007). Comparison of periodontal and socioeconomic status between subjects with type 2 diabetes mellitus and non-diabetic controls. *Journal of Periodontology, 78*, 2112–2119.

Jheon, A. H., Oberoi, S., Solem, R. C., & Kapila, S. (2017). Moving towards precision orthodontics: An evolving paradigm shift in the planning and delivery of customized orthodontic therapy. *Orthodontics & Craniofacial Research, 20*, 106–113. https://doi.org/10.1111/ocr.12171

Kannan, S., Gowri, S., Tyagi, V., Kohli, S., Jain, R., Kapil, P., & Bhardwaj, A. (2015). Direct-to-physician and direct-to-consumer advertising: Time to have stringent regulations. *International Journal of Risk & Safety in Medicine, 27*, 77–83.

Kayalar, E., & Küçükkurt, B. (2023). Applications and effectiveness of teledentistry in orthodontic practice during the COVID-19 restrictions. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 12*(3), 118. https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2023.04.002

Kengne Talla, P., Allison, P., Bussières, A., Rodrigues, A., Bergeron, F., Giraudeau, N., & Emami, E. (2025). Teledentistry for improving access to, and quality of oral health care: Overview of systematic reviews and meta-analyses. *Journal of Medical Internet Research, 27*, e65211. https://doi.org/10.2196/65211

Khan, S. A., & Omar, H. (2013). Teledentistry in practice: Literature review. *Telemedicine and e-Health, 19*, 565–567.

Kirschneck, C., Proff, P., Maurer, M., Reicheneder, C., & Römer, P. (2015). Orthodontic forces add to nicotine-induced loss of periodontal bone: An in vivo and in vitro study. *Journal of Orofacial Orthopedics, 76*, 195–212.

Kişisel Verilerin Korunması Kanunu. (2016). 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu. *Resmî Gazete*, 29677 (7 Nisan 2016).

Klaus, K., Stark, P., Serbesis, T. S. P., Pancherz, H., & Ruf, S. (2017). Excellent versus unacceptable orthodontic results: Influencing factors. *European Journal of Orthodontics, 39*, 615–621.

Kotantoula, G., Haisraeli-Shalish, M., & Jerrold, L. (2017). Teleorthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 151*, 219–221. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.10.012

Krasny, M., Zadurska, M., Cessak, G., & Fiedor, P. (2013). Analysis of effect of non-steroidal anti-inflammatory drugs on teeth and oral tissues during orthodontic treatment: Report based on literature review. *Acta Poloniae Pharmaceutica, 70*, 573–577.

Kravitz, N. D., Burris, B., Butler, D., & Dabney, C. W. (2016). Teledentistry, do-it-yourself orthodontics, and remote treatment monitoring. *Journal of Clinical Orthodontics, 50*, 718–726.

Kuan, P. X., Chan, W. K., Fern Ying, D. K., Rahman, M. A. A., Peariasamy, K. M., Lai, N. M., Mills, N. L., & Anand, A. (2022). Efficacy of telemedicine for the management of cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Digital Health, 4*, e676–e691. https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00124-8

Kuriakose, P., Greenlee, G. M., Heaton, L. J., Khosravi, R., Tressel, W., & Bollen, A. M. (2019). The assessment of rapid palatal expansion using a remote monitoring software. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 8*(4), 165–170.

Lamb, J. R., Shroff, B., Carrico, C. K., Sawicki, V., & Lindauer, S. J. (2023). Adaptations in orthodontics for current and future coronavirus disease 2019 best practices. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 164*(1), 45–56.

Lee, S. J., Ahn, S. J., & Kim, T. W. (2008). Patient compliance and locus of control in orthodontic treatment: A prospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 133*, 354–358. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.03.040

Li, X., Xu, Z. R., Tang, N., Ye, C., Zhu, X. L., Zhou, T., & Zhao, Z. H. (2016). Effect of intervention using a messaging app on compliance and duration of treatment in orthodontic patients. *Clinical Oral Investigations, 20*, 1849–1859. https://doi.org/10.1007/s00784-015-1662-6

Lima, I. F. P., de Andrade Vieira, W., de Macedo Bernardino, I., Costa, P. A., Lima, A. P. B., Pithon, M. M., & Paranhos, L. R. (2018). Influence of reminder therapy for controlling bacterial plaque in patients undergoing orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *The Angle Orthodontist, 88*, 483–493. https://doi.org/10.2319/111117-770.1

Logan, S., Riedy, C. A., Hargett, K., & Katebi, N. (2024). Orthodontists' use of remote monitoring platforms pre-, amid, and post-COVID-19: A survey study. *BMC Oral Health, 24*(1). https://doi.org/10.1186/s12903-024-04245-2

Lopes dos Santos, R., Spinola, M. da S., Carvalho, E., Lopes dos Santos, D. C., Dame-Teixeira, N., & Heller, D. (2022). Effectiveness of a new app in improving oral hygiene in orthodontic patients: A pilot study. *International Dental Journal, 73*(3), 395. https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.08.010

Lu, H., Tang, H., Zhou, T., & Kang, N. (2018). Assessment of the periodontal health status in patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances and Invisalign system: A meta-analysis. *Medicine, 97*, e0248.

Malpe, M., Choudhari, S. G., Nagtode, N., & Gharde, P. M. (2024). Beyond the chair: Exploring the boundaries of teledentistry. *Cureus, 16*(6), e62286. https://doi.org/10.7759/cureus.62286

Mandall, N. A., O'Brien, K. D., Brady, J., Worthington, H. V., & Harvey, L. (2005). Teledentistry for screening new patient orthodontic referrals. Part 1: A randomised controlled trial. *British Dental Journal, 199*(10), 659–662.

Martinez-Martin, N., Luo, Z., Kaushal, A., Adeli, E., Haque, A., Kelly, S. S., Wieten, S., Cho, M. K., Magnus, D., Fei-Fei, L., Schulman, K., & Milstein, A. (2021). Ethical issues in using ambient intelligence in health-care settings. *The Lancet Digital Health, 3*, e115–e123. https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30275-2

Marya, A., Allareddy, V., & Nalabothu, P. (2025). Teleorthodontics and the ethics of digital transformation in orthodontic practice. *Seminars in Orthodontics*. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2025.08.001

Marya, A., & Venugopal, A. (2021). The use of technology in the management of orthodontic treatment-related pain. *Pain Research and Management, 2021*, 5512031.

Marya, A., Venugopal, A., Vaid, N., Alam, M. K., & Karobari, M. I. (2020). Essential attributes of clear aligner therapy in terms of appliance configuration, hygiene, and pain levels during the pandemic: A brief review. *Pain Research and Management, 2020*, 6677929.

Maspero, C., Abate, A., Cavagnetto, D., El Morsi, M., Fama, A., & Farronato, M. (2020). Available technologies, applications and benefits of teleorthodontics: A literature review and possible applications during the COVID-19 pandemic. *Journal of Clinical Medicine, 9*(6), 1891. https://doi.org/10.3390/jcm9061891

Massud Leone, S. M., de Souza-Constantino, A. M., Ferreira Conti, A. C. C., Filho, L. C., & de Almeida-Pedrin, R. R. (2018). The influence of text messages on the cooperation of class II patients regarding the use of intermaxillary elastics. *The Angle Orthodontist, 89*(1), 111. https://doi.org/10.2319/011218-31.1

Matus, A. C. P., Nemeth, K. M. E., & Inostroza, T. M. A. (2020). Care of patients in orthodontic treatment during the COVID-19 pandemic (SARS-CoV-2): Algorithm presentation. *International Journal of Odontostomatology, 14*, 489–494.

McCall, B. (2020). COVID-19 and artificial intelligence: Protecting health-care workers and curbing the spread. *The Lancet Digital Health, 2*, e166–e167. https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30054-6

McCarney, R., Warner, J., Iliffe, S., van Haselen, R., Griffin, M., & Fisher, P. (2007). The Hawthorne effect: A randomised, controlled trial. *BMC Medical Research Methodology, 7*, 30. https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-30

Menhadji, P., Patel, R., Asimakopoulou, K., Quinn, B., Khoshkhounejad, G., & Pasha, P. (2021). Patients' and dentists' perceptions of tele-dentistry at the time of COVID-19: A questionnaire-based study. *Journal of Dentistry, 113*, 103782.

Mohammed, H., Rizk, M. Z., Wafaie, K., Ulhaq, A., & Almuzian, M. (2019). Reminders improve oral hygiene and adherence to appointments in orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics, 41*, 204–213. https://doi.org/10.1093/ejo/cjy045

Moreno-Fernández, A., Iranzo-Cortés, J. E., Paredes-Gallardo, V., García-Sanz, V., Tarazona-Álvarez, B., Almerich-Silla, J. M., Bellot-Arcís, C., & Montiel-Company, J. M. (2022). Effectiveness of removable appliances with temperature sensors in orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics, 44*, 134–145. https://doi.org/10.1093/ejo/cjab033

Morris, R. S., Hoye, L. N., Elnagar, M. H., Atsawasuwan, P., Galang-Boquiren, M. T., Caplin, J., Viana, G. C., Obrez, A., & Kusnoto, B. (2019). Accuracy of Dental Monitoring 3D digital dental models using photograph and video mode. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 156*(3), 420–428. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.02.014

Moylan, H. B., Carrico, C. K., Lindauer, S. J., & Tüfekçi, E. (2019). Accuracy of a smartphone-based orthodontic treatment-monitoring application: A pilot study. *The Angle Orthodontist, 89*(5), 727–733. https://doi.org/10.2319/100218-710.1

Mupparapu, M. (2007). Bluetooth: The invisible connector short-range wireless technology for the contemporary orthodontic

practice. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 131*(6), 805–808.

Nahajowski, M., Lis, J., & Sarul, M. (2022). Orthodontic compliance assessment: A systematic review. *International Dental Journal, 72*, 597–606. https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.07.004

Nguyen, T., & Jackson, T. (2018). 3D technologies for precision in orthodontics. *Seminars in Orthodontics, 24*(4), 386–392. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.10.003

Okuda, B. C., Tabbaa, S., Edmonds, M., Toubouti, Y., & Saltaji, H. (2021). Direct to consumer orthodontics: Exploring patient demographic trends and preferences. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 159*, 210–216.e2.

Papadimitriou, A., Kakali, L., Pazera, P., Doulis, I., & Kloukos, D. (2020). Social media and orthodontic treatment from the patient's perspective: A systematic review. *European Journal of Orthodontics, 42*, 231–241. https://doi.org/10.1093/ejo/cjz029

Parekh, J., Counihan, K., Fleming, P. S., Pandis, N., & Sharma, P. K. (2019). Effectiveness of part-time vs full-time wear protocols of Twin-block appliance on dental and skeletal changes: A randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 155*, 165–172. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.07.016

Park, J. H., Rogowski, L., Kim, J. H., Al Shami, S., & Howell, S. E. I. (2021). Teledentistry platforms for orthodontics. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 45*(1), 48–53. https://doi.org/10.17796/1053-4625-45.1.9

Putrino, A., Caputo, M., Giovannoni, D., Barbato, E., & Galluccio, G. (2020). Impact of the SARS-Cov2 pandemic on

orthodontic therapies: An Italian experience of teleorthodontics. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, 20*, e0100.

Ragab, M. A., Elshehaby, M. O., & Montasser, M. A. (2025). Perceptions and utilization of tele-orthodontics: A survey among orthodontists. *Egyptian Orthodontic Journal, 67*(1), 101–113. https://doi.org/10.21608/eos.2025.370143.1138

Roisin, L. C., Brézulier, D., & Sorel, O. (2016). Remotely-controlled orthodontics: Fundamentals and description of the Dental Monitoring system. *Journal of Dentofacial Anomalies and Orthodontics, 19*(4), 408.

Ross, M. C., Campbell, P. M., Tadlock, L. P., Taylor, R. W., & Buschang, P. H. (2019). Effect of automated messaging on oral hygiene in adolescent orthodontic patients: A randomized controlled trial. *The Angle Orthodontist, 89*(2), 262–267. https://doi.org/10.2319/040618-260.1

Saccomanno, S., Quinzi, V., Sarhan, S., Laganà, D., & Marzo, G. (2020). Perspectives of tele-orthodontics in the COVID-19 emergency and as a future tool in daily practice. *European Journal of Paediatric Dentistry, 21*, 157–162.

Sakr, L., Abbas, H., Thabet, N., & Abdelgawad, F. (2025). Reliability of teledentistry mobile photos versus conventional clinical examination for dental caries diagnosis on occlusal surfaces in a group of school children: A diagnostic accuracy study. *BMC Oral Health, 25*(1), 545.

Saloom, H. F., Boustan, R., Seehra, J., Papageorgiou, S. N., Carpenter, G. H., & Cobourne, M. T. (2021). The impact of obesity on orthodontic treatment outcome in adolescents: A prospective clinical cohort study. *European Journal of*

Orthodontics, 43(2), 165–172. https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa032

Sangalli, L., Alessandri-Bonetti, A., & Dalessandri, D. (2024). Effectiveness of dental monitoring system in orthodontics: A systematic review. *Journal of Orthodontics, 51*(1), 28–40. https://doi.org/10.1177/14653125231178040

Sangalli, L., Savoldi, F., Dalessandri, D., Bonetti, S., Gu, M., Signoroni, A., & Paganelli, C. (2021). Effects of remote digital monitoring on oral hygiene of orthodontic patients: A prospective study. *BMC Oral Health, 21*(1), 435. https://doi.org/10.1186/s12903-021-01793-9

Scheerman, J. F. M., van Meijel, B., van Empelen, P., Verrips, G. H. W., van Loveren, C., Twisk, J. W. R., Pakpour, A. H., van den Braak, M. C. T., & Kramer, G. J. C. (2020). The effect of using a mobile application ("WhiteTeeth") on improving oral hygiene: A randomized controlled trial. *International Journal of Dental Hygiene, 18*(1), 73–83. https://doi.org/10.1111/idh.12415

Schott, T. C., Meyer-Gutknecht, H., Mayer, N., Weber, J., & Weimer, K. (2017). A comparison between indirect and objective wear-time assessment of removable orthodontic appliances. *European Journal of Orthodontics, 39*, 170–175. https://doi.org/10.1093/ejo/cjw026

Sharif, M. O., Newton, T., & Cunningham, S. J. (2019). A systematic review to assess interventions delivered by mobile phones in improving adherence to oral hygiene advice for children and adolescents. *British Dental Journal, 227*, 375–382. https://doi.org/10.1038/s41415-019-0660-5

Sharma, A., Sharma, T., Tomer, G., Pattanaik, S., Khattar, B., Shrinivaasan, N. R., Saidath, K., Mishra, M., & Ram, V. V.

(2025). Assessment of AI-based monitoring method in assessing oral hygiene during orthodontic treatment. *Journal of Orthodontic Science, 14*, 17. https://doi.org/10.4103/jos.jos_146_24

Shiotsu, R., Yoshida, Y., Haga, S., & Maki, K. (2022). Development of a new intraoral sensing system for measuring the wearing time of clear aligner. *Journal of the Japan Academy of Digital Dentistry, 11*(3), 118–126. https://doi.org/10.57516/JDD.11.3_118

Siddiqui, N. R., Hodges, S. J., & Sharif, M. O. (2021). Orthodontic apps: An assessment of quality (using the Mobile App Rating Scale [MARS]) and behaviour change techniques (BCTs). *Progress in Orthodontics, 22*(1), 25. https://doi.org/10.1186/s40510-021-00373-5

Simon, L., & Friedland, B. (2016). Interstate practice of dental teleradiology in the United States: The effect of licensing requirements on oral and maxillofacial radiologists' practice patterns. *Telemedicine and e-Health, 22*, 541–545.

Snider, V., Homsi, K., Kusnoto, B., Atsawasuwan, P., Viana, G., Allareddy, V., Gajendrareddy, P., & Elnagar, M. H. (2023). Effectiveness of AI-driven remote monitoring technology in improving oral hygiene during orthodontic treatment. *Orthodontics & Craniofacial Research, 26*(S1), 102–110. https://doi.org/10.1111/ocr.12666

Snider, V., Homsi, K., Kusnoto, B., Atsawasuwan, P., Viana, G., Allareddy, V., Gajendrareddy, P., & Elnagar, M. H. (2024). Clinical evaluation of artificial intelligence driven remote monitoring technology for assessment of patient oral hygiene during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 165*(5), 586–592. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.12.008

Squires, T., Michelogiannakis, D., Rossouw, P. E., & Javed, F. (2021). An evidence-based review of the scope and potential ethical concerns of teleorthodontics. *Journal of Dental Education, 85*, 92–100.

Srirengalakshmi, M., Venugopal, A., Pangilinan, P. J. P., Manzano, P., Arnold, J., Ludwig, B., Cope, J. B., & Bowman, S. J. (2020). Orthodontics in the COVID-19 era: The way forward. Part 2: Orthodontic treatment considerations. *Journal of Clinical Orthodontics, 54*(6), 341–349.

Surdu, A., Foia, C. I., Luchian, I., Trifan, D., Budala, D. G., Scutariu, M. M., Ciupilan, C., Puha, B., & Tatarciuc, D. (2025). Telemedicine and digital tools in dentistry: Enhancing diagnosis and remote patient care. *Medicina, 61*(5), 826. https://doi.org/10.3390/medicina61050826

Tasios, T., Papageorgiou, S. N., Papadopoulos, M. A., Tsapas, A., & Haidich, A. B. (2019). Prevention of orthodontic enamel demineralization: A systematic review with meta-analyses. *Orthodontics & Craniofacial Research, 22*, 225–235. https://doi.org/10.1111/ocr.12322

Telles-Araujo, G. T., Caminha, R. D. G., Kallás, M. S., & Santos, P. (2020). Teledentistry support in COVID-19 oral care. *Clinics, 75*, e2030.

Teoh, J., Hsueh, A., Mariño, R., Manton, D., & Hallett, K. (2018). Economic evaluation of teledentistry in cleft lip and palate patients. *Telemedicine and e-Health, 24*(6), 449–456. https://doi.org/10.1089/tmj.2017.0138

Thurzo, A., Kurilová, V., & Varga, I. (2021). Artificial intelligence in orthodontic smart application for treatment coaching and its impact on clinical performance of patients monitored with

AI-TeleHealth system. *Healthcare, 9*(12), 1695. https://doi.org/10.3390/healthcare9121695

Tian, Y., Fu, H., Wang, H., Liu, Y., Xu, Z., Chen, H., Li, J., & Wang, R. (2024). RGB oralscan video-based orthodontic treatment monitoring. *Science China Information Sciences, 67*(1), 1–16. https://doi.org/10.1007/s11432-023-3847-x

Timm, L. H., Farrag, G., Baxmann, M., & Schwendicke, F. (2021). Factors influencing patient compliance during clear aligner therapy: A retrospective cohort study. *Journal of Clinical Medicine, 10*(14), 3103. https://doi.org/10.3390/jcm10143103

Timm, L. H., Farrag, G., Wolf, D., Baxmann, M., & Schwendicke, F. (2022). Effect of electronic reminders on patients' compliance during clear aligner treatment: An interrupted time series study. *Scientific Reports, 12*(1), 16652. https://doi.org/10.1038/s41598-022-20820-5

Torous, J., & Myrick, K. J. (2020). Digital mental health and COVID-19: Using technology today to accelerate the curve on access and quality tomorrow. *JMIR Mental Health, 7*, e18848. https://doi.org/10.2196/18848

Trenouth, M. J., & Hough, A. (1991). Reasons for broken and canceled appointments in a British orthodontic clinic. *Journal of Clinical Orthodontics, 25*, 115–120.

U.S. Department of Health and Human Services. (n.d.). *Covered entities and business associates*. Retrieved October 23, 2026, from https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/covered-entities/index.html

Vagdouti, G., Karvouni, E., Bitsanis, E., & Koletsi, D. (2019). Objective evaluation of compliance after orthodontic treatment using Hawley or vacuum-formed retainers: A 2-

center randomized controlled trial over a 3-month period. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 156*, 717–726.e2. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.008

Vaid, N. R. (2021). Artificial intelligence (AI) driven orthodontic care: A quest toward utopia? *Seminars in Orthodontics, 27*(2), 57–61.

Vaid, N. R., Hansa, I., & Bichu, Y. (2020). Smartphone applications used in orthodontics: A scoping review of scholarly literature. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 9*(3), S67–S73. https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2020.08.007

Wang, S., Xu, B., Wang, X., Li, X., Pu, B., Chen, G., Han, J., Xiao, S., Fan, Y., & Li, J. (2024). Wireless measurement of orthodontic forces in invisible aligners. *Medicine in Novel Technology and Devices, 21*, 100282. https://doi.org/10.1016/j.medntd.2023.100282

Whitelaw, S., Mamas, M. A., Topol, E., & Van Spall, H. G. C. (2020). Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. *The Lancet Digital Health, 2*, e435–e440. https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30142-4

Wu, T. Y., Kuang, S. H., & Wu, C. H. (2009). Factors associated with the stability of mini-implants for orthodontic anchorage: A study of 414 samples in Taiwan. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 67*, 1595–1599.

Xiang, J., Xin, Y., Wang, R., Zhou, H., Zou, Y., Shim, S., & Zhao, L. (2022). Appointment impact and orthodontic emergency occurrence during the coronavirus disease 2019 pandemic: A retrospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 161*, e12–e19.

Yee, V., Bajaj, S. S., & Stanford, F. C. (2022). Paradox of telemedicine: Building or neglecting trust and equity. *The Lancet Digital Health, 4*, e480–e481. https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00100-5

Young, A. T., Amara, D., Bhattacharya, A., & Wei, M. L. (2021). Patient and general public attitudes towards clinical artificial intelligence: A mixed methods systematic review. *The Lancet Digital Health, 3*, e599–e611. https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00132-1

Zhang, X., Al-Moghrabi, D., Pandis, N., Shah, S., & Fleming, P. S. (2022). The effectiveness of a bespoke mobile application in improving adherence with removable orthodontic retention over 12 months: A randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 161*(3), 327–337. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.09.010

Zimlichman, E. (2005). Telemedicine: Why the delay? *Israel Medical Association Journal, 7*, 525–526.

Zotti, F., Dalessandri, D., Salgarello, S., Piancino, M., Bonetti, S., Visconti, L., & Paganelli, C. (2016). Usefulness of an app in improving oral hygiene compliance in adolescent orthodontic patients. *The Angle Orthodontist, 86*(1), 101–107. https://doi.org/10.2319/010915-19.1

Zotti, F., Zotti, R., Albanese, M., Nocini, P. F., & Paganelli, C. (2019). Implementing post-orthodontic compliance among adolescents wearing removable retainers through WhatsApp: A pilot study. *Patient Preference and Adherence, 13*, 609–615. https://doi.org/10.2147/PPA.S200822

Zymperdikas, V. F., Yavropoulou, M. P., Kaklamanos, E. G., & Papadopoulos, M. A. (2020). Effects of systematic bisphosphonate use in patients under orthodontic treatment: A

systematic review. *European Journal of Orthodontics, 42*, 60–71.

BÖLÜM 3

ORTODONTİDE KLİNİK MUAYENE

AHSEN ÖZTÜRK[1]
ESRA ULUSOY MUTLUOL[2]

Giriş

Ortodontik klinik muayene, hastanın dentofasiyal özelliklerinin sistematik olarak incelendiği tanısal bir süreçtir (Nguyen et al., 2023, s. 193). Bu süreçte saptanan bulgular, hastanın başlıca şikâyeti, beklentileri ve tedavi gereksinimleriyle birlikte değerlendirilir (Nguyen et al., 2023, s. 195). Klinik değerlendirmede dental ve iskeletsel ilişkilerin yanı sıra fasiyal özelliklerin, yumuşak dokuların ve fonksiyonel bulguların birlikte ele alınması, hastaya özgü ortodontik problemlerin kapsamlı biçimde belirlenmesini sağlar (Ackerman et al., 1999, s. 49–50; Nguyen et al., 2023, s. 193).

Ortodontik tanı sürecinde anamnez, klinik muayene ve gerekli tanısal kayıtlardan elde edilen bilgiler bir araya getirilerek hastaya özgü bir veri tabanı oluşturulur. Bu verilerin sistematik olarak değerlendirilmesiyle ortodontik problemler tanımlanır ve önceliklendirilir; böylece elde edilen bulgular tanı ve tedavi

[1] Araştırma Görevlisi, Selçuk Üniversitesi, Ortodonti, Orcid: 0009-0003-0601-2336
[2] Dr. Öğretim Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Ortodonti, Orcid: 0000-0002-7494-5301

planlamasına temel oluşturan bir problem listesine dönüştürülür (Nguyen et al., 2023, s. 193).

Yumuşak dokuların morfolojik ve fonksiyonel özellikleri ve bunların fasiyal estetikle ilişkisi, ortodontik klinik değerlendirmenin temel bileşenlerindendir. Bu nedenle tedavi hedefleri yalnızca ideal oklüzyona göre değil, hastanın dentofasiyal özellikleri ve estetik gereksinimleri de dikkate alınarak belirlenmelidir (Ackerman et al., 1999, s. 49–50).

Klinik muayene aynı zamanda hangi ek tanısal kayıtların gerekli olduğunun belirlenmesine rehberlik eder. Bu nedenle tanısal kayıtların kapsamı her hasta için değişmez bir protokol olarak değil, klinik bulgular ve bireysel gereksinimler doğrultusunda şekillenen bir süreç olarak değerlendirilmelidir (Nguyen et al., 2023, s. 201).

Anamnez ve Hastanın Başlıca Şikâyeti

Ortodontik değerlendirme, hastanın kliniğe başvurma nedeninin anlaşılmasıyla başlar (Sarver et al., 2026, s. 140). İlk görüşmede yalnızca mevcut dental ve iskeletsel problemlerin belirlenmesi değil, hastanın tedaviden ne beklediğinin ve hangi sorunu öncelikli olarak gördüğünün anlaşılması da önemlidir (Sarver et al., 2026, s. 141). Bu nedenle anamnez; başlıca şikâyet, tıbbi ve dental öykü, büyüme durumu ile hastanın motivasyonu ve beklentilerini kapsayacak şekilde ele alınmalıdır (Sarver et al., 2026, s. 140–141, 147).

Başlıca Şikâyet ve Tedavi Beklentileri

Başlıca şikâyet, hastayı ortodontik değerlendirmeye yönelten temel nedendir (Sarver et al., 2026, s. 140). Hastanın en çok hangi durumdan rahatsız olduğu ve tedaviden ne beklediği mümkün olduğunca kendi ifadeleriyle öğrenilmelidir (Melsen & Masioli, 2022, s. 12; Sarver et al., 2026, s. 141). Hastanın öncelikleri ile ortodontistin klinik muayenede belirlediği problemler her zaman

aynı olmayabilir (Melsen & Masioli, 2022, s. 12). Bu nedenle tedavi planına geçmeden önce hastanın beklentilerinin anlaşılması, bu beklentilerin gerçekçi olup olmadığının değerlendirilmesi ve klinik bulgularla birlikte ele alınması önemlidir (Melsen & Masioli, 2022, s. 33).

Çocuk ve ergen hastalarda tedavi beklentileri değerlendirilirken hem hastanın hem de ebeveynlerin görüşleri dikkate alınmalıdır (Sarver et al., 2026, s. 140, 147). Hastanın tedaviye ilişkin beklentileri, tedaviye bakışı ve motivasyonu mümkün olduğunca doğrudan kendisinden öğrenilmelidir (Sarver et al., 2026, s. 141, 147). Ortodontik tedavide ağız hijyeninin sürdürülmesi, randevulara düzenli devam edilmesi ve apareylerin önerildiği şekilde kullanılması hastanın aktif katılımını gerektirdiğinden, motivasyonun ilk görüşmeden itibaren değerlendirilmesi önemlidir.

Tıbbi Anamnez

Tıbbi anamnez, ortodontik tedavinin güvenli biçimde yürütülmesi ve tedavi planını etkileyebilecek sistemik durumların belirlenmesi açısından önemlidir (Nguyen et al., 2023, s. 194–195). Hastanın mevcut ve geçirilmiş hastalıkları, hastaneye yatış veya cerrahi öyküsü, alerjileri ve düzenli kullandığı ilaçlar sorgulanmalıdır (Sarver et al., 2026, s. 141–142). Çocuk hastalarda geçirilmiş tonsillektomi veya adenoidektomi gibi girişimler de kaydedilmelidir; bunlar önceki hava yolu problemleri hakkında bilgi verebilir (Nguyen et al., 2023, s. 194).

Kullanılan ilaçların sorgulanması, hem genel sağlık değerlendirmesi hem de ortodontik tedavi açısından önem taşır (Sarver et al., 2026, s. 144). Bazı ilaçların ortodontik diş hareketinin hızını etkileyebileceği bildirilmiştir; ancak insan çalışmalarından elde edilen kanıtlar sınırlıdır ve farklı ilaçlar için sonuçlar değişkenlik göstermektedir (Kaklamanos et al., 2020, s. 412–413).

Bu nedenle ilaç öyküsü dikkatle alınmalı ve tedavi açısından önem taşıyan bir durum saptandığında gerektiğinde hastanın hekimiyle iletişim kurulmalıdır (Sarver et al., 2026, s. 144).

Dental ve Ortodontik Anamnez

Dental anamnezde hastanın düzenli diş hekimi kontrolüne gidip gitmediği, geçirilmiş dental tedavileri, travma öyküsü ve daha önce ortodontik tedavi görüp görmediği sorgulanmalıdır. Daha önce ortodontik tedavi görmüş hastalarda önceki tedaviye ilişkin bilgiler ve yeniden başvurma nedeni öğrenilmelidir. Ayrıca, dentoalveoler travma öyküsü bulunan hastalarda etkilenen dişlerin durumu dikkatle değerlendirilmelidir (Moyers, 1988, s. 168; Nguyen et al., 2023, s. 194; Sarver et al., 2026, s. 143).

Büyüme ve Gelişimin Değerlendirilmesi

Büyüme çağındaki hastalarda büyüme ve gelişim döneminin değerlendirilmesi, özellikle iskeletsel uyumsuzlukların tedavi zamanlaması açısından önemlidir (Sarver et al., 2026, s. 147). Kronolojik yaş tek başına bireyin iskeletsel olgunlaşma düzeyini tam olarak yansıtmayabileceğinden, gerektiğinde iskeletsel maturasyon göstergelerinden yararlanılabilir (Hägg & Taranger, 1982, s. 299).

İskeletsel maturasyonun değerlendirilmesinde kullanılan klasik yöntemlerden biri el-bilek radyografisidir (Fishman, 1982, s. 88). El ve el bileğindeki belirli ossifikasyon olaylarının değerlendirilmesiyle hastanın iskeletsel maturasyon dönemi hakkında bilgi edinilebilir (Fishman, 1982, s. 89–90).

İskeletsel maturasyonun değerlendirilmesinde bir diğer yaklaşım, lateral sefalometrik radyografide görülen servikal vertebralardaki morfolojik değişikliklerin değerlendirilmesidir. Bu yöntemde özellikle C2, C3 ve C4 vertebralarına bakılır (McNamara & Franchi, 2018, s. 133).

Genel Klinik Değerlendirme

Ortodontik klinik muayene, anamnez sonrasında hastanın genel gözlemiyle devam eder (Nguyen et al., 2023, s. 195). Bu aşamada hastanın fiziksel gelişimi, genel görünümü ve muayene sırasındaki tutumu değerlendirilir (Moyers, 1988, s. 169; Sarver et al., 2026, s. 147). Bu ilk gözlem, ayrıntılı ekstraoral ve intraoral muayeneye yön verecek bulguların belirlenmesine yardımcı olur (Moyers, 1988, s. 167, 169).

Genel değerlendirmeyi yüz ve dentofasiyal yapıların ilk gözlemi izler. Hastanın yüz görünümü, belirgin asimetri veya orantısızlıkların varlığı ve çenelerin genel ilişkisi incelenir (Nguyen et al., 2023, s. 195–196). Bu aşamada amaç ayrıntılı fasiyal analiz yapmak değil, sonraki ekstraoral muayeneye yön verecek bulguları belirlemektir.

Ekstraoral ve Fasiyal Muayene

Ekstraoral Muayenede Genel Yaklaşım

Ekstraoral muayene, yüz ve çevresindeki yumuşak dokuların sistematik olarak değerlendirilmesini kapsar (Arnett & Bergman, 1993, s. 299). Ortodontik tedavi sırasında dişlerin ve çenelerin konumunda meydana getirilen değişiklikler yüz görünümünü etkileyebileceğinden, tedavi öncesinde fasiyal özelliklerin değerlendirilmesi tanı ve tedavi planlamasının önemli bir parçasıdır (Arnett & Bergman, 1993, s. 299).

Ekstraoral değerlendirmede hastanın baş pozisyonu, yüzün tutarlı ve tekrarlanabilir biçimde incelenmesi açısından önem taşır (Cooke & Wei, 1988, s. 280). Bu amaçla doğal baş pozisyonu esas alınır. Doğal baş pozisyonu, bireyin dik postürde göz hizasındaki uzak bir noktaya bakarken başını kendiliğinden konumlandırdığı fizyolojik referans pozisyonudur (Naini & Gill, 2008, s. 160). Fasiyal değerlendirme, doğal baş pozisyonunda ve dudaklar istirahatteyken gerçekleştirilir (Arnett & Bergman, 1993, s. 299).

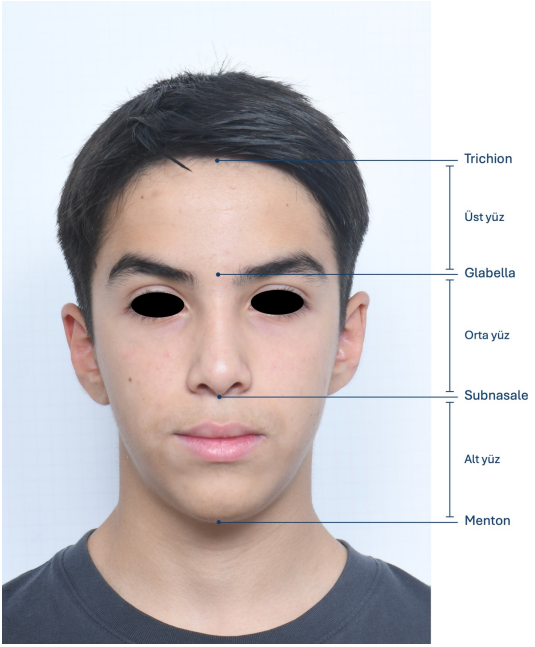
Ekstraoral muayenede yüz, cepheden ve profilden değerlendirilir (Arnett & Bergman, 1993, s. 306–309). Değerlendirmede yalnızca yüzün statik görünümü değil, konuşma ve gülümseme sırasında ortaya çıkan dinamik özellikler de göz önünde bulundurulmalıdır (Nguyen et al., 2023, s. 196).

Frontal Yüz Değerlendirmesi ve Fasiyal Oranlar

Frontal yüz değerlendirmesinde yüzün genel formu, simetrisi ile vertikal ve transvers oranları incelenir (Naini & Gill, 2008, s. 160–162). Yüzün genişliği ile yüksekliği arasındaki ilişki ve yüzün farklı bölümlerinin birbirleriyle olan orantısı, yüzün genel morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesinde önem taşır (Nguyen et al., 2023, s. 195–196).

Vertikal değerlendirmede yüz; trichion–glabella, glabella–subnasale ve subnasale–menton arasında üst, orta ve alt yüz bölgelerine ayrılarak incelenir. Bu üç bölgenin yaklaşık olarak eşit olması beklenmekle birlikte, özellikle erkeklerde alt yüz bölgesi orta yüz bölgesinden bir miktar daha uzun olabilir. Alt yüz bölgesi kendi içinde değerlendirildiğinde, subnasale–stomion mesafesi alt yüz yüksekliğinin yaklaşık üçte birini, stomion–menton mesafesi ise yaklaşık üçte ikisini oluşturur (Naini & Gill, 2008, s. 160–161).

Resim 1. Yüzün vertikal yönde üst, orta ve alt yüz bölgelerine ayrılması



Kaynak: Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı arşivi (hasta onamı alınarak kullanılmıştır).

Transvers değerlendirmede yüz, klasik olarak beş vertikal bölgeye ayrılarak incelenir ve her bir bölgenin genişliği yaklaşık bir göz genişliğine karşılık gelir. Burun tabanı genişliğinin interkantal mesafeye, ağız genişliğinin ise irislerin medial kenarları arasındaki mesafeye yaklaşık olarak eşit olması beklenir (Naini & Gill, 2008, s. 161–162).

Resim 2. Yüzün transvers yönde beş vertikal bölgeye ayrılması



Kaynak: Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı arşivi (hasta onamı alınarak kullanılmıştır).

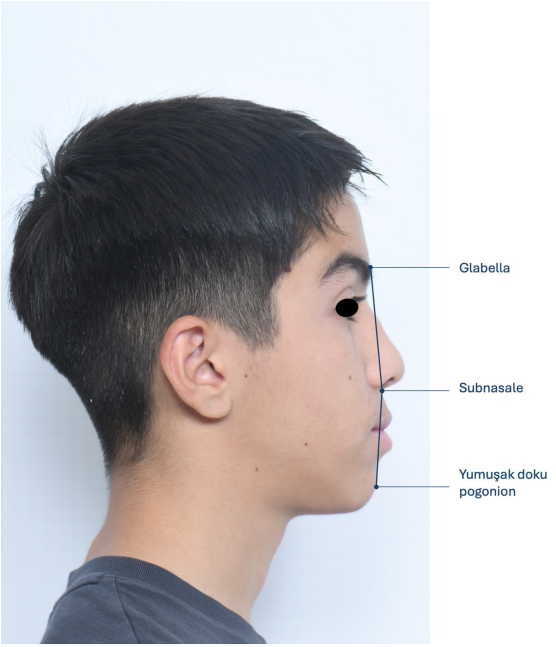
Cepheden muayenede yüzün genel oranlarının yanı sıra yüz simetrisi de değerlendirilir. Bu amaçla sağ ve sol yüz yarıları karşılaştırılır. Yüz orta hattı, glabella ile üst dudak filtrumunun orta noktası referans alınarak belirlenir. Çene ucunun yüz orta hattına göre konumu değerlendirilerek mandibular asimetri varlığı incelenir. Normal bireylerde de hafif derecede bilateral yüz asimetrisi görülebilir (Naini & Gill, 2008, s. 162).

Fasiyal oranlar kesin ve değişmez normal değerler olarak değil, klinik değerlendirmeye yardımcı referanslar olarak yorumlanmalıdır. Bireysel özellikler, yaş ve morfolojik farklılıklar dikkate alınarak yüzün bileşenleri arasındaki genel denge ve uyum birlikte değerlendirilmelidir.

Profil Değerlendirmesi

Profil muayenesi, yüzün sagittal yöndeki genel yapısının değerlendirilmesiyle başlar. Bu değerlendirmede profilin düz, konveks veya konkav görünümü ile maksilla, mandibula ve çene ucunun anteroposterior konumları birlikte incelenir (Nguyen et al., 2023, s. 211, 213; Sarver et al., 2026, s. 161). Belirgin konveks profil, maksillanın önde veya mandibulanın geride konumlanmasına bağlı Sınıf II çene ilişkisini düşündürebilir. Konkav profil ise maksillanın geride veya mandibulanın önde konumlanmasına bağlı Sınıf III çene ilişkisini düşündürebilir. Düz veya hafif konveks profil genellikle normal çene ilişkisiyle uyumludur. Bununla birlikte, profil görünümü tek başına uyumsuzluğun hangi çeneden kaynaklandığını göstermez (Sarver et al., 2026, s. 161). Bu nedenle, klinik muayenede iskeletsel uyumsuzluk düşünüldüğünde çenelerin sagittal ilişkileri sefalometrik analizle daha ayrıntılı değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 181–182).

Resim 3. Glabella, subnasale ve yumuşak doku pogonion noktaları üzerinden profilin değerlendirilmesi



Kaynak: Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı arşivi (hasta onamı alınarak kullanılmıştır).

Profil muayenesinde mandibula alt kenarının horizontal düzleme göre eğimi de değerlendirilir. Bu eğim, mandibula alt kenarı boyunca bir ayna sapı yerleştirilerek klinik olarak gözlenebilir. Dik mandibular düzlem eğimi genellikle artmış ön yüz yüksekliği ve iskeletsel açık kapanış eğilimiyle; daha yatay bir eğim ise azalmış ön yüz yüksekliği ve derin kapanışla ilişkilidir (Sarver et al., 2026, s. 164).

Profilden muayenede dudakların konumu, burun ve çene ucuyla ilişkisi içinde değerlendirilir. Burun ve çene ucunun belirginliği, dudakların olduğundan daha önde veya geride algılanmasına neden olabilir (Nguyen et al., 2023, s. 196; Sarver et al., 2026, s. 164).

Dudakların Değerlendirilmesi

Dudakların cepheden değerlendirilmesinde, istirahatteki ilişkileri ve kapanış sırasında zorlanma olup olmadığı incelenir. İstirahatte belirgin kas aktivitesi veya gerginlik olmadan temas eden dudaklar kompetent olarak tanımlanır (Nguyen et al., 2023, s. 196). Dudakların istirahatte alışılmış olarak 3–4 mm'den fazla ayrı olması inkompetans olarak adlandırılır. Kesici dişlerin araya girmesi nedeniyle dudakların bir araya gelmesinin engellendiği durum ise potansiyel kompetans olarak tanımlanır (Naini & Gill, 2008, s. 162).

Dudakların anteroposterior konumunun değerlendirilmesinde S ve E çizgilerinden yararlanılabilir. Steiner'in S çizgisi, yumuşak doku pogonionu ile subnasale ve burun ucu arasındaki orta noktayı birleştirir; dudakların bu çizgiyle temas etmesi beklenir. Ricketts'in E çizgisi ise burun ucu ile yumuşak doku pogonionunu birleştirir. Erişkinlerde üst dudağın bu çizginin yaklaşık 4 mm, alt dudağın ise 2 mm gerisinde bulunması referans olarak kullanılır; ancak bu ilişki burun ve çene ucunun belirginliğinden etkilenir (Naini & Gill, 2008, s. 169).

Dudak muayenesinde üst dudak uzunluğu, dudakların kalınlığı ve dışa dönüklüğü de değerlendirilir (Naini & Gill, 2008, s. 162, 164). Üst dudak uzunluğu, istirahatte subnasale ile üst dudağın orta hattaki en alt noktası arasında ölçülür. Sabri'nin aktardığı Wolford verilerine göre, üst dudak uzunluğu kadınlarda 20 ± 2 mm, erkeklerde 22 ± 2 mm olarak bildirilmiştir (Sabri, 2005, s. 157). İstirahatte üst kesici dişlerin görünürlüğü, üst dudak uzunluğu ve kesici dişlerin vertikal konumuyla birlikte ele alınır (Naini & Gill, 2008, s. 162, 164).

Gülümsemenin Değerlendirilmesi

Hastanın yüz görünümüne ilişkin beklentileri değerlendirilirken gülümsemeye ayrı bir yer verilmelidir. Ortodontik yaklaşımın uzun yıllar profil ve iskeletsel ilişkiler üzerinde

yoğunlaşması, cepheden görünümün ve gülümsemenin daha sınırlı ele alınmasına neden olmuştur. Oysa hastaların önemli bir bölümü, gülümsemelerinde değişiklik beklentisiyle ortodontik tedaviye başvurmaktadır (Sabri, 2005, s. 155). Bu nedenle klinik muayenede dişlerin kapanış ilişkilerinin yanı sıra, gülümseme sırasında dudaklar, dişler ve dişetleri arasında oluşan görünüm de sistematik olarak incelenmelidir.

Gülümseme kaydı alınırken hastanın hangi tür gülümsemesinin değerlendirildiği dikkate alınır. Fotoğraf çekimi sırasında yönlendirmeyle oluşturulan poz gülümsemesi, istemli ve tekrarlanabilir bir ifadedir; bu özelliği farklı zamanlardaki kayıtların karşılaştırılmasını kolaylaştırır. Duygusal bir tepki sırasında kendiliğinden ortaya çıkan spontan gülümsemede ise yüz kasları daha geniş ölçüde devreye girer ve üst dudak çoğunlukla daha fazla yükselir. Dolayısıyla poz gülümsemesi klinik kayıtlar için bir referans sağlarken, spontan gülümsemenin gözlenmesi hastanın doğal ifadesinin değerlendirilmesine katkıda bulunur (Sabri, 2005, s. 155).

Bu incelemenin kapsamı, Sabri'nin tanımladığı sekiz bileşenle düzenlenebilir: dudak çizgisi, gülümseme arkı, üst dudak kurvatürü, lateral negatif boşluklar, gülümseme simetrisi, frontal oklüzal düzlem, dental bileşenler ve gingival bileşenler (Sabri, 2005, s. 155–156).

Dudak Çizgisi

Üst dudağın gülümseme sırasında dişeti kenarına göre nerede bulunduğu ve bu konumda ne kadar diş ile dişeti gösterdiği kaydedilir. Üst santral kesicilerin kronlarının tamamının ve interdental dişetlerinin görüldüğü, dudağın ise dişeti kenarı düzeyine ulaştığı görünüm estetik değerlendirmede referans alınır. Dudağın daha yukarıya çıkmasıyla klinik kronlara ek olarak kesintisiz bir dişeti bandı açığa çıkıyorsa yüksek dudak çizgisinden söz edilir. Üst

ön diş kronlarının %75'inden daha azının görünmesi ise düşük dudak çizgisi olarak tanımlanır (Sabri, 2005, s. 155).

Gülümseme Arkı

Üst ön dişlerin kesici kenarlarının tek tek konumları kadar, birlikte oluşturdukları eğrinin alt dudakla ilişkisi de incelenir. Poz gülümsemesinde bu eğri alt dudağın iç konturunu izliyor ve ona paralel seyrediyorsa gülümseme arkı uyumludur. Kesici kenarların daha düz bir hat oluşturması veya eğrinin alt dudak konturuna ters yönde olması, uyumsuz gülümseme arkını gösterir. Bu değerlendirmede esas olan, üst dişlerin kesici kenarları ile alt dudağın biçiminin birlikte ele alınmasıdır (Sabri, 2005, s. 161).

Üst Dudak Kurvatürü

Gülümseme sırasında üst dudağın orta bölümü ile ağız köşeleri arasındaki seviye ilişkisine bakılır. Ağız köşelerinin orta bölümün üzerinde kalması yukarı yönlü, altında kalması aşağı yönlü kurvatür olarak adlandırılır. Bu noktaların aynı seviyede bulunması durumunda ise üst dudak kurvatürü düz olarak değerlendirilir (Sabri, 2005, s. 162).

Bukkal Koridorlar

Gülümsemenin yan bölgelerinde, posterior dişlerin bukkal yüzeyleri ile ağız köşeleri arasında kalan boşluklar değerlendirilir. Bukkal koridor olarak adlandırılan bu alanların görünümü dental arkın biçiminden ve maksillanın dudaklara göre anteroposterior konumundan etkilenir. Geniş bir ark bu alanları daha fazla doldurabilir; maksillanın öne alınması da arkın daha geniş bir bölümünün ağız köşeleri arasına gelmesini sağlayarak boşlukları azaltabilir. Sabri, dudakların gülümsemede transvers yönde aşırı açılmasının bukkal koridoru teorik olarak genişletebileceğini, ancak bu varsayımın ileri araştırmalarla doğrulanması gerektiğini belirtmiştir (Sabri, 2005, s. 163).

Gülümseme Simetrisi

Sağ ve sol ağız köşelerinin gülümseme sırasında aynı seviyeye ulaşıp ulaşmadığı gözlenir; iki taraftaki yükselmenin miktarı karşılaştırılır. Ağız köşeleri arasındaki çizginin interpupiller çizgiye paralelliği bu değerlendirmeye yardımcı olur. Bununla birlikte eğik görünen bir gülümseme çizgisi doğrudan iskeletsel asimetri olarak yorumlanmamalıdır. Üst dudağın bir tarafta daha fazla yükselmesi de maksillada transvers eğim varmış gibi bir görünüm oluşturabilir. Bu nedenle dudak hareketlerine bağlı farklılıklar ile dental ve iskeletsel asimetri bulguları birlikte değerlendirilerek birbirinden ayrılır (Sabri, 2005, s. 163–164).

Frontal Oklüzal Düzlem

Dudakların hareketinden bağımsız olarak üst dişlerin transvers düzlemdeki konumu da incelenir. Bu amaçla sağ ve sol üst kaninlerin tüberkül tepelerini birleştiren çizgi esas alınır. Çizgideki eğim, üst anterior dişlerin farklı miktarlarda sürmesiyle veya mandibuladaki iskeletsel asimetriyle ilişkili olabilir. Hastanın premolar bölgesinde bir dil basacağını ya da ağız aynası sapını ısırması sağlanarak düzlemin eğimi klinik olarak gözlenebilir. Böylece gülümsemedeki asimetrinin dudak hareketlerinden mi, oklüzal düzlemden mi kaynaklandığının değerlendirilmesine yardımcı olunur (Sabri, 2005, s. 164).

Dental Bileşenler

Dişlerin oluşturduğu görünüm incelenirken boyut, şekil, renk, dizilim ve kron eğimleri birlikte ele alınır. Dental orta hat ile ark simetrisi de bu incelemenin parçalarıdır. Üst santral kesiciler arasındaki orta hattın yüz orta hattına göre konumu değerlendirilirken yalnızca yer değiştirme miktarına bakılmaz; hattın eğimi ve doğrultusu da incelenir. Diastemalar ve interproksimal temas eksiklikleri ayrıca kaydedilir; bu bulgular dişlerin yan yana

oluşturduğu görünümün devamlılığı açısından değerlendirilir (Sabri, 2005, s. 164).

Gingival Bileşenler

Gülümseme sırasında görünen dişeti miktarının yanında, dişetlerinin kendi özellikleri de incelenmelidir. Renk ve yüzey yapısı gözlenir; konturlar ile komşu dişlerin dişeti kenarları arasındaki seviye ilişkileri değerlendirilir. İnflamasyon, papil kaybı ve açık gingival embraşürler kaydedilir. Üst anterior bölgede santral kesicilerin dişeti kenarları genellikle kaninlerle aynı seviyede veya biraz daha koronalde bulunur. Lateral kesicilerin dişeti kenarları ise santral kesicilere göre daha koronalde yer alır (Sabri, 2005, s. 165).

Gülümseme sırasında elde edilen bulgular, istirahat ve konuşma sırasındaki diş görünürlüğüyle birlikte yorumlanır (Nguyen et al., 2023, s. 196). Özellikle istirahatte görünen üst kesici diş miktarı değerlendirilirken üst dudak uzunluğu ve dişlerin vertikal konumu dikkate alınmalıdır (Naini & Gill, 2008, s. 162, 164). Yaşla birlikte üst kesicilerin daha az, alt kesicilerin ise daha fazla görünür hâle gelmesi de bu yorumun bir parçasıdır (Sabri, 2005, s. 155).

İstirahatte 2–4 mm üst kesici görünürlüğü klinik değerlendirmede başvurulabilecek bir aralıktır (Naini & Gill, 2008, s. 162, 164). Bununla birlikte bu aralığın her birey için değişmez bir normal değer olarak kabul edilmesi uygun değildir. Sabri'nin aktardığı verilerde ortalama üst kesici görünürlüğü kadınlarda 3,40 mm, erkeklerde 1,91 mm olarak bildirilmiştir. Aynı kaynakta görünürlüğün yaş ilerledikçe azaldığı da belirtilmektedir (Sabri, 2005, s. 155).

İntraoral Muayene

İntraoral muayene, ortodontik problemin dişler ve çevre dokulardaki özelliklerini belirlemek ve bu dokuların planlanan tedaviye uygunluğunu değerlendirmek amacıyla yapılır. Diş sayısı,

sürme durumu, dizilim ve kapanış ilişkilerine ait bulgular tedavi planını şekillendirirken; çürük, yetersiz ağız hijyeni ve periodontal inflamasyonun saptanması, tedavi öncesinde gerekli hazırlıkların belirlenmesini sağlar (Nguyen et al., 2023, s. 199–201; Sarver et al., 2026, s. 148–151).

Yumuşak Dokular ve Periodontal Değerlendirme

Ağız içi yumuşak doku muayenesinde dudak ve yanak mukozası, dil, dil altı bölgesi ve frenulumlar incelenerek olağan dışı bulgular kaydedilir. Frenulumların değerlendirilmesinde özellikle üst orta hat diastemasıyla ilişkili kalın bağlantılar ve alt kesici bölgesinde dişeti çekilmesine eşlik eden yüksek tutunmalar üzerinde durulur (Nguyen et al., 2023, s. 199–200).

Periodontal değerlendirmede ağız hijyeni, plak birikimi ve dişetlerinde inflamasyon bulguları araştırılır (Sarver et al., 2026, s. 148). Dişeti oluğu boyunca nazik sondalama yapılarak kanama olup olmadığı kontrol edilir (Nguyen et al., 2023, s. 201). İnflamasyonun varlığı, ortodontik diş hareketi öncesinde periodontal sağlığın iyileştirilmesini gerektiren bir bulgu olarak değerlendirilir (Nguyen et al., 2023, s. 201).

Mukogingival incelemede dişeti çekilmeleri ve yapışık dişetinin durumu değerlendirilir. Özellikle alt kesiciler çevresindeki mevcut sorunlar kaydedilerek planlanan diş hareketleri açısından dikkate alınır (Nguyen et al., 2023, s. 200–201). Bu bölgelerde periodontal tedavi gereksinimi varsa, ortodontik tedavi planı oluşturulurken ilgili hekimle birlikte değerlendirme yapılır (Nguyen et al., 2023, s. 201).

Dişlerin ve Sürme Durumunun Değerlendirilmesi

Dişlerin değerlendirilmesine mevcut süt ve daimi dişlerin sayılmasıyla başlanır (Moyers, 1988, s. 174; Sarver et al., 2026, s. 148). Eksik veya fazla diş olasılığı, persiste süt dişleri ve sürme

durumundaki farklılıklar kaydedilir. Klinik olarak ağızda görülmeyen bir dişin bulunmaması ile henüz sürmemiş olması birbirinden ayrılmalı; gerektiğinde radyografik kayıtlarla değerlendirme tamamlanmalıdır (Moyers, 1988, s. 174–175).

Dişlerin sürme durumu değerlendirilirken yalnızca kronolojik yaşa değil, sürme sırasına ve sağ–sol taraflar arasındaki uyuma da bakılır. Karşılıklı dişlerin sürmesindeki belirgin farklılıklar kaydedilir. Karma dişlenme döneminde sürmemiş kaninlerin konumuna ilişkin bilgi edinmek için palpasyondan da yararlanılır (Nguyen et al., 2023, s. 200).

Dişlerdeki mobilite ve komşu dişlere göre oklüzal seviyenin altında kalan süt dişleri de kaydedilir. İnfraoklüzyondaki bir süt dişi ankiloz açısından değerlendirilirken, dental bir aletin sapıyla hafifçe vurulduğunda komşu dişlerden farklı, daha tiz bir ses alınması yardımcı bir bulgu olabilir (Nguyen et al., 2023, s. 200).

Dişlerin sert doku muayenesinde aktif çürükler, başlangıç lezyonları, demineralizasyon alanları ve mine defektleri kaydedilir (Sarver et al., 2026, s. 148, 150–151). Ağız hijyeni de bu bulgularla birlikte değerlendirilir; sabit ortodontik apareylerin temizliği güçleştirebilmesi nedeniyle, yetersiz hijyenin tedavi öncesinde iyileştirilmesi önem taşır (Sarver et al., 2026, s. 148).

Dişlerin boyutları ve kron biçimleri karşılaştırılarak belirgin farklılıklar kaydedilir. Özellikle üst lateral kesicilerdeki boyut ve şekil farklılıkları, dişlerin ark içindeki dizilimi ve komşu dişlerle olan orantısı açısından değerlendirilir (Sabri, 2005, s. 164–165).

Dental Arkların ve Yer Durumunun Değerlendirilmesi

Dental arklar incelenirken ark biçimi, simetri ve dişlerin ark içindeki dizilimi değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 179). Çapraşıklık veya aralıkların bulunduğu bölgeler ile rotasyon ve yer değiştirme gösteren dişler kaydedilir (Moyers, 1988, s. 175; Sarver

et al., 2026, s. 179). Klinik muayenede belirlenen yer darlığı ya da fazlalığı, gerektiğinde model veya dijital kayıtlar üzerinde yapılan ölçümlerle değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 179).

Oklüzal İlişkilerin Değerlendirilmesi

Oklüzal muayenede üst ve alt dişlerin ilişkileri sagittal, vertikal ve transvers yönlerde incelenir. Molar ve kanin ilişkileri, overjet ve overbite, çapraz kapanışlar ve dental orta hatlar değerlendirilerek bulgular kaydedilir (Sarver et al., 2026, s. 150–151).

Sagittal değerlendirmede sağ ve sol molar ilişkileri ayrı ayrı incelenir. Angle sınıflamasına göre üst birinci daimi moların mesiobukkal tüberkülünün alt birinci daimi moların bukkal oluğuyla ilişkisi Sınıf I olarak tanımlanır. Alt moların bu ilişkiye göre daha distalde bulunması Sınıf II, daha mesialde bulunması ise Sınıf III ilişkiyi gösterir (Fields et al., 2026, s. 2–3).

Kanin ilişkisi de her iki tarafta ayrı ayrı değerlendirilir. Üst kaninin tüberkül tepesinin alt kanin ile birinci premolar arasındaki embraşüre karşılık gelmesi Sınıf I ilişkiyi gösterir (Nguyen et al., 2023, s. 189).

Overjet, üst ve alt kesici dişler arasındaki horizontal mesafeyi ifade eder ve milimetre olarak kaydedilir. Üst kesicilerin alt kesicilere göre önde bulunduğu ilişki pozitif, alt kesicilerin önde bulunduğu ilişki ise negatif overjet olarak tanımlanır. Kesici kenarların baş başa geldiği durumda overjet sıfırdır (Fields et al., 2026, s. 6; Sarver et al., 2026, s. 151).

Overbite, üst kesici dişlerin alt kesicileri vertikal yönde örtme miktarıdır; milimetre veya alt kesici kron yüksekliğinin yüzdesi olarak kaydedilir. Bu miktarın artması derin kapanış olarak değerlendirilirken, kapanış sırasında karşıt ön dişler arasında vertikal

açıklık bulunması anterior açık kapanış olarak tanımlanır (Fields et al., 2026, s. 6; Sarver et al., 2026, s. 151).

Transvers değerlendirmede posterior dişlerin bukkal ve lingual yöndeki ilişkileri incelenir. Çapraz kapanış saptandığında etkilenen dişler ve bulgunun tek ya da çift taraflı olduğu kaydedilir. Ayrıca kapanış sırasında mandibulada yana kayma bulunup bulunmadığı gözlenerek fonksiyonel kaymanın mevcut ilişkiye katkısı değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 151–152).

Fonksiyonel Muayene

Fonksiyonel muayenede solunum biçimi, yutkunma paterni, çiğneme ve konuşma fonksiyonları incelenir (Moyers, 1988, s. 171–174; Sarver et al., 2026, s. 151–152). Muayene sırasında dilin ağız içindeki yerleşimi, dudakların fonksiyona katılımı ve mandibulanın hareketleri gözlenir (Moyers, 1988, s. 171–174). Böylece statik muayeneyi tamamlayan, hareket ve işlev sırasında ortaya çıkan bulgular belirlenir.

Solunumun Değerlendirilmesi

Solunum muayenesine, hastanın dikkatini solunumuna yöneltmeden istirahatteki solunum biçiminin gözlenmesiyle başlanır. Ardından hastadan dudaklarını kapatarak burundan nefes alması istenir ve inspirasyon sırasında burun kanatlarının hareketleri gözlenir. Nazal hava geçişini değerlendirmeye yardımcı olarak üst dudak üzerine yerleştirilen küçük bir aynada oluşan buğulanmadan da yararlanılabilir (Moyers, 1988, s. 171).

Solunum biçimi yorumlanırken bireylerin her koşulda yalnızca burundan veya ağızdan solumadığı dikkate alınmalıdır. Burundan soluyan bir kişi yoğun fiziksel efor sırasında ağız solunumuna geçebilir. Bu nedenle muayenede, istirahat sırasında ağız solunumunun sürüp sürmediğine odaklanılır (Moyers, 1988, s. 207).

Solunum değerlendirmesine eşlik eden baş, dil ve mandibula postürü de göz önünde bulundurulur. Bu yapıların konumlarının solunum biçimiyle birlikte incelenmesi, fonksiyonel değerlendirmenin daha bütüncül yapılmasına yardımcı olur (Moyers, 1988, s. 207).

Dil Postürü ve Yutkunmanın Değerlendirilmesi

Dil muayenesinde dilin ağız içindeki göreceli büyüklüğü, istirahatteki yerleşimi ve hareketleri incelenir. Dudakların veya yanakların retrakte edilmesi dilin doğal hareketlerini değiştirebileceğinden, fonksiyonel gözlem mümkün olduğunca bu yapılara müdahale edilmeden yapılır (Moyers, 1988, s. 173).

Yutkunma muayenesinde hastanın kendiliğinden gerçekleştirdiği yutkunmalar ile komut üzerine yaptığı yutkunmalar birlikte değerlendirilir. Hastadan az miktarda suyu yutması istenerek mandibulanın hareketi ve dudaklarla yüz kaslarının aktivitesi gözlenir. Temporal kasın hafifçe palpe edilmesi de yutkunma sırasında mandibulayı yükselten kasların aktivitesi hakkında bilgi sağlayabilir (Moyers, 1988, s. 209).

Matür yutkunmada mandibula yükselerek dişler temasa gelir; dudaklar hafifçe kapanırken yüz kaslarında belirgin kasılma gözlenmez. Buna karşılık, yutkunma sırasında dudak ve mental kasta belirgin aktivite görülmesi veya dişlerin ayrı kalması, yutkunma paterninin daha ayrıntılı incelenmesini gerektiren bulgular olarak kaydedilir (Moyers, 1988, s. 209–210).

Yutkunma bulguları hastanın gelişim dönemi dikkate alınarak yorumlanmalıdır. Bebeklikte fizyolojik olan bir yutkunma paterni, daha ileri yaşlarda farklı anlam taşıyabilir. Bu nedenle gözlenen patern, tek başına “normal” veya “anormal” olarak sınıflandırılmadan önce hastanın yaşı ve mevcut oklüzal ilişkileriyle birlikte değerlendirilir (Moyers, 1988, s. 209).

Çiğnemenin Değerlendirilmesi

Çiğneme değerlendirmesinde hastaya besinleri ısırma ve öğütme sırasında güçlük yaşayıp yaşamadığı, çiğnemekte zorlandığı için kaçındığı yiyecekler bulunup bulunmadığı sorulur. Yemek sırasında yanak veya dudak ısırma yakınmaları da kaydedilir. Böylece oklüzal muayenede saptanan bulgular, hastanın günlük yaşamda bildirdiği fonksiyonel güçlüklerle birlikte değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 151).

Konuşmanın Değerlendirilmesi

Hastayla görüşme sırasında seslerin oluşturulmasında belirgin güçlük veya bozulma olup olmadığına dikkat edilir. Saptanan konuşma sorunu mevcut maloklüzyonla birlikte değerlendirilir; ancak ortodontik tedavinin tek başına konuşmayı düzelteceği varsayılmamalıdır. Ayrıntılı değerlendirme gerektiğinde dil ve konuşma terapistinin görüşünden yararlanılır (Sarver et al., 2026, s. 152).

Oral Alışkanlıklar ve Parafonksiyonlar

Parmak emme, dudak emme veya ısırma ile diş sıkma ve gıcırdatma alışkanlıkları hasta ve gerektiğinde ebeveynlerinden öğrenilir (Moyers, 1988, s. 168; Nguyen et al., 2023, s. 201). Dişlerin kesici kenarlarında ve oklüzal yüzeylerinde görülen aşınmalar da kaydedilerek bildirilen alışkanlıklarla birlikte değerlendirilir (Nguyen et al., 2023, s. 201).

Mandibular Kapanış Yolu ve Fonksiyonel Kaymalar

Hastadan ağzını yavaşça kapatması istenerek mandibulanın kapanış yolu ve diş temasları sırasında öne veya yana kayma bulunup bulunmadığı değerlendirilir (Nguyen et al., 2023, s. 201; Sarver et al., 2026, s. 152). Kesici dişler arasındaki erken temaslardan kaçınmak için mandibulanın öne kayması, psödo Sınıf III görünümüne yol açabilir. Kapanış sırasında yana kayma

saptandığında ise bunun çapraz kapanış ve yüz asimetrisi görünümüne katkısı değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 152).

Temporomandibular Eklem Muayenesi

Temporomandibular eklem değerlendirmesinde ağrı, eklem sesi ve çene hareketlerinde kısıtlılık öyküsü sorgulanır. Ağız açma sırasında mandibulanın izlediği yol gözlenir; maksimum ağız açıklığı, sağ ve sol lateral hareketler ile protrüzyon miktarı milimetre olarak kaydedilir. Eklem bölgesi ve çiğneme kasları palpe edilerek hassasiyet bulunup bulunmadığı değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 152).

Ağız açma sırasında ağrı, hareket kısıtlılığı veya mandibulanın yana sapması saptanırsa, bulgunun hangi tarafta ve hareketin hangi aşamasında ortaya çıktığı kaydedilir. Eklem sesleri de ağrı ve hareket bulgularıyla birlikte değerlendirilir (Sarver et al., 2026, s. 152).

Klinik Bulguların Problem Listesine Dönüştürülmesi

Muayenede saptanan bulgular, hastanın başlıca şikâyeti ve tanısal kayıtlardan elde edilen bilgilerle birlikte değerlendirilerek problem listesi oluşturulur. Bu listede yalnızca mevcut sorunlar değil, tedavi sırasında korunması gereken olumlu estetik ve fonksiyonel özellikler de belirtilir (Nguyen et al., 2023, s. 213).

Problem listesindeki sorunlar, hastanın öncelikleri ve tedavinin gerektirdiği işlem sırası dikkate alınarak önceliklendirilir. Bir sorunun çözümü başka bir sorunun giderilmesine bağlıysa bu ilişki tedavi planına yansıtılır. Böylece problem listesi, bulguların sıralandığı bir kayıt olmanın ötesinde, tedavinin hedeflerini ve aşamalarını belirlemeye yardımcı olur (Nguyen et al., 2023, s. 212–213).

Sonuç

Ortodontik klinik muayene, hastanın başlıca şikâyetinden başlayarak dentofasiyal yapıların ve fonksiyonların birlikte değerlendirildiği sistematik bir süreçtir. Muayenenin değeri, bulguların tek tek kaydedilmesinin yanı sıra birbirleriyle ilişkilerinin anlaşılmasında ve hastaya özgü problemlerin tanımlanmasında ortaya çıkar.

Tedavi hedefleri oluşturulurken düzeltilmesi gereken sorunlar kadar korunması gereken olumlu özellikler de dikkate alınmalıdır. Hastanın beklentileri, ağız sağlığı, dental ve iskeletsel ilişkileri ile fonksiyonel bulguların birlikte yorumlanması, klinik muayeneyi bireyselleştirilmiş tedavi planlamasının temel basamağı hâline getirir.

Kaynakça

Ackerman, J. L., Proffit, W. R., & Sarver, D. M. (1999). The emerging soft tissue paradigm in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Clinical Orthodontics and Research, 2*(2), 49–52. https://doi.org/10.1111/ocr.1999.2.2.49

Arnett, G. W., & Bergman, R. T. (1993). Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 103*(4), 299–312. https://doi.org/10.1016/0889-5406(93)70010-L

Cooke, M. S., & Wei, S. H. (1988). The reproducibility of natural head posture: A methodological study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 93*(4), 280–288. https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90157-6

Fields, H. W., Jr., Proffit, W. R., & Ko, C.-C. (2026). Malocclusion and dentofacial abnormalities in contemporary society. H. W. Fields, Jr., B. E. Larson, D. M. Sarver, & W. R. Proffit, *Contemporary orthodontics* içinde (7. baskı, s. 2–22). Elsevier.

Fishman, L. S. (1982). Radiographic evaluation of skeletal maturation: A clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist, 52*(2), 88–112.

Hägg, U., & Taranger, J. (1982). Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *American Journal of Orthodontics, 82*(4), 299–309. https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90464-X

Kaklamanos, E. G., Makrygiannakis, M. A., & Athanasiou, A. E. (2020). Does medication administration affect the rate of orthodontic tooth movement and root resorption development in humans? A systematic review. *European*

Journal of Orthodontics, 42(4), 407–414. https://doi.org/10.1093/ejo/cjz063

McNamara, J. A., Jr., & Franchi, L. (2018). The cervical vertebral maturation method: A user's guide. *The Angle Orthodontist, 88*(2), 133–143. https://doi.org/10.2319/111517-787.1

Melsen, B., & Masioli, M. A. (2022). Diagnosis: Chief complaint and problem list. B. Melsen & C. Luzi (Eds.), *Adult orthodontics* içinde (2. baskı, s. 12–34). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119775805.ch2

Moyers, R. E. (1988). *Handbook of orthodontics* (4. baskı). Year Book Medical Publishers.

Naini, F. B., & Gill, D. S. (2008). Facial aesthetics: 2. Clinical assessment. *Dental Update, 35*(3), 159–170. https://doi.org/10.12968/denu.2008.35.3.159

Nguyen, T., Sarver, D. M., & Jackson, T. H. (2023). The decision-making process in orthodontics. L. W. Graber, K. W. L. Vig, G. J. Huang, & P. S. Fleming (Eds.), *Orthodontics: Current principles and techniques* içinde (7. baskı, s. 187–226). Elsevier.

Sabri, R. (2005). The eight components of a balanced smile. *Journal of Clinical Orthodontics, 39*(3), 155–167.

Sarver, D. M., Fields, H. W., Pliska, B. T., & Proffit, W. R. (2026). Orthodontic diagnosis: The problem-oriented approach. H. W. Fields, Jr., B. E. Larson, D. M. Sarver, & W. R. Proffit, *Contemporary orthodontics* içinde (7. baskı, s. 140–216). Elsevier.


BİDGE