DERLEME

Derin Kapanış Tedavisinde Alt Kesici Diş İntrüzyonunun Şeffaf Plak ve Sabit Tedavi Uygulamalarıyla Karşılaştırılması

Comparison of Clear Aligner and Fixed Treatment Applications of Lower Incisor Intrusion in the Treatment of Deep Bite

Dr. Öğr. Üyesi Irmak OCAK
Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-4547-3595

Uzm. Dt. Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN
Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-7269-0739

Doç. Dr. Ezgi ATİK
Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-5912-4505

Geliş tarihi: 18.04.2025

Kabul tarihi: 08.07.2025

doi: 10.5505/yeditepe.2026.07269

Yazışma adresi:
Dr. Öğr. Üyesi Irmak OCAK
Adres: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı Kat:7, Sıhhiye, Ankara, Türkiye
Tel: 0 312 305 22 90
E-posta: irmak.ocak@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Derin kapanış, üst ve alt kesici dişler arasında artmış dikey kapanış olarak tanımlanır ve oldukça yaygın görülen, aynı zamanda başarılı bir şekilde tedavi edilmesi zorlayıcı olan maloklüzyonlardan biridir. Derin kapanış, fonksiyonel sınırlamalara yol açabilen, temporomandibular eklem hastalığına neden olabilen ve periodontal dokuların sağlığını etkileyebilen predispozan faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Derin kapanışın düzeltilmesi; arka dişlerin ekstrüzyonu, ön dişlerin intrüzyonu veya her ikisinin kombinasyonu ile sağlanır. Tedavi seçimi, derin kapanışın etiyolojisine, beklenen büyüme miktarına, vertikal boyuta, dişlerin yumuşak doku yapılarıyla ilişkisine ve oklüzal düzlemin istenilen konumuna bağlıdır. Birçok faktörden etkilenen derin kapanış tedavi mekanikleri oldukça çeşitlidir. Günümüzde ortodontik tedavilerde şeffaf plakların kullanımının artmasıyla birlikte, derin kapanışın düzeltilmesine yönelik uygulanan mekaniklerde, diğer tüm tedavi mekaniklerinde olduğu gibi, bazı değişiklikler meydana gelmiştir. Ayrıca, derin kapanışın düzeltilmesinde tercih edilen intrüzyon teknikleri, tedavi sonrası stabiliteyi doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle, tedavi sürecinde kullanılan mekaniklerin etkinliği ve uzun dönem sonuçları da dikkate alınmalıdır. Bu derlemenin amacı, derin kapanış vakalarında alt kesici diş intrüzyonu uygulamalarına genel bir bakış sunmak ve en uygun tedavi seçeneğinin belirlenmesinde yol gösterici olmaktır.

Anahtar Kelimeler: Derin kapanış, intrüzyon, sabit tedavi mekanikleri, şeffaf plak.

ABSTRACT

Deep bite is defined as an increased vertical overlap between the upper and lower incisors and is one of the most common malocclusions yet challenging to treat successfully. It is considered a predisposing factor that can lead to functional limitations, contribute to temporomandibular joint disorders, and negatively affect the health of periodontal tissues. The correction of deep bite can be achieved through the extrusion of posterior teeth, the intrusion of anterior teeth, or a combination of both. The choice of treatment depends on several factors, including the etiology of the deep bite, the expected amount of growth, the vertical dimension, the relationship between the teeth and surrounding soft tissues, and the desired position of the occlusal plane. Given the influence of multiple variables, the treatment mechanics for deep bite are highly diverse. With the increasing use of clear aligners in contemporary orthodontic practice, the mechanics applied for deep bite correction—similar to other treatment approaches—have undergone certain modifications. The aim of this review is to provide an overview of lower incisor intrusion techniques in deep bite cases and to serve as a guide in selecting the most appropriate treatment option.

Keywords: Clear aligner, deep bite, fixed treatment mechanics, intrusion.

GİRİŞ

Derin kapanış, üst ve alt kesici dişler arasındaki artmış dikey kapanış olarak tanımlanır. Proffit ve ark.[1], 1-2 mm'lik bir overbite'ı normal kabul ederken, Upadhyay[2] normal oklüzyonda ideal anterior dikey kapanışın 2 ila 4 mm arasında olabileceğini, diğer bir deyişle üst kesici dişlerin alt kesici dişleri %5 ila %25 oranında örtmesinin ideal olduğunu belirtmektedir. Ancak, dişleri çevreleyen periodontal dokuların genel sağlığı ve temporomandibular eklem (TME) üzerindeki olası olumsuz etkiler nedeniyle, üst kesici dişlerin alt kesici dişleri %40'tan fazla örtmesi durumu derin kapanış olarak değerlendirilir.[2] Süt dişlenme döneminde derin kapanış en yaygın maloklüzyon olarak bildirilmiş ve prevalansı %15,7 olarak bulunmuştur.[3] Adölesan bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada ise derin kapanış oranı %18,3 olarak saptanmış ve erkek bireylerde daha yaygın görüldüğü rapor edilmiştir.[4] Derin kapanışa sahip bireylerde normal overbite'a sahip olanlara kıyasla overbite miktarında azalma eğilimi görülürken, açık kapanışa sahip bireylerde açık kapanış miktarında azalma eğilimi gözlenmektedir.[5] Türk popülasyonu üzerinde yapılan bir çalışmada ise karışık dişlenme döneminden daimi dişlenme dönemine geçişte overbite'ın ortalama 0,41 mm arttığı gösterilmiştir.[6] Ancak, bu çalışmada yalnızca maloklüzyonu ya da konjenital diş eksikliği bulunmayan, iyi oklüzyona sahip bireyler değerlendirmeye alınmıştır.

Derin kapanışa sahip bireylerin tedavisinin planlanmasında dikkate alınması gereken çok sayıda faktör bulunmaktadır. Öncelikli olarak bireyin yaşı ve etiyolojik faktör göz önünde bulundurulmalı; bununla birlikte kapanışın şiddeti, gülümseme estetiği ve periodontal sağlık durumu da değerlendirmeye dahil edilmelidir. Tedavinin erken dönemlerinde uygulanabilecek yöntemler; molar dişlerin ekstrüzyonu, kesici dişlerin intrüzyonu, kesici dişlerin proklinasyonu ve bu tekniklerin kombinasyonları gibi cerrahi olmayan yaklaşımları içermektedir.[6,7] Büyüme ve gelişimin devam ettiği dönemde kondil ve sütüral bölgelerin vertikal büyüme bileşeninden yararlanmak önemli bir avantaj sağlar.[8] Daha ileri yaşlarda ise, tedavi stabilitesinin sağlanabilmesi açısından molar ekstrüzyonu yerine kesici diş intrüzyonu daha uygun bir seçenek olmaktadır.[9] Ayrıca, cerrahi destekli ya da mini vida destekli ortodontik tedaviler de uygulanabilir yöntemler arasındadır. Yetişkin bireylerde periodontal problemlere bağlı olarak destek alveolar kemik kaybı gözlenen durumlarda da kesici diş intrüzyonu önerilmektedir.[10]

Tedavi planlama hedefleri benzer olmakla birlikte, şeffaf plaklar geleneksel sabit apareylerden; dişlere kuvveti braket ve ark teli aracılığıyla iletmek yerine, dişlerin formuna uyumlu özel tasarımları ve hassas dijital planlamaya dayalı yapıları sayesinde farklılık göstermektedir.[11] Ayrıca, şeffaf plaklarla intrüzyon çok yönlü bir süreçtir ve ortodontik biyomekaniğin iyi anlaşılmasını, dikkatli bir tedavi planlamasını ve tedavi sürecinin sürekli değerlendirilmesini gerektirir. Bu nedenle, bu derlemenin amacı, derin kapanış tedavisinde mandibular kesici dişlerin intrüzyonuna yönelik biyomekaniği hem sabit apareyler hem de şeffaf plak tedavisi bağlamında analiz etmektir. Ayrıca çalışmamızda alt kesici dişlerin intrüzyonuna odaklanılmasının nedeni, bu bölgede intrüzyon hareketinin kontrolünün; dilin lingual yönden uyguladığı kuvvetler, kortikal kemiğin yoğunluğu, relapsa yatkınlık ve kuvvetin yönlendirilmesindeki zorluklar gibi faktörler nedeniyle, üst kesici dişlere kıyasla daha karmaşık bir biyomekanik yapı gerektirmesidir. Bu doğrultuda, alt kesici intrüzyonunda kullanılan farklı ortodontik yaklaşımlar ile bu yöntemlerin biyomekanik özellikleri ve klinik sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

MANDİBULAR KESİCİ DİŞ İNTRÜZYON YÖNTEMLERİ

1- Utility Ark ile İntrüzyon (Biyoprogresif Teknik)

Utility ark kullanılarak kesici dişler, kanin ve premolar dişlerine etki etmeden, yalnızca molar dişler ankraj olarak kullanılarak bağımsız bir şekilde seviyelenebilir, intrüze veya ekstrüze edilebilir ya da mevcut konumları korunabilir.[12]

İntrüzyon arkları Elgiloy ve titanyum-molibden alaşımı (TMA) gibi farklı materyallerden üretilebilmektedir. Elgiloy teller genellikle daha yüksek kuvvet üretmeleri nedeniyle tercih edilmektedir. TMA tellerin ise kesici dişler üzerinde daha düşük kuvvetler oluşturduğu, molar dişler üzerinde daha az kuvvet ve moment uyguladığı, üç boyutlu model karşılaştırmalarında gösterilmiştir.[13]

Utility arkın doğrudan kesici diş braketlerine yerleştirildiği tasarımda, molar dişlerinde saat yönünde bir moment, kesici dişlerde ise saat yönünün tersine bir moment oluşarak kesici dişlerde proklinasyona yol açar.[14] Etkin bir utility ark bükümü elde etmek için, molar diş segmentine 45 derecelik bir tip-back bükümü ve 45 derecelik bukkal kök torku uygulanırken, anterior segmente 5-10 derece arasında lingual kron torku uygulanır.[15] Alt molar bölgesine uygulanan 30-45 derecelik tip-back bükümü, köklerin mezial yönde, kronların ise distal yönde hareket etmesini sağlayarak dişlerin daha dik konumlanmasına yol açar. Ayrıca, utility arkın distal ucuna uygulanan 45 derecelik bukkal kök torku kortikal kemik ankrajı sağlar. Ancak bu tork, kökün bukkal hareketine karşılık olarak kronun lingual yönde hareket etmesine neden olabilir. Normal ark genişliğinin korunması ve istenmeyen lingual kron hareketinin önlenmesi için distal uçların genişletilmesi önerilir. Alt kesici dişler dik konumlandığında, utility ark kullanılarak etkili bir intrüzyon sağlanabilir. Ancak alt kesici dişler labial yönde eğimli olduğunda, uygulanan intrüzyon kuv-

veti bu labial eğimi artırabilir. Utility ark anterior bölgede sıfır tork ile yerleştirilse de, intrüzyon sırasında labial kron torku gelişme eğilimindedir ve bu durum kökün lingual yönde yer değiştirmesine neden olur. En etkili intrüzyon, uygulanan kuvvetin dişin uzun eksenine paralel olduğu durumlarda gerçekleşir. Labial devrilmeyi dengelemek ve intrüzyonu kolaylaştırmak amacıyla, alt kesici dişlerin apeksini lingual korteksten uzaklaştıracak şekilde 5-10 derece arasında hafif bir lingual kron torku uygulanabilir.[16,17]

2- İntrüzyon Springi (Tip Back Spring)

İntrüzyon springi bükümünde genellikle 0,017x0,025 inç TMA teli tercih edilir. İntrüzyon springi, ideal olarak seviyeleme sonrası hem maksilla hem de mandibulaya uygulanır ve genellikle rijit bir 0,017x0,025 inç paslanmaz çelik (SS) tel ile birlikte kullanılır; bu tel üzerine heliks eklenebilir. Heliks, telin molar tüpün mezialinde gingiva yönünde bükülmesiyle oluşturulur.

Springin mezial ucu kanca şeklinde bükülür ve lateral kesici dişin distalinde, dört kesici dişin yaklaşık direnç merkezi hizasına yerleştirilir. Spring, vestibular sulkus yüksekliğinde pasif olarak konumlandırılır; aktivasyonu ise kancanın aşağı doğru çekilip ark teline takılmasıyla sağlanır.[18] Ayrıca, mandibulada ankrajı artırmak amacıyla lingual ark kullanılır.

3- Devamlı İntrüzyon Arkı

Devamlı intrüzyon arkı, iki pasif posterior üniteden (ankraj) ve bir aktif anterior üniteden (intrüzyon arkı) oluşur. Pasif posterior üniteler, bilateral olarak premolar ve molar dişlerine yerleştirilen 0,017x0,025 inç SS tellerden oluşur. Posterior segmente mümkün olduğunca fazla sayıda dişin dahil edilmesi, istenmeyen yan etkilerin en aza indirilmesine yardımcı olur. İki ya da dört kesici dişi içeren anterior segment de 0,017x0,025 inç SS tel ile oluşturulur. Daha geniş çaplı SS tellerin kullanılması, diş hareketlerinin öngörülebilirliğini artırır.[19]

Eğer hem kesici dişlerde proklinasyon hem de intrüzyon hedefleniyorsa, yardımcı tel ana tele, iki santral kesici diş arasındaki anterior bölgeden bağlanabilir. Saf intrüzyon isteniyorsa, kuvvet lateral kesici braketlerinin distal kanatları hizasından uygulanmalıdır. Ayrıca, kesici dişlerde proklinasyonun önlenmesi amacıyla, molar dişlerinin distalinde "cinch back" uygulanabilir.[20,21]

İntrüzyon arkı maksillaya uygulandığında, bukkal segmentler üzerindeki karşılıklı etkiler; kronlarda ekstrüzyon ve/veya distal devrilme ile köklerin mezial yönde hareketi şeklinde ortaya çıkar. Bu yan etkileri en aza indirmenin yollarından biri, ankraja dahil edilen diş sayısını artırmak; bir diğeri ise hafif kuvvetler uygulamaktır. Kesici diş başına 10–15 gram (g) civarı bir kuvvet genellikle kabul edilebilir düzeydedir.[22]

4- Üç Parçalı İntrüzyon Arkı

Kesici dişlerde en küçük düzeyde bile proklinasyon istenmeyen durumlarda, üç parçalı intrüzyon arkı kullanılabilir. Bu tasarımda, bilateral olarak yerleştirilen kantilever teller kesici dişlerin direnç merkezine hizalanır. Bu konfigürasyon, kuvvet hattını direnç merkezinden dikey olarak geçirerek, sürekli intrüzyon arklarında sıklıkla oluşan anterior momenti etkili şekilde minimize eder.[15]

Posterior segmentte premolar ve molar dişleri hizalanır ve düzleştirilir; anterior segmentte ise kesici dişler düzleştirilerek mümkün olduğunca kalın bir 0,017x0,025 inç SS tel uygulanır. Standart uygulamada anterior segment, lateral dişlerin distalinde sonlandırılır; ancak kesici dişlerin eğimine bağlı olarak kuvvet yönünü değiştirmek amacıyla distal uzantıda çeşitli modifikasyonlar yapılabilir. İntrüzyon springi, 2,5 heliksli paslanmaz çelik tel veya tek heliksli 0,017x0,025 inç TMA tel ile üretilebilir.[8,23] Toplamda her iki taraf için 30'ar g olmak üzere 60 g kuvvet uygulanması yaygın bir yaklaşımdır.[24]

Üç parçalı intrüzyon arkı, kesici dişlerin aynı anda hem intrüze hem de retrakte edilebildiği segmental bir mekanik sistemdir ve bu hareketlerin kontrollü ve öngörülebilir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Ancak bu sistemin dezavantajı, anterior bölgeye uygulanan intrüzyon kuvvetinin posterior segmentte ekstrüzyona neden olabilmesi ve oklüzal düzlem eğiminde değişiklik oluşturabilmesidir. Bu etkilerin önüne geçmek ve ankrajı güçlendirmek amacıyla, ark genişliğini, simetrisini ve intrüzyon sürecindeki stabiliteyi korumak için lingual ark ya da transpalatal ark tercih edilebilir.[8]

5- Mini Vida Destekli İntrüzyon Mekanikleri

Mini vida ankrajı, özellikle dişlerin intrüzyonu için oldukça avantajlıdır; çünkü komşu dişlerde karşılıklı (resiprokal) hareketlere neden olmaksızın, belirli büyüklükte ve sürekli bir kuvvetin uygulanmasına olanak tanır.[25] Mini vidalar ilk olarak alt kesici dişlerin intrüzyonunda Kanomi[26] tarafından kullanılmıştır.

Kesici diş bölgesinde intrüzyon; elastomerik zincirler, springler veya tel ligatürlerle doğrudan ankraj yöntemiyle ya da dolaylı ankraj yöntemiyle sağlanabilir.

Ishihara ve ark.[25] tarafından yapılan bir çalışmada, 1,5 mm çapında ve 9 mm uzunluğunda mini vidalar alt birinci premolar diş bölgesine yerleştirilmiştir. Posterior segmentteki dişlere 0,016x0,022 inçlik Blue Elgiloy telinden bükülmüş bir utility ark uygulanmış ve bu ark mini vidalara bağlanmıştır. Ayrıca, anterior segmentte kanin dişleri arasında segmental bir tel yerleştirilmiştir. Lateral kesici dişlerin mezialinden utility arka doğru, 50 g kuvvet uygulayan elastomerik bir zincir kullanılmıştır. Bu çalışmada, dolaylı ankraj ile 5 mm'den fazla kesici diş intrüzyonu elde edilebildiği gösterilmiştir.

Del Castillo ve ark.[27] ise yaptıkları üç boyutlu sonlu ele-

man analizinde, mandibular anterior dişlerin mini vidalardan sağlanan doğrudan ankraj ile intrüzyonunu değerlendirmiştir. Çalışmada, kanin dişi köklerinin distal kısmına yerleştirilen mini vidalar aracılığıyla ark teli üzerinde iki noktaya — santral ile lateral kesici diş arasına ve lateral kesici diş ile kanin dişi arasına — yöneltilen disto-intrüziv kuvvet vektörleri sayesinde mandibular anterior dişlerde grup şeklinde eşzamanlı intrüzyon sağlanabildiği rapor edilmiştir.

6- Şeffaf Plaklarla İntrüzyon

Son yıllarda şeffaf plak tedavisinin yaygınlaşmasıyla birlikte, bu tedavi yöntemi kompleks olgulara yönelik olarak da daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Ortodontik uygulamalarda hassasiyetle gerçekleştirilmesi gereken düzeltmelerden biri olan kesici diş intrüzyonu, şeffaf plak tedavisinde de dikkatli planlama gerektirmektedir.

Şeffaf plaklarla intrüzyon planlanırken, posterior bölgede plakların oluşturduğu posterior "ısırma bloğu" etkisi, eşzamanlı maloklüzyon düzeltici mekanikler, diş boyutları ile kompozit ataşmanların konumu ve büyüklüğü gibi çeşitli parametreler dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, şeffaf plak tedavisinde intrüzyon hareketinin etkin bir şekilde sağlanabilmesi için molar ve premolar bölgelerinde yeterli ankraj oluşturulması gerekir.

Şeffaf plak tedavisinde hedeflenen intrüzyon miktarı 0,5 mm'yi aşıyorsa, tedavi planına hafif düzeyde posterior diş ekstrüzyonu eklemek avantaj sağlayabilir. Ekstrüzyon içeren durumlarda, periodontal ligamentin fizyolojik sınırları içerisinde kalmak için diş hareketi hızının daha yavaş seçilmesi (plak başına 0,15 mm) uygun olacaktır. Ataşman planlamasında, molar dişlere konvansiyonel (horizontal ve dikdörtgen) ataşmanların yerleştirilmesi ankraja katkı sağlayabilir. Premolar dişlerde ise gingival yönde eğimli (beveled) ataşmanların kullanımı tercih edilebilir.[28]

Şeffaf plaklarla derin kapanış tedavi planlamasında, tedavinin ters Spee eğrisi ile sonlandırılması önerilir. Planlama sürecinde elde edilen son simülasyon klinik hedef olarak değerlendirilmemelidir; istenilen overbite ilişkisi sağlandığında, plak kullanımı sonlandırılarak yeni bir planlama ile tedavi protokolüne devam edilebilir.[28]

Derin kapanış düzeltiminde Wilson eğrisi, posterior bölgede bukkal kron devrilmesi oluşturularak ele alınır ve bu devrilme posterior ekstrüzyonu kolaylaştırarak tedaviye katkı sağlar. Ayrıca, mandibular anterior bölgede intrüzyona eşlik eden labial kron torku da derin kapanışın düzeltilmesine yardımcı olur. Genellikle bu süreç, Spee eğrisinin tersine çevrilerek düzleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Bu nedenle tedavi planlamasında kesici ve kanin dişlerin intrüzyonuna ek olarak, ikinci molar dişlerin intrüzyonu ile birinci molar ve premolar dişlerin ekstrüzyonu da göz önünde bulundurulmalıdır.[29]

Şeffaf plaklarla intrüzyon kuvveti uygulanırken sekanslama yönteminin kullanılması, daha öngörülebilir bir intrüzyon elde edilmesini sağlar.[30] Sekanslama, sanal ortamda oluşturulan planlı diş hareket sıralamasını ifade eder. Derin kapanışın düzeltilmesinde, anterior intrüzyon için kurbağa sekanslaması (frog sequencing) olarak adlandırılan bir hareket dizilimi uygulanır. Bu yaklaşımda, öncelikle alt kanin dişlerde intrüzyon başlatılır, ardından kesici dişlere geçilir ve bu döngü sırayla tekrarlanır. Bu yöntem, kullanılan plak sayısını artırıp genel tedavi süresini uzatsa da, diş hareketlerinin öngörülebilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Sekanslama ile bazı dişler aktif olarak hareket ettirilirken, diğerleri sabit ankraj birimi olarak görev yapar; bu sayede kontrollü ve etkili bir tedavi sağlanır.[31]

Liu ve Hu[32], şeffaf plak tedavisinde en fazla intrüzyonun, molar ve premolar dişlere dikdörtgen ataşmanlar yerleştirilerek ve 0,2 mm'lik intrüzyon aktivasyonu uygulanarak; kuvvetin yalnızca kanin dişlere yönlendirilmesiyle elde edildiğini göstermiştir. Ancak şeffaf plaklarla intrüzyon uygulanırken, premolar dişler için konvansiyonel horizontal ve gingival eğimli ataşmanlar tercih edilmektedir. Eğer premolar dişlerde rotasyon bulunmuyor ve anterior intrüzyon planlanıyorsa, birinci premolar dişlerin her iki tarafına 1 mm'lik gingival eğimli horizontal ataşmanlar yerleştirilir. Premolar dişlerinde rotasyon mevcutsa, sadece rotasyon gösteren dişlere optimize ataşmanlar uygulanır. Tüm premolar dişlerin döndüğü durumlarda ise, retansiyon ataşmanları yerleştirilemez.[33]

Şeffaf plaklarla kesici diş intrüzyonuna yönelik klinik öneriler Tablo 1'de sunulmuştur. Şeffaf plaklar diş yüzeyine yakın temas sağladığı için intrüzyonun etkin biçimde gerçekleştirilmesine olanak tanır; ancak uygulanan kuvvet dişin uzun eksenine paralel olmadığında, derin kapanışın tam olarak düzeltilmesi mümkün olmayabilir.[33] Bu gibi durumlara yönelik çözüm önerileri ise Tablo 2'de yer almaktadır.

Overbite oranının %80'i aştığı derin kapanış vakalarında, tedavi sonunda oklüzal ilişkinin aşırı düzeltilmesi önerilmektedir. Optimal sonuçların elde edilebilmesi için birkaç strateji avantaj sağlayabilir. İlk olarak, overbite değeri 0 mm olacak şekilde düzeltilmelidir. İkinci olarak, mandibulada yer alan ters Spee eğrisi ele alınmalı ve düzeltilmelidir. Son olarak, tedavi oklüzyonu, stabilite ve fonksiyonun sağlanabilmesi için arka bölgede kuvvetli oklüzal temaslarla sonlandırılmalıdır.[33]

Xiao ve ark.[34] alt keserlerin intrüzyonunda şeffaf plakların kullanımı sırasında kronun labial-lingual yönde yer değiştirmesinin olabileceğini ve bunun potansiyel olarak ciddi komplikasyonlara yol açabileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda, lingual fossa bölgesine yerleştirilen yenilikçi biyomekanik oyuklar (lingual fossa excavating holes, LFEH) tasarımını önermiştir. Bir başka çalışmada ise, çekim vakalarında anterior dişler arasındaki farklı aralıkların mandibular kesici dişlerin intrüzyonu üzerindeki biyomekanik

etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, şeffaf plak tedavisinde anterior bölgede intrüzyon hareketi planlanırken aralık bulunmaması halinde kesici dişlerde belirgin labiolingual devrilme ve minimal intrüzyonun gerçekleştiğini göstermiştir. Yaklaşık 0,6 mm'lik aralık eklenmesi ise bu devrilmeyi azaltmakta, intrüzyon miktarını artırmakta ve periodontal ligamentteki stres dağılımını dengeleyerek intrüzyonun daha kontrollü ve etkili olmasını sağlamaktadır.[35]

Tablo 1. Şeffaf plaklarla intrüzyon planlamasında basamaklı yaklaşım.

Adım 1	Kaninden kanine kadar olan bölgede, plak başına 0,15 mm intrüzyon planlanması.
Adım 2	Alt premolar dişlere, gingival bölgesi 1,25 mm ve oklüzal bölgesi 0,25 mm kalınlığında, 4 mm genişliğinde ve 1,5 mm yüksekliğinde gingival yerleşimli dikdörtgen ataşmanların yerleştirilmesi.
Adım 3	Alt kanin dişlerine, oklüzal bölgesi 1,25 mm ve gingival sınır bölgesi 0,25 mm kalınlığında, 4 mm genişliğinde ve 1,5 mm yüksekliğinde gingival eğimli dikdörtgen ataşmanların yerleştirilmesi.
Adım 4	Ankrajı artırmak amacıyla molar dişlere konvansiyonel dikdörtgen ataşmanların yerleştirilmesi.
Adım 5	Kanin ve kesici dişlerin sekanslı intrüzyonunun planlanması.
Adım 6	Ataşmanların oklüzal yüzeyden uzak, doğru konumlandırılarak oklüzal interferansın önlenmesi.[28]

Tablo 2. Şeffaf plak tedavisinde intrüzyonu artırma ve derin kapanışı düzeltme stratejileri.

1	Aşırı düzeltme (overcorrection) uygulanması bir çözüm yöntemi olabilir.
2	Kesici dişlerin singulumuna karşılık gelen basınç bölgeleri plak tasarımına entegre edilebilir.
3	Alt kesici dişlerin intrüzyonu sırasında ankraj sağlamak için birinci premolarlar, ikinci premolarlar ya da her ikisine pasif optimize ataşmanlar yerleştirilebilir.
4	Aktif optimize ataşmanlar, alt anterior dişlerin intrüzyonu sırasında premolar dişlerin ekstrüzyonunu kolaylaştırmak için gingivale bakan aktif yüzeyler içerebilir. Bu uygulama Spee eğrisinin düzeltilmesine katkı sağlar.
5	Maksiller santral ve lateral kesici dişlerin palatinal yüzeylerine ısırma rampası uygulanabilir. Tedavi sırasında, mandibular kesici dişlerin hizalanma ve konumuna göre ısırma rampalarının yeri ayarlanabilir.

ALT KESİCİ DİŞLERİN İNTRÜZYONU İÇİN ŞEFFAF PLAK VE SABİT ORTODONTİK TEDAVİ TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Şeffaf plak tedavisi ve sabit ortodontik tedavi için mevcut olan çeşitli teknikler, her vaka için farklı avantajlar ve dezavantajlar sunmaktadır. Uygun tekniğin seçimi genellikle maloklüzyonun şiddeti, istenilen diş hareketleri, hastanın tedaviye uyumu ve genel tedavi hedefleri gibi faktörlere bağlıdır.

Daha önceki çalışmalar, farklı intrüzyon mekanikleri-ni değerlendirip karşılaştırmayı ve en etkili, verimli ve minimal invaziv teknikleri belirlemeyi amaçlamıştır. El Namrawy ve ark.[36], intrüzyon arkları ile mini vida destekli intrüzyonun etkinliğini karşılaştırmıştır. Bulgularına göre, kesici diş eğimi intrüzyon arkı grubunda mini vida grubuna kıyasla daha fazla artış göstermiştir. Ayrıca, overjet değeri intrüzyon arkı grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Başka bir çalışmada, mandibular kesici diş intrüzyonu iki grup arasında karşılaştırılmıştır: biri mini vidalar, diğeri utility ark kullanılan grup. Mini vida grubunda segmental düzleştirme sonrası 0,016x0,022 inç SS tele bağlanan NiTi kapalı yaylar ile 60-80 g kuvvet uygulanmıştır. Utility ark grubunda ise 0,016x0,016 inç Blue Elgiloy utility ark ile 75 g kuvvet kullanılmıştır. Her iki grupta da kesici diş proklinasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, ancak utility ark grubunda bu proklinasyon biraz daha az olmuştur. Her iki grupta da iskeletsel vertikal değişiklik saptanmamıştır. Mini vida grubu molar ankraja ihtiyaç duymadan intrüzyon sağlarken, utility ark grubunda karşı kuvvetlerin etkisiyle molar dişlerde distal devrilme gözlenmiştir.[17]

Uzun dönem retansiyonun değerlendirildiği bir çalışmada, yetişkin bireylerde utility ark ile uygulanan mandibular kesici diş intrüzyonunun 5 yıllık sonuçları incelenmiştir. İntrüzyon için 40 g kuvvet kullanılmış, molar ve premolar dişlerde stabilizasyon amacıyla segmental 0,016x0,022 inç SS tel uygulanmıştır. Tedavi sonucunda 2,6 mm saf kesici diş intrüzyonu ve 0,8 mm molar ekstrüzyonu elde edilmiştir. Beş yıl sonunda kesici diş intrüzyonunda 0,8 mm'lik bir nüks gözlenmiş, bu değer toplam intrüzyonun %30'una karşılık gelmiştir. Çalışma, utility ark ile yapılan mandibular kesici diş intrüzyonunun yetişkin bireylerde derin kapanışın düzeltilmesinde etkili ve stabil sonuçlar sağladığı sonucuna varmıştır.[37]

Son yıllarda şeffaf plak tedavisine yönelik artan ilgi, tedavi planlamasında kompleks mekaniklerin entegrasyonunun gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu durum, karmaşık ortodontik ihtiyaçların etkili bir şekilde yönetilebilmesi için çok aşamalı tedavi planlarının önemini vurgulamaktadır. İntrüzyonun sağlanmasındaki ilk adım, özelleşmiş ataşmanlar ve ısırma rampalarının geliştirilmesidir. Buna ek olarak, Sınıf II elastiklerin kullanımı, yeterli interproksimal aşındırma, ark koordinasyonu ve etkin relatif intrüzyon uygulamaları, şeffaf plakların ciddi derin kapanış vakalarını da başarıyla yönetebilme kapasitesini artırmıştır.

Geçmiş bir çalışmada, geleneksel sabit ortodontik tedavi ile şeffaf plak tedavisinde uygulanan intrüzyon yöntemleri sefalometrik değişiklikler ve oklüzyon kalitesi açısından değerlendirilmiş; her grupta 25'er hasta yer almıştır. Sabit tedavi grubunda derin kapanışın düzeltilmesi mandibulada segmental intrüzyon ve maksillada ters Spee eğrisiyle sağlanırken, şeffaf plak grubunda intrüzyon plak

mekanikleri ile elde edilmiştir. Sabit tedavi grubunda 1,5 mm mandibular kesici diş intrüzyonu ve 2,5 mm molar ekstrüzyonu gözlenmiştir; buna karşılık, şeffaf plak grubunda 1 mm maksiller kesici diş intrüzyonu ve 2 mm mandibular kesici diş intrüzyonu elde edilmiş, molar dişlerde ise minimal vertikal değişiklikler meydana gelmiştir.[38]

Başka bir çalışmada ise, şeffaf plakların overbite kontrolünde görece başarılı olduğu ve derin kapanışları esas olarak mandibular kesici dişlerin proklinasyonu yoluyla düzelttiği gösterilmiştir.[39]

Derin kapanış tedavisinin stabilitesine yönelik sistematik bir derlemede, Huang ve ark.[40] sabit apareylerle ortalama 3 mm'lik bir düzelme rapor etmiştir. Ancak başka bir sistematik derlemede, şeffaf plaklarla kesici diş intrüzyonunun öngörülebilirliği %26 olarak bildirilmiş, bu da intrüzyon hareketlerinin sınırlı etkinliğini ortaya koymuştur.[41]

Şeffaf plakların derin kapanış tedavisindeki etkinliğini değerlendiren araştırmalarda farklı sonuçlar bildirilmiştir. G5 protokolüyle 2,56 mm'lik bir azalma elde edilirken[42], diğer bazı çalışmalarda sırasıyla 1,5 mm[39] ve 1,33 mm[43]'lik azalmalar bildirilmiştir. Bu farklılık; derin kapanışın tipi, şiddeti gibi faktörlerden etkilenmekte olup, iskeletsel kaynaklı derin kapanışların dental kaynaklı olgulara kıyasla düzeltilmesinin daha zor olduğu belirtilmektedir.[44-46]

Şeffaf plaklarla alt kesici dişlerin intrüzyonu oldukça sınırlı öngörülebilirliğe sahiptir ve ortodontik tedavilerde şeffaf plakla gerçekleştirilmesi en zor hareketlerden biri olarak kabul edilmektedir. Kravitz ve ark.[29], şeffaf plaklarla derin kapanış düzeltiminin klinik başarısını artırmaya yönelik öneriler sunmuştur. Bu öneriler arasında; premolar ekstrüzyonu ve ankrajı için G5 kubbe biçimli ataşmanların, birinci molar ekstrüzyonu için G7 ataşmanların ve mandibular kanin intrüzyonu için horizontal gingival eğimli ataşmanların kullanımı yer almaktadır. Araştırmacılar, yazılım sistemlerinin derin kapanışı genellikle düşük öncelikli olarak değerlendirdiğini ve bunun yerine premolarlarda 5°'yi aşan rotasyonları optimize ataşmanlarla düzeltmeye odaklandığını belirterek, bu ataşmanların tedavi talimatlarına özellikle dâhil edilmesinin önemine dikkat çekmişlerdir.

Li ve ark.[47], şeffaf plakların etkisi altında mandibular kesici dişlerde oluşan kuvvet mekanizmalarını incelemek amacıyla sonlu eleman analizinden yararlanmıştır. Çalışmada kesici dişlerin mandibular düzlem açısı (IMPA) 90°, 95°, 100°, 105° ve 110° olmak üzere beş gruba ayrılmıştır. Dört mandibular kesici dişe 0,2 mm'lik intrüzyon uygulanmış ve kaninler ankraj olarak kullanılmıştır. IMPA değeri 95° veya daha düşük olduğunda apeks labial yönde hareket ederken, kron lingual yönde devrilmiştir. IMPA değeri 100° veya daha yüksek olduğunda ise apeks lingual yönde dönerken, kron labial yönde devrilmiş ve kökün servikal kısmı da labial yönde hareket etmiştir. Bu bulgular, kesici dişlerin başlangıçtaki açısal konumunun, şeffaf plaklarla yapılan intrüzyon hareketlerinin biyomekaniği ve öngörülebilirliği üzerinde kritik bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmaların bulguları birlikte değerlendirildiğinde, şeffaf plaklarla elde edilen kesici diş intrüzyonunun miktarı ve stabilitesi, sabit ortodontik tekniklerle elde edilen sonuçlara kıyasla daha sınırlı ve değişken görünmektedir. Şeffaf plaklarda intrüzyonun başarı düzeyinin; başlangıçtaki diş pozisyonu, biyomekanik kısıtlılıklar, ataşman tasarımı ve hastanın plak kullanımına uyumu gibi birçok değişkene bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

Buna karşın, sabit ortodontik tedavilerde uygulanan intrüzyon kuvveti doğrudan ve kontrollü şekilde iletilebilmekte; özellikle posterior ankrajın sağlanması ile birlikte vertikal yönlü hareketler üzerinde daha etkin bir kontrol sağlanabilmektedir. Ayrıca, sabit tedavilerde intrüzyon sırasında oluşabilecek istenmeyen ekstrüzyon veya devrilme gibi yan etkiler uygun moment-kuvvet oranlarıyla dengelenerek daha öngörülebilir sonuçlar elde edilebilmektedir.

SONUÇLAR

- Ortodontik tedavilerde intrüzyon mekaniği uygulama kararı, tedavi başlangıcında kesici dişlerin bazal kemiğe göre dik konumlandığı durumlarda daha etkili olmaktadır.
- Kesici dişlerin labial eğimli olduğu vakalarda, kontrol ve hassasiyeti artırmak amacıyla tek momentli sistemler yerine çift momentli kuvvet sistemleri önerilmektedir.
- Kesici dişlerde proklinasyonun istenmediği durumlarda, segmental ark mekanikleri ve G5 şeffaf plak sistemi tercih edilmelidir.
- Şeffaf plaklar, molar ekstrüzyonu üzerinde sınırlı vertikal etkiye sahip olup, dikey boyut değişikliklerinden kaçınmak isteyen hastalar için uygun bir seçenektir.
- Şeffaf plaklarla intrüzyon kuvvetlerinin sekanslanması, daha kontrollü ve öngörülebilir diş hareketlerini mümkün kılmaktadır.
- Sabit ortodontik teknikler iskeletsel kaynaklı derin kapanış vakalarında etkinliğini korumaktadır; ancak dental kaynaklı derin kapanışlarda şeffaf plaklar daha estetik ve hasta dostu bir alternatif sunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Proffit WR, Fields H, Larson B, Sarver DM. Contemporary Orthodontics: Contemporary Orthodontics-E-Book. Elsevier Health Sciences; 2018.

2. Upadhyay M, Nanda R. Etiology, Diagnosis, and Treatment of Deep Overbite. Current Therapy in Orthodontics. Elsevier; 2010: 186-198.

3. Aktaş N, Palaz ZH, Akal N. The evaluation of occlusion characteristic and deleterious oral habits in 3-to 5-year-old children. ADO Klin Bilim Derg 2024; 13: 303-311.

4. Gelgor IE, Celebi AA. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in Turkish adolescents. J Soc Dev New Net Environ 2013; 7(12): 3147-3153.
5. Björk A. Variability and age changes in overjet and overbite: Report from a follow-up study of individuals from 12 to 20 years of age. Am J Orthod 1953; 39: 779-801.
6. Arslan SG, Kama JD, Şahin S, Hamamci O. Longitudinal changes in dental arches from mixed to permanent dentition in a Turkish population. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132: 576.e15.
7. Sosly R, Mohammed H, Rizk MZ, Jamous E, Qaisi AG, et al. Effectiveness of miniscrew-supported maxillary incisor intrusion in deep-bite correction: A systematic review and meta-analysis. Angle Orthod 2020; 90: 291-304.
8. Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. Dentofacial orthopedics with functional appliances. 2nd ed., St. Louis, Mosby; 1997.
9. Burstone CR. Deep overbite correction by intrusion. Am J Orthod 1977; 72: 1-22.
10. Melsen B, Agerbaek N, Markenstam G. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989; 96: 232-241.
11. Xiao T. Effectiveness of different intrusion modes of maxillary anterior teeth with mini-implants in clear aligner treatment: a three-dimensional finite element analysis. BMC Oral Health 2024; 24: 1. doi: 10.1186/s12903-024-04537-7.
12. Bench RW, Gugino CF, Hilgers JJ. Bioprogressive therapy. Part 7. J Clin Orthod 1978; 12: 192-207.
13. Sifakakis I, Pandis N, Makou M, Eliades T, Bourauel C. A comparative assessment of the forces and moments generated with various maxillary incisor intrusion biomechanics. Eur J Orthod 2010; 32: 159-164.
14. Chandhoke TK, Nanda R, Uribe FA. Clinical applications of predictable force systems, part 1: One-couple and two-couple systems. J Clin Orthod 2015; 49: 173-184.
15. Bench RW, Gugino C, Hilgers J. Bioprogressive therapy. Part 6. J Clin Orthod 1978; 12: 123-139.
16. Van Steenbergen E, Burstone C, Prahl-Andersen B, Aartman I. The relation between the point of force application and flaring of the anterior segment. Angle Orthod 2005; 75: 730-735.
17. Aydoğdu E, Özsoy ÖP. Effects of mandibular incisor intrusion obtained using a conventional utility arch vs bone anchorage. Angle Orthod 2011; 81: 767-775.
18. Sethia A, Badavannavar A, Hattarki R, Pradhan T, Sadhunavar T. Comparative evaluation of teeth displacement and stress generated with orthodontic mini-implant and infra-zygomatic crestal implant during intrusion in the maxillary arch: A three dimensional finite element analysis. J Orofac Sci 2023; 15: 44-54.
19. Nanda R. Esthetics and biomechanics in orthodontics. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2014.
20. Burstone CJ, Hanley KJ, Steenbergen EV. Modern edgewise mechanics and the segmented arch technique. Farmington: Connecticut Press; 1995.
21. Türk Y. Ortodontik Aygıtlar. Biyomekanik prensipleri. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi; 1999.
22. Van Steenbergen E, Burstone C, Prahl-Andersen B, Aartman I. The influence of force magnitude on intrusion of the maxillary segment. Angle Orthod 2005; 75: 723-729.
23. Burstone CJ. Biomechanics of deep overbite correction. In: Nanda R, editor. Esthetics and biomechanics in orthodontics. St. Louis: Elsevier; 2001. p. 26-33.
24. Burstone CJ. The mechanics of the segmented arch techniques. Angle Orthod 1966; 36: 99-120.
25. Ishihara Y, Kuroda S, Sugawara Y, Balam TA, Takano-Yamamoto T, et al. Indirect usage of miniscrew anchorage to intrude overerupted mandibular incisors in a Class II patient with a deep overbite. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013; 143: S113-S124.
26. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod 1997; 31: 763-767.
27. del Castillo McGrath MG, Araujo-Monsalvo VM, Murayama N, Martinez-Cruz M, Justus-Doczi R, et al. Mandibular anterior intrusion using miniscrews for skeletal anchorage: A 3-dimensional finite element analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2018; 154: 469-476.
28. Nanda R, Castroflorio T, Garino F, Ojima K. Principles and biomechanics of aligner treatment. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2021.
29. Kravitz ND, Moshiri M, Nicozisis J, Miller S. Mechanical considerations for deep-bite correction with aligners. In: Nanda R, Castroflorio T, Garino F, Ojima K, editors. Principles and biomechanics of aligner treatment. St. Louis: Elsevier; 2020. p. 134-138.
30. Huanca L, Parrini S, Garino F, Castroflorio T. Deep bite. In: Nanda R, Castroflorio T, Garino F, Ojima K, editors. Principles and biomechanics of aligner treatment. St. Louis: Elsevier; 2021. p. 109.
31. Pasciuti E, Coloccia G, Inchingolo AD, Patano A, Ceci S, et al. Deep bite treatment with aligners: A new protocol. Appl Sci 2022; 12: 6709.
32. Liu Y, Hu W. Force changes associated with different intrusion strategies for deep-bite correction by clear aligners. Angle Orthod 2018; 88: 771-778.
33. Tai S. Clear aligner technique. Beijing: ChinaEs; 2022.
34. Xiao S, Cheng C, Li H, Li L, Shen C, et al. Biomechanical analysis of clear aligners for mandibular anterior teeth intrusion and its clinical application in the design of new aligner attachment. Prog Orthod 2025; 26(1) :11.
35. Liang L, Liu L, Cao Y, Wang Z, Li N, et al. The effects of anterior spaces on the intrusion of mandibular incisors with clear aligners in extraction cases: A finite-element analysis. Sciety 2025.

36. El Namrawy MM, El Sharaby F, Bushnak M. Intrusive arch versus miniscrew-supported intrusion for deep bite correction. Open Access Maced J Med Sci 2019; 7: 1841.
37. Varlık SK, Alpakan ÖO, Türköz Ç. Deepbite correction with incisor intrusion in adults: a long-term cephalometric study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013; 144: 414-419.
38. Fujiyama K, Kera Y, Yujin S, Tanikawa C, Yamashiro T, et al. Comparison of clinical outcomes between Invisalign and conventional fixed appliance therapies in adult patients with severe deep overbite treated with nonextraction. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2022; 161: 542-547.
39. Khosravi R, Cohanim B, Hujoel P, Daher S, Neal M, et al. Management of overbite with the Invisalign appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2017; 151: 691-699.e2.
40. Huang GJ, Bates SB, Ehlert AA, Whiting DP, Chen SSH, et al. Stability of deep-bite correction: A systematic review. J World Fed Orthod 2012; 1: e89-e96.
41. Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF, Romanyk D, Major P, et al. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. Orthod Craniofac Res 2020; 23: 133-142.
42. Invisalign. Invisalign G5 innovations: Improved clinical outcomes for deep bite treatment. Align Technology; 2016.
43. Henick D, Dayan W, Dunford R, Warunek S, Al-Jewair T. Effects of Invisalign (G5) with virtual bite ramps for skeletal deep overbite malocclusion correction in adults. Angle Orthod 2021; 91: 164-170.
44. Kim YH. Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite. Am J Orthod 1974; 65: 586-611.
45. Berg R. Stability of deep overbite correction. Eur J Orthod 1983; 5: 75-83.
46. Engel G, Cornforth G, Damerell J, Gordon J, Levy P, et al. Treatment of deep-bite cases. Am J Orthod 1980; 77: 1-13.
47. Li Y, Xiao S, Jin Y, Zhu C, Li R, et al. Stress and movement trend of lower incisors with different IMPA intruded by clear aligner: a three-dimensional finite element analysis. Prog Orthod 2023; 24: 5.