

## İKİ FARKLI SAGİTTAL SPLIT OSTEOTOMİ TEKNİĞİNİN TİTANYUM PLAKLARIN IN-VİTRO BİYOMEKANİK DAYANIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

### THE INFLUENCES OF TWO SAGITTAL SPLIT OSTEOTOMY TECHNIQUES ON THE IN VITRO BIOMECHANICAL STABILITY OF TITANIUM PLATES

*Yiğit ŞİRİN<sup>1</sup>, Muhammed Ben SAİD<sup>1</sup>, Emarjola LİMANİ<sup>1</sup>, Sinan SOLEY<sup>1</sup>*

#### ÖZET

Bu deneysel araştırmanın amacı; sagittal split osteotomi ameliyatlarında kullanılan iki farklı kemik kesisi yönteminin alt çene ilerletmelerinde uygulanan titanyum mini plakların biyomekanik dayanıklılıkları üzerindeki etkilerini incelemektir. 40 adet koyun alt çenesinin yumuşak dokuları temizlenerek kemik yüzeyleri açığa çıkartılmıştır. Çenelere Obwegeser-Trauner (OT) ya da Obwegeser-Dal Pont (OD) teknikleri ile sagittal split osteotomi uygulaması yapılmıştır. Önceden hazırlanan bir cerrahi stent ile kemik segmentleri arasında 5 mm'lik ilerletmeyi taklit eden bir boşluk oluşturulmuştur. Segmentlerin fiksasyonu için, tek ya da paralel yerleştirilen iki adet 4 delikli mini plak ve 4 adet 5 mm'lik monokortikal vida kullanılmıştır. Denekler servohidrolik test cihazına yerleştirilerek, molar dişler üzerinden aşamalı olarak artan dikey kuvvetler uygulanmıştır. Yer değiştirme ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri kaydedilerek Mann-Whitney U testi kullanılarak % 95 güvenilirlik aralığında karşılaştırılmıştır. Hem OT ve OD grupları arasında, hem de plak sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Çift plak kullanımının stabiliteyi genel olarak arttırdığı ve çift plakla sabitlenmiş OD tekniği kullanılan deneklerdeki biyomekanik dayanımın diğer gruplardan daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). OT tekniği ve tek plak kullanılan olgulardaki stabilite kuvvetler arttıkça azalmaktadır ( $p < 0.05$ ). Bu deneysel araştırmanın sınırları dâhilinde, çift plak kullanımının kesi hatlarının sabitlenmesinde her iki teknik üzerinde de olumlu etkisi bulunduğu sonucuna varılabilir. Ancak, OD tekniğinde tek plak kullanımı yeterli olabilirken OT yönteminde tek plağın daha yüksek yer değiştirme değerlerine neden olabileceği gözlemlendiğinden bu teknikte yapılan girişimlerde çift plak kullanımı biyomekanik olarak daha başarılı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Biomekanik, Dal Pont, mini plak, Obwegeser-Trauner, sagittal split osteotomi, stabilite

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the influence of two different sagittal split osteotomy techniques on the biomechanical stability of titanium plates used for mandibular advancement. 40 sheep mandible were cleaned of soft tissues to expose bone surface. Sagittal split osteotomies were performed by either one of the techniques proposed by Obwegeser-Trauner (OT) or Obwegeser-Dal Pont (OD). Mandibular advancement of 5 mm was done using a surgical stent. One or two parallel mini plates with 4 holes in conjunction with four 5mm screws were used to fixate bone segments. All specimens were placed in a cervohydrolic testing unit and gradually increasing vertical force loads were applied above the molar teeth. The mean and standard deviations of the displacement values at each force level were compared with Mann-Whitney U test

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Ağız-Diş Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul.

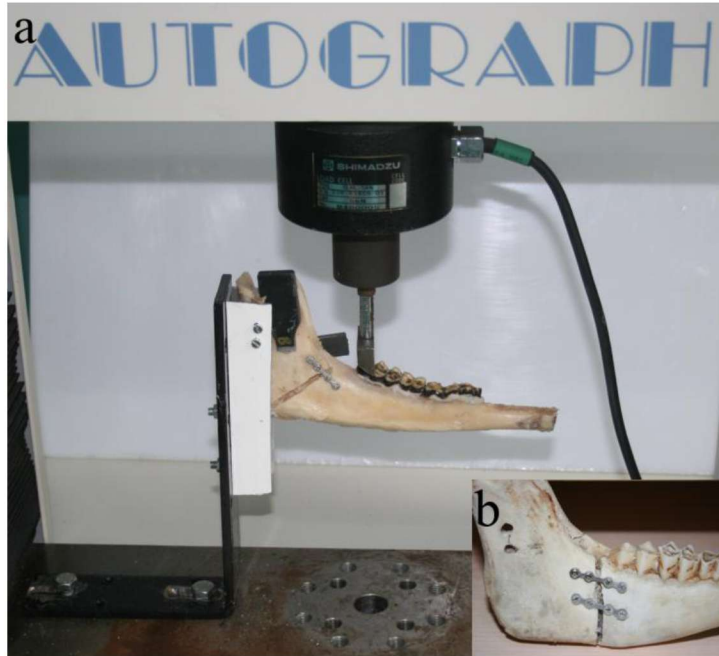
using % 95 confidence interval. There were significant differences between OT and OD groups as well as according to the number plates ( $p < 0.05$ ). The use of double plating was found to generally increase overall stability and in OD specimens with two plates, these values were greater than other groups ( $p < 0.05$ ). The stability of single plated OT specimens were observed to decrease with increasing force loads ( $p < 0.05$ ). Within the limits of this experimental study, it can be suggested that the use of double plating has positive effects on the fixation of osteotomy sites in both techniques. However, although the application of single plate may be sufficient on the stability of OD, double plating would be more effective in OT osteotomy.

**Key Words:** Biomechanic, Dal Pont, mini plate, Obwegeser-Trauner, sagittal split osteotomy, stability.

## GİRİŞ

Kapanış bozuklukları, dünya genelinde yüksek oranda görülen ve çiğneme sistemi üzerinde olumsuz etkileri olan olgulardır (1). Bilateral sagittal split osteotomi (BSSO) girişimleri, özellikle alt çeneyi ilgilendiren kapanış bozukluklarının cerrahi tedavisinde en sık kullanılan yöntemlerdendir. 1950'den beri gündemde olan bu teknikler sayesinde alt çene hem öne ve hem de geriye doğru hareket ettirilebildiğinden, estetik ve işlevsel olarak başarılı sonuçları olan bir girişim türüdür (2). Önemli avantajları arasında, göreceli olarak kolay bir uygulama olması, kemik segmentleri arasında kalan bölgenin hızla iyileşmesi, ağız içinden uygulandığından skar dokusu oluşmaması ve fasiyal sinir hasarı riskinin olmaması sayılabilir (3, 4). Girişim sırasında genellikle ramus'un ön sınırının orta noktasından başlayan muko-periosteal kesi, öne

ve aşağıya doğru, alveol kemiğin lateralinden dış oblik çizgiyi takip ederek uzatılır. Ramus'un lateral ve medial yüzeyleri açığa çıkartıldıktan sonra bu bölgelerde seçilen tekniğe bağlı olarak kemik kesileri yapılır. Yöntemlerin arasındaki en önemli fark kesi hatlarının medial ve lateral yüzeylerdeki konumlarıdır ve yıllar içerisinde bu alanda önemli modifikasyonlar yapılmıştır (5). İlk tekniklerden olan Obwegeser-Trauner (OT) yönteminde; kesi hattı ramus'un medialinde lingula seviyesinde yatay olarak seyrederken, lateralinde angulus'un önünde konumlandırılır. Dal Pont (OD) (6) yaklaşımında ise lateral kesi 1. ve 2. büyük azı dişlerinin önünden, korpus'un alt sınırına dik açıyla yapılır (Şekil 1). Her iki yöntemde de medial ve lateral duvarlardaki kesiler birleştirilerek kesikler yardımıyla alt çene distal ve proksimal olarak adlandırılan iki parçaya ayrılır.



**Şekil 1:** (a) Obwegeser-Trauner tekniği ile yapılmış ve tek plakla sabitlenmiş (OT-1 grubundan) bir alt çenenin deney düzeneğine yerleştirilmiş hali. (b) Obwegeser-Dal Pont tekniği ile yapılarak çift plakla sabitlenmiş (OD-2 grubundan) bir deneğin görünümü.

Ortodontik cerrahi yöntemlerle birlikte gelişen önemli bir alan da fiksasyon teknikleri ve bu işlemlerde kullanılan materyallerdir. Proksimal segment önceden planlanan konuma yerleştirildiğinde, relapsları önlemek ve çeneler arası ilişkileri korumak için internal fiksasyon gerekli bir uygulamadır. Önceleri tel ve intermaksiller fiksasyon (IMF) ile yapılan bu uygulamalar için günümüzde vidalar ve farklı konumlara yerleştirilen plak sistemleri kullanılmaktadır. Titanyum esaslı olan bu materyallerin, korozyona ve çekme-germe-baskı tipi kuvvetlere karşı dayanıklı olmaları, ayrıca, inflamatuvar yanıtla sonuçlanan yabancı cisim reaksiyonuna neden olmamaları gereklidir. IMF sırasında; hava yolunun kısıtlanması ve bunun ilgili akciğer sorunları, yetersiz beslenmeye bağlı kilo kaybı, temporomandibuler eklemden ankiloz ve hasta memnuniyetsizliği ortaya çıkabilecek önemli sorunlardır (7). Bu yüzden, yeterli biyomekanik dayanımı olan modern fiksasyon yöntemleri IMF süresinin kısaltılmasında belirgin bir rol üstlenirler.

Ağız bölgesindeki kaslar çene kemiklerine güçlü bağlantılarla tutunurlar. Ağız açma- kapatma ve çiğneme hareketleri sırasında uygulanan kuvvetlerin büyük bir kısmı kemiklere iletilir. BSSO gibi serbest kemik segmentleri oluşturulan girişimlerde, bu parçaların çekme ve basma kuvvetleriyle hareket etmesi prognozu olumsuz yönde etkiler (8). Rigid internal fiksasyonda kullanılan materyallerin dayanıklılığı ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmasına karşılık, girişim tekniklerinde kullanılan kesi hatlarının fiksasyonun nitelikleri üzerinde olan etkisi inceleyen çalışmalar kısıtlıdır. Bu deneysel çalışmanın amacı; OT ve OD teknikleri kullanılarak hazırlanan sagittal split osteotomi modellerinde, tek ya da çift yerleştirilen titanyum plakların sağladığı biyomekanik dayanımı incelemektir.

## **GEREÇ VE YÖNTEM**

Bu çalışmada ortalama 40 kg. ağırlığında, benzer şartlarda beslenmiş koyun kadavralarından elde edilen toplam 40 adet (20 sol, 20 sağ) alt çene kullanılmıştır (N=40). İlgili örneklerin yüzeylerindeki deri ve kas dokuları temizlenerek kemik yüzeyleri açığa çıkartılmıştır. Deneysel ortamının fiziksel şartlarına uyumlu olabilmeleri için, çenelerden koronoid çıkıntı ve mental foramenin ön kısmı kesilerek kemikler kısaltılmıştır. Her modelde önce sabit kalemle kesi hatları belirlenmiştir. Medial ve lateral yüzeylerdeki kemik

kesilerinin yapılmasında, devamlı irrigasyon altında 3 cm çapında elmas parçacıkları ile kaplanmış metal separe, piyasemen ve elektrikli motor kullanılmıştır. Deneysel hayvanlarının alt çeneleri insanlardan daha küçük ve ince olduğundan, çeneyi ayırma işlemlerinde kullanılmak amacıyla bir siman spatülü ortadan ikiye ayrılmış ve arka kısımlarına soğuk akrilikten sap yapılarak özel kesimler hazırlanmıştır. Rastgele seçilen çenelerin korpuslarına ve kondil başlarına numaralar kazınarak işaretlenmiştir. Deneysel hayvanlarının yarısına OT yaklaşımı ile (n=20), diğerlerine OD yöntemi ile (n=20) kemik kesileri uygulanmış ve kemik segmentleri tam olarak ayrılana dek cerrahi çekiç ve keskinlerle kontrollü kuvvet uygulanmıştır. Hatalı ayrılma ya da kortikal yüzeyde çatlak ve kırık saptanan olgular, çalışma dışında bırakılarak yerlerine yeni örnekler hazırlanmıştır.

Ayrılan parçalar arasında, ortodontik akrilik malzemesi kullanılarak hazırlanan bir stent yardımıyla 5 mm'lik bir boşluk oluşturulmuştur. Deneysel hayvanları dört eşit gruba ayrılarak, segmentler 1 mm kalınlığında, 2,5 cm uzunluğunda, 4 delikli (delik çapı içten içe 2 mm) titanyum mini-plaklarla (Biomaterials Korea Inc., Seoul, Güney Kore) ve 2 mm çapında 5 mm uzunluğundaki vidalarla (Biomaterials Korea Inc., Seoul, Güney Kore) planlanan konumda sabitlenmiştir. Bu işlem sırasında tek ya da paralel yerleştirilen iki adet plak kullanılmıştır. Tek plakla sabitlenen deneklere OT-1 ve OD-1, çift plak kullanılan gruplara OT-2 ve OD-2 isimleri verilmiştir. Mini plaklar, alveol kemiğinin kesi hattına yakın olan üst kısmına yerleştirilmiştir. Vidaların sıkılması işlemi sıralı olarak yapılmış ve bir torkmetre kullanılarak eşit kuvvetlerde olmasına dikkat edilmiştir.

Deneklerin ramuslarının subkondiller bölgelerinde delikler açılarak özel hazırlanmış tutucuların içerisine sabitlenmiştir. Daha sonra bu düzenek servohidrolik test cihazına yerleştirilerek (Universal Autograph AGS®, Shimadzu Scientific Instruments, Kyoto, Japonya), okluzal yüzeyleri döner aletler kullanılarak düzleştirilmiş olan molar dişlerin üzerinden yüklemeye hazırlanmıştır (Resim 1). Cihaz, 5 N kuvvetle kalibre edildikten sonra 10 N ve 100 N arasında giderek artan kuvvetler uygulanmıştır. Her 10 N'luk kuvvet artışında yer değiştirme değerleri kaydedilmiştir.

İstatistiksel analiz için SPSS 16.0 SPSS® (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc. Chicago, Illinois, ABD) paket programı

kullanılmıştır. Yer değiştirme değerleri; Mann-Whitney U testi ve gruplar arasında değerlerin korelasyonunu belirlemek Pearson katsayısı kullanılarak % 95 güvenilirlik aralığında istatistiksel olarak karşılaştırılmış,  $p < 0,05$  anlamlı olarak yorumlanmıştır.

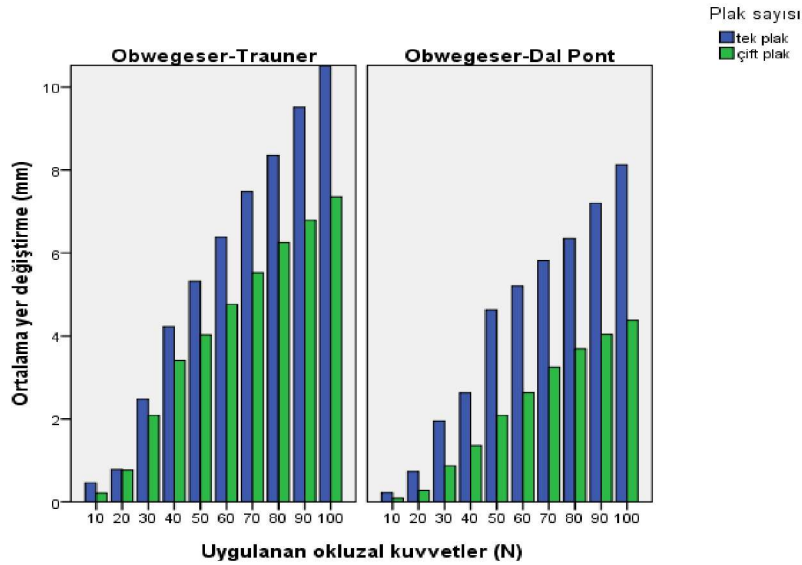
## BULGULAR

Tablo 1’de bütün gruplardan farklı kuvvet değerleri altında elde edilen yer değiştirme değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri sunulmuştur. Genel olarak bakıldığında, kuvvetin şiddeti arttıkça, bütün gruplarda yer değiştirme değerleri artmaktadır ( $r=0,69$ ;  $p < 0,05$ ). Bütün OT gruplarının ortalama ve standart sapma değerlerinin

( $5,76 \pm 3,59$  mm) OD gruplarından ( $3,37 \pm 2,41$  mm) istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Benzeri şekilde, tek plak uygulanan gruplardaki ortalama yer değiştirme değerlerinin ( $5,32 \pm 3,51$  mm) çift plak uygulananlara göre ( $3,81 \pm 2,83$  mm) daha fazla olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ) (Şekil 2). OT-1 grubunun ortalama yer değiştirme değerleri özellikle 30 N’un üzerindeki kuvvetlerde OD-1 grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazladır ( $p < 0,05$ ). Benzeri şekilde, çift plak taşıyan OT-2 ve OD-2 grupları karşılaştırıldığında, OD-2 grubunda kuvvetlerin etkisine bağlı yer değiştirme değerlerinin anlamlı ölçüde daha az olduğu saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Tablo 2’de gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar ayrıntılı olarak sunulmuştur.

**Tablo 1:** Deney gruplarında farklı şiddette uygulanan kuvvetlerin etkisiyle oluşan yer değiştirme miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri (OT; Obwegeser-Trauner, OD; Obwegeser-Dal Pont).

Çalışma grupları		Okluzal kuvvetler altında yer değiştirme değerleri (mm)									
		10 N	20 N	30 N	40 N	50 N	60 N	70 N	80 N	90 N	100 N
OT1	Ortalama	0,78	2,47	4,22	5,31	6,38	7,48	8,35	9,51	10,50	11,28
	Std. sapma	0,35	1,66	2,06	2,01	2,32	2,60	2,74	2,87	2,96	3,07
OT2	Ortalama	0,76	2,08	3,41	4,02	4,76	5,52	6,25	6,79	7,35	7,98
	Std. sapma	0,62	1,40	1,81	2,02	2,00	2,07	2,09	2,15	2,17	2,15
OD1	Ortalama	0,53	1,44	2,32	3,23	4,10	4,52	5,24	5,70	6,92	6,20
	Std. sapma	0,28	0,54	0,75	0,84	1,13	1,04	1,84	1,23	1,77	1,53
OD2	Ortalama	0,28	0,87	1,35	2,08	2,63	3,24	3,68	4,03	4,38	4,73
	Std. sapma	0,30	1,04	1,13	1,46	1,78	2,06	2,26	2,41	2,52	2,65



**Şekil 2:** İki ameliyat tekniği ve farklı plak konfigürasyonlarına göre çenelerde meydana gelen ortalama yer değiştirmelerin grafik gösterimi.

**Tablo 2:** Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalardan elde edilen p değerleri (OT; Obwegeser-Trauner, OD; Obwegeser-Dal Pont).

Gruplar	p değerleri									
	10 N	20 N	30 N	40 N	50 N	60 N	70 N	80 N	90 N	100 N
OT1/OT2	0,218	0,529	0,247	0,165	0,165	0,105	0,089	0,019	0,009	0,019
OT1/OD1	0,28	0,105	0,005	0,007	0,035	0,011	0,019	0,003	0,011	0,001
OT1/OD2	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
OD1/OD2	0,052	0,005	0,011	0,063	0,043	0,143	0,28	0,19	0,052	0,143
OT2/OD2	0,001	0,001	0,001	0,009	0,009	0,075	0,063	0,063	0,043	0,035

## TARTIŞMA

Alt çene ilerletmelerinde uygulanan girişim tekniklerini ve fiksasyon yöntemlerini inceleyen çalışmalarda sonlu elemanlar analizi (SEA) ve in-vitro deney düzenekleri oldukça sık kullanılırlar. Ancak her iki yöntemde de önemli dezavantajları bulunmaktadır. SEA, genel anlamıyla, bir kötü durum senaryosunun bilgisayar ortamında test edilmesine dayanır. In-vitro deneyler ise dayanım kavramı üzerine kurulu olduklarından, incelenen nesnelerin kırılma ya da şekil değiştirme niteliklerine odaklanırlar. Bu durum, her iki yöntemi de kullanıcının belirlediği kuvvet değerlerine bağımlı hale getirir. BBSO ve çene kırıkları gibi fiksasyon uygulaması gerektiren işlemlerde, söz konusu kuvvetin hastaların çiğneme işlevlerinin şiddetini ve yönünü taklit etmesi gerekir. Ancak, bu kuvvetlerin değerleri tartışma konusudur. BSSO girişimlerini takip eden süreçte, girişim öncesine göre çiğneme kuvvetlerinde ve dişlerin temas yüzeylerinde belirgin bir azalma olduğu bildirilmiştir (9). Harada ve ark. (10) mandibular prognati nedeniyle BSSO uygulanan hastalarda ortalama çiğneme kuvvetlerinin girişim sonrası ikinci haftada 66.5 N, dördüncü hafta ise 128 N olduğunu belirterek, altıncı aydan sonra çiğneme kuvvetlerinin girim öncesi değerlerden daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Benzeri şekilde, angulus kırıklarını inceleyen Gerlach ve Swarz (11) mini plak fiksasyonunu takip eden birinci haftada, ortalama çiğneme kuvvetlerinin 69.91 N olduğunu ve bu değer artarak altıncı hafta sonunda 130.43 N'a ulaştığını belirtmişlerdir. BSSO ile ilgili yapılan çalışmaları inceleyen Joos ve Vassalli (12), ilerletme miktarının ve fiksasyon yöntemlerinin relapslar üzerinde en çok etkisi olan iki faktör olduğunun saptamışlar ve erken dönemde baskı dayanımının yüksek olması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu değerlerle uyumlu olması amacıyla, bizim çalışmamızda 10 N'dan başlayarak 100 N' a kadar oluşan okluzal baskı kuvvetleri kullanılmıştır.

Sagittal split osteotomi girişimlerinde kullanılan fiksasyon sistemlerinin sağladığı dayanımı inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak, klinik ve laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen araştırmalardan elde edilen sonuçlar kısmen farklılık gösterir. Dolanmaz ve ark. (13) koyun çenelerinde OD yöntemiyle gerçekleştirdikleri 5 mm'lik alt çene ilerletmelerinde titanyum ve rezorbe olabilen plakların dayanımını karşılaştırmışlardır. Deneklere 10 N ve 140 N arasında kuvvet uygulayan araştırmacılar 10 N ve 50 N değerleri arasında plak dayanımı bakımından anlamlı farklar oluştuğunu gözlemişler ve titanyum plakların daha yüksek bir stabilite sağladığını bildirmişlerdir. Oğuz ve ark. (14) aynı deney ortamında 2 mm çapında standard titanyum mini plaklarla, benzer çaptaki kilitlemeli plakları karşılaştırdıklarında her iki yöntem arasında belirgin bir istatistiksel farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Yine de, 60 N'a kadar uygulanan kuvvetlerde standard plakların, 60 N'nun üzerindeki okluzal yüklerde ise kilitlemeli plakların daha yüksek stabiliteye sahip olabileceği yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu bulgulara dayanarak, biz çalışmamızın rutin klinik uygulamalara benzerliği arttırmak amacıyla, 2 mm çapındaki titanyum plak ve vida sistemlerini kullandık.

Bu çalışmada OD olarak tanımlanan Dal Pont ve ark.'nın geliştirdiği tekniğin, segmentlerin rahat adapte edilebilmesi, daha geniş temas alanı sağlaması ve kasların deplasmanını azaltmak gibi özellikleri sayesinde, prognati ve mikrognati tedavisinde önemli kazanımlar sağladığı öne sürülmüştür (6). Takahashi ve ark. (15) SEA yöntemini kullanarak OD, OT ve Obwegeser (OB) yöntemleriyle ilerletme yapılan alt çenelerde, farklı sayılarda ve konumlarda yerleştirilen plakların üzerinde kesici ve molar dişler bölgelerinden uygulanan yükler altında oluşan gerilme alanlarını incelemişlerdir. Bu araştırmacıların bulgularına göre OD yöntemiyle tasarlanan modellerde hem plakların üzerinde hem de vidaların çevresinde OT ve OB tekniklerine göre daha az gerilme alanları

oluşturmuştur. Aynı çalışmada; osteotomi hattının üzerinde mandibulanın üst sınırına yakın yerleştirilen plağın yüksek oranda tutuculuk sağladığı ve daha etkili olduğu gösterilmiştir. Bu durum OD tekniğinde kaldırma kolu işlevi gören segmentin kısılmasına bağlanmıştır. Benzeri şekilde, Puricelli ve ark. (16) mental foramen'e daha yakın konumlandıkları dikey kesilerle gerçekleştirdikleri bilgisayar destekli simülasyonlarda meduller kemik temasının arttığını ve bunun stres dağılımını azaltıcı etkisi olduğunu öne sürmüşlerdir. Bahsi geçen araştırmalarda kullanılan gereç ve yöntemler bizim çalışmamızla farklılık gösterdiğinden, bulgularımızın doğrudan doğruya karşılaştırılması olası değildir. Yine de, paralel konumlandırılan iki mini plağın hem OT hem de OD yöntemiyle yapılan kesilerin dayanımını arttırması ile ilgili elde ettiğimiz bulgular daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Osteotomi hatları açısından bakıldığında, OD tekniğinin tek plakla daha yüksek dayanım değerleri sağladığı belirlenmiştir. Bu durum, fiksasyonda kullanılan vida-plak sistemlerinin benzer olmasına rağmen, iki ameliyat tekniği sonucunda elde edilen erken dönem stabilitenin farklı olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, alt çenenin anatomik şekline göre daha uygun bir kuvvet dağılımı sağlayan OD tekniğindeki osteotomi hattının bir avantajı olarak düşünülebilir.

## SONUÇ

Bu deneysel araştırmanın sınırları dâhilinde, çift plak kullanımının hem OT hem de OD tekniği ile yapılan girişimlerin biyomekanik stabilitesini arttırdığı, OD tekniğinde tek plak kullanılarak OT yönteminden daha yüksek bir dayanım elde edilebileceği ve OT osteotomisi uygulandığında çift plak yerleştirilmesinin daha uygun olabileceği sonuçlarına varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Ming-Yih L, Chun-Li L, Wen-Da T, Lun-Jou L. Biomechanical stability analysis of rigid intraoral fixation for bilateral sagittal split osteotomy. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2010; 63: 451-455.
- Patel PK, Novia MV. The surgical tools: the LeFort I, bilateral sagittal split osteotomy of the mandible, and the osseous genioplasty. *Clin Plast Surg*, 2007; 34: 447-475.
- Sato FR, Asprino L, Consani S, de MM. Comparative biomechanical and photoelastic evaluation of different fixation techniques of sagittal split ramus osteotomy in mandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg*, 2010; 68: 160-166.
- Van Sickels JE, Richardson DA. Stability of orthognathic surgery: a review of rigid fixation. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 1996; 34: 279-285.
- Ylikontiola L. Neurosensory Disturbance After Bilateral Sagittal Split Osteotomy. Doktora Tezi, Oulu Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Oulu Finlandiya, 2002.
- DAL PG. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv*, 1961; 19: 42-47.
- Erkmen E, Simsek B, Yucel E, Kurt A. Comparison of different fixation methods following sagittal split ramus osteotomies using three-dimensional finite elements analysis. Part 1: advancement surgery-posterior loading. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2005; 34: 551-558.
- Ueki K, Okabe K, Mukozawa A, Miyazaki M, Marukawa K, Hashiba Y, Nakagawa K, Yamamoto E. Assessment of ramus, condyle, masseter muscle, and occlusal force before and after sagittal split ramus osteotomy in patients with mandibular prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009; 108: 679-686.
- Throckmorton GS, Buschang PH, Ellis E, III. Improvement of maximum occlusal forces after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*, 1996; 54: 1080-1086.
- Harada K, Watanabe M, Ohkura K, Enomoto S. Measure of bite force and occlusal contact area before and after bilateral sagittal split ramus osteotomy of the mandible using a new pressure-sensitive device: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg*, 2000; 58: 370-373.
- Gerlach KL, Schwarz A. Bite forces in patients after treatment of mandibular angle fractures with miniplate osteosynthesis according to Champy. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2002; 31: 345-348.
- Joss CU, Vassalli IM. Stability after bilateral sagittal split osteotomy advancement surgery

- with rigid internal fixation: a systematic review. J Oral Maxillofac Surg, 2009; 67: 301-313.
13. Dolanmaz D, Uckan S, Isik K, Saglam H. Comparison of stability of absorbable and titanium plate and screw fixation for sagittal split ramus osteotomy. Br J Oral Maxillofac Surg, 2004; 42: 127-132.
  14. Oguz Y, Saglam H, Dolanmaz D, Uckan S. Comparison of stability of 2.0 mm standard and 2.0 mm locking miniplate/screws for the fixation of sagittal split ramus osteotomy on sheep mandibles. Br J Oral Maxillofac Surg, 2011; 49: 135-137.
  15. Takahashi H, Moriyama S, Furuta H, Matsunaga H, Sakamoto Y, Kikuta T. Three lateral osteotomy designs for bilateral sagittal split osteotomy: biomechanical evaluation with three-dimensional finite element analysis. Head Face Med, 2010; 6: 4-
  16. Puricelli E, Fonseca JS, de Paris MF, Sant'Anna H. Applied mechanics of the Puricelli osteotomy: a linear elastic analysis with the finite element method. Head Face Med, 2007; 3: 38-43.

**Yazışma Adresi:**

**Araş. Gör. Dr. Yiğit ŞİRİN**  
İ.Ü. Dişhekimliği Fakültesi,  
Ağız- Diş Çene Cerrahisi Anabilim Dalı  
Çapa/İstanbul/Türkiye  
Tel: +902124142020/30377  
e-mail: ysirin@istanbul.edu.tr