

SAGİTAL SPLIT OSTEOTOMİ REHBERİ VE YUMUŞAK DOKU RETRAKTÖRÜNÜN TASARIMI VE ÜRETİMİ

Yunus Z. ARSLAN^{*1}, Fatih TURAN¹, Erol CANSIZ²

¹ İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 34320, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş-Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, 34093, İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Çene-yüz Bozuklukları
Sagittal Split Osteotomi
Rehberi
Yumuşak doku retraktörü
Lazer sinterleme
Üç boyutlu model.

Özet

Çene-yüz (dentofasiyal) bozuklukları, çene ve yüz kemiklerinin deformasyonlarına bağlı oluşan, estetik ve fonksiyonel kusurlara yol açan bozukluklardır. Mandibulayı etkileyen dentofasiyal deformasyonlarda mandibulanın doğru pozisyona getirilmesi için sagittal split osteotomi (SSO) klinik olarak en sık tercih edilen yöntemlerden biridir. SSO operasyonunda osteotomiler için keskin döner aletler kullanılması, özellikle ramusun iç yüzeyindeki osteotomi sırasında bu dokuların zarar görmesine neden olabilir. Inferior alveolar sinirin kesilmesi sonucunda o taraftaki dişlerin, dilin o tarafının ve alt dudak köşesinin daimi paralizisi gelişir. Mandibulayı besleyen inferior alveolar arterin zarar görmesi sonucunda da ciddi hemorojik komplikasyonlar gelişebilir. Osteotomi sırasında bu dokulara zarar vermemek amacıyla nörovasküler paketin ve bu paketin giriş noktası olan foramenin çok iyi belirlenmesi gerekir. Bu oluşumların lokalize edilmesinin ardından osteotomi sırasında zarar görmeyecek şekilde retrakte edilmeleri ve osteotomi sahasından uzak tutulmaları gerekir. SSO operasyonu sırasında yukarıda bahsedilen problemlerin önüne geçilebilmesi için bu çalışmada bilgisayar destekli, kişiye özel SSO rehberi ve yumuşak doku retraktörü tasarlanmış ve üretilmiştir. Üretilen alet, preoperatif hazırlıklar aşamasında planlanan osteotominin ameliyatta doğru bir biçimde uygulanabilmesini sağlamak için kullanılacaktır. Böylece, osteotomi sırasında kesi hattı belirgin bir biçimde görülebilecek ve konvansiyonel yöntemlere oranla daha kısa sürede ve hassasiyetle osteotomiler tamamlanabilecektir. Aletin retraksiyon ve ekartasyon yaparak yumuşak doku yaralanmalarını da önlemesi beklenmektedir. Aletin SSO operasyonlarında kullanılması; i) operasyonun daha kısa sürede yapılması; ii) hastanın genel anesteziye daha kısa süre kalması ve olası bakteriyel kontaminasyondan daha az etkilenmesi, iii) operasyonun genel anesteziye bağlı maliyetlerinin ve komplikasyonlarının daha az olması, iv) ödem nedeniyle verilen kortikosteroidlerin daha az kullanılması, v) ameliyat sonrası hastanede gözetim altında kalma süresinin ve iyileşme süresinin daha kısa olması gibi olumlu sonuçlar da doğurması beklenmektedir.

DESIGN AND MANUFACTURE OF THE SAGITTAL SPLIT OSTEOTOMY GUIDE AND SOFT TISSUE RETRACTOR

Keywords:

Dentofacial Deformities
Sagittal Split Osteotomy
Guide Soft Tissue Retractor
Laser Sintering
Three Dimensional Modeling

Abstract

Dentofacial deformities are the disorders causing functional and aesthetic problems, which are stemmed from the deformation of the mandibular and facial skeletal structures. Sagittal split osteotomy (SSO) is one of the most preferred clinical methods to correct the mandible's malpositions which are occurred due to the dentofacial deformities. During the SSO operation, using the sharp rotary tools for the osteotomy can induce complications mostly during the osteotomy of the medial

*İlgili yazar: yzarслан@istanbul.edu.tr

side of the mandibular ramus. If the inferior alveolar nerve has been damaged, paralysis of the teeth, the lateral side of the tongue and the corner of the lip occur. If the inferior alveolar artery supplying mandible is damaged, serious hemorrhagic complications can occur. The inferior alveolar neurovascular sheet and its entrance to the mandible, the inferior alveolar foramen, must be identified properly for the protection of the neurovascular tissues. After the identification of the neurovascular sheet and the foramen, neurovascular tissues must be retracted away from the osteotomy site carefully for the protection. To avoid the SSO complications explained above, it was designed and manufactured a computer assisted, patient specific sagittal split osteotomy guide and soft tissue retractor in this study. This instrument will be used to ensure that the osteotomy, which is planned in the preoperative preparations, is applied correctly in the operation. By using this device, the osteotomy line can be seen clearly by the surgeon, and hence the osteotomy can be made more accurately and faster. In addition, it is expected that the device will be useful for the protection of the surrounding tissues by retraction of them. It is expected that the use of that instrument during the SSO would provide; i) shorter operation duration, ii) less time need for the general anesthesia and accordingly less time for the exposure to the bacterial contamination, iii) reduction of the complications and the operation costs due to shorter operation time, iv) reduction of the corticosteroid need given for the edema control and, v) reduction of the postoperative hospitalization period and the increase of the healing process.

1. Giriş

Çene ve yüz kemiklerinin çoğunlukla dişleri de içine alan deformiteleri (dentofasiyel deformite) ortognatik cerrahinin ilgi alanıdır. Ortognatik cerrahi ile temel olarak fonksiyon, estetik ve stabilite sağlamak hedeflenirken, çigneme ve yutma anomalilerini düzeltmek, hatalı kapanış ilişkilerini düzeltmek, çene açma ve kapama sorunlarını ortadan kaldırmak, temporomandibular eklem (TME) fonksiyon bozukluklarını ve eğer varsa eklem ağrılarını gidermek ve gelişim fazlalığı ya da geriliğinden kaynaklanan yapısal bozuklukları düzeltmek de amaçlanır.

Mandibulayı etkileyen dentofasiyal deformasyonlarda mandibulanın doğru pozisyona getirilmesi için geliştirilmiş pek çok yöntem ve modifikasyon bulunmaktadır. Bunlar arasında klinik olarak en sık tercih edilen yöntemlerden biri de sagittal split osteotomi (SSO) yöntemidir (Obwegeser, 1963). SSO yönteminde, birbiriyle bağlantılı üç farklı yönde gerçekleştirilen kamplike bir osteotomi söz konusudur (Fonseca vd., 2009). Ramusun iç yüzeyinde mandibular foramen ve lingulanın superiorunda, ramusun uzun aksına dik olarak gerçekleştirilen ilk osteotomiyi, ramusun anterior kenarından diagonal olarak eksternal oblig çizginin seyrine benzer bir biçimde anteriora, bukkale ve inferiora doğru ilerleyen ikinci osteotomi izler. Diagonal osteotominin anteriordaki son noktası, deformitenin karakterine göre planlanır ve çoğunlukla alt molar dişlerin apikallerinde kalan bölgede sonlanır. Bu osteotominin bitiş noktasıyla mandibulanın bazal prosesi arasında yapılacak dikey kesi ile döner aletlerle gerçekleştirilen

osteotomi sonlanır. Gerçekleştirilen osteotomiler kortikal kemiği aşarak spongios kemiğe ulaşmalıdır. Bu aşamadan sonra osteotomlar yardımıyla osteotomiye devam edilerek ramus ile mandibular korpusun birbirinden ayrılması sağlanır. Bu ayrılma sonucunda ramusun iç yüzeyine yapılan yatay osteotomi, mandibular foramen seviyesinin 0,5-1cm üzerinden yapıldığı için inferior alveolar arter ve sinirden oluşan nörovasküler demet korpusta kalır. Deformitenin tipine göre unilateral ya da bilateral olarak gerçekleştirilen osteotominin ardından mandibular korpus olması gereken pozisyona getirilir ve birbirinden ayrılmış olan ramus ile korpus kemik fiksasyon yöntemleri kullanılarak istenen pozisyonda sabitlenir.

SSO operasyonu pek çok deformitenin tedavisinde ilk tercih edilen yöntem olmakla birlikte, komplike bir operasyon olması dolayısıyla pek çok komplikasyonu beraberinde getirebilir. Operasyon sırasında osteotomiler için keskin döner aletler kullanılması, özellikle ramusun iç yüzeyindeki osteotomi sırasında bu dokuların zarar görmesine neden olabilir. Inferior alveolar sinirin kesilmesi sonucunda o taraftaki dişlerin, dilin o tarafının ve alt dudak köşesinin daimi paralizisi gelişir. Mandibulayı besleyen inferior alveolar arterin zarar görmesi sonucunda da ciddi hemorojik komplikasyonlar gelişebilir. Böyle bir durumda hemorojinin kontrol altına alınması oldukça güçtür. Osteotomi sırasında bu dokulara zarar vermemek amacıyla nörovasküler paketin ve bu paketin giriş noktası olan foramenin çok iyi belirlenmesi gerekir. Bu oluşumların lokalize edilmesinin ardından osteotomi sırasında zarar görmeyecek şekilde retrakte edilmeleri ve osteotomi sahasından uzak

tutulmaları gerekir. Bu retraksiyon işlemi oldukça travmatik olduğundan bazen sadece bu retraksiyona bağlı olarak bile hemoroji ya da paralizisi gelişebilmektedir. Bu anatomik dokuların ve diğer çevre yumuşak dokuların korunması amacıyla retraksiyon yapılması zaten dar olan operasyon bölgesinde daha da zor çalışılmasına neden olur. Bu durum korpusa yapılan dikey osteotomi ile diagonal osteotomi için de böyledir. Osteotomide kullanılan döner aletlerin kontrolsüz kullanımı çevre dokuların zarar görmesine ya da düzgün bir osteotomi hattının elde edilememesine neden olur. Düzgün olmayan osteotomi hattı da ramus ile corpusun ayrılması sırasında istenmeyen fraktürlerin (kemik kırıklarının) oluşmasında en önemli etkenlerdendir (Sakashita vd., 1996; Teltzrow vd., 2005; Fonseca vd., 2009).

Sagittal split osteotominin bu gibi olası komplikasyonlarını önlemek amacıyla standart ameliyat aletleri dışında çeşitli aletler geliştirilmiştir (Obwegeser, 1963). Bu aletler çoğunlukla cerrahların kendi kişisel deneyimleri sonucunda ortaya çıkmışlardır. Bu aletler arasında yumuşak doku, sinir ve damar yaralanmalarını önlemek amacıyla geliştirilmiş özel retraktörler önemli yer tutmaktadırlar (Edward ve William, 1967). Bu retraktörler yardımıyla retrakte edilen dokular operasyon sırasında en az zararı görürler.

Sagittal split osteotomilerde osteotomi sırasında meydana gelen çevre doku yaralanmalarını önlemek amacıyla kullanılan beklide en spesifik alet Obwegeser retraktörüdür (Obwegeser, 1963). Bu retraktör çoğunlukla ramus iç yüzeyine yapılan osteotomi sırasında kullanılsa da korpusun dikey kesisi için de kullanılabilir. Bu alet ramusun posterior kenarına yerleşen kıvrımlı ve çıkıntılı uç kısmı, cerraha rahat çalışma alanı sağlayacak ve çevre dokuları iterek koruyan gövde kısmı ve asistan hekimin aleti tutup yönlendirebilmesi için kullanılan sap kısmından oluşur. Obwegeser retraktörü, nörovasküler sinir damar paketinin superiorundan yerleştirilir ve bu sayede bu dokuların travmatize olması da önlenmiş olur.

Obwegeser osteotomu basit ve kullanışlı bir alet olmasına rağmen standart bir alet olduğundan her hasta için uygun olmayabilir. Ayrıca obwegeser osteotomu ile yumuşak dokular döner aletlerden korunmaya çalışılırken aşırı retraksiyona bağlı travmalar gerçekleşebilir ve travmaya bağlı postoperatif komplikasyonlar oluşabilir. Ayrıca opere edilen her hasta kendine has anatomik özelliklere sahiptir. Bunun yanında, hastalarda çeşitli anatomik varyasyonların varlığı da sık karşılaşılan durumlardandır. Bu nedenlerden ötürü kişiye özel olarak tasarlanan aletlerin üretilmesi ve kullanılması yaklaşımı ortaya atılmıştır (Rose, 2008).

İnferior alveolar nörovasküler demetin ve çevre yumuşak dokuların zarar görmesi, çoğunlukla planlanan osteotomi hattından sapılmasına bağlı

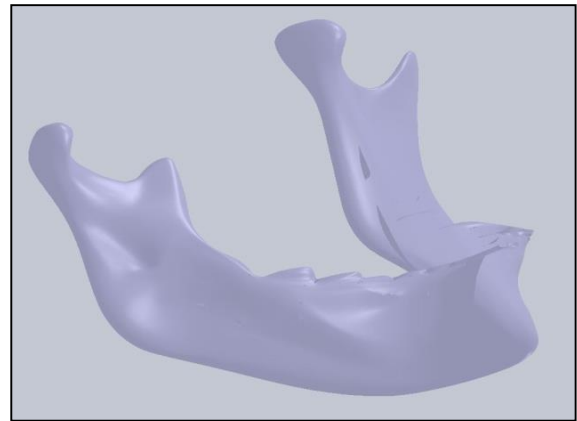
olarak gerçekleşir. Bu noktada, planlanan osteotomi hattına bağlı kalınması cerrahın el hassasiyetine bağlıdır. Bu operasyonlar, birkaç doktorun aynı anda çalışıyor olması, ağız içi gibi dar bir alanda çalışılıyor olması, tükürük, kan ve irigasyon solüsyonlarıyla görüşün daha da bozulması gibi pek çok nedenden ötürü, görüşün ve ergonominin bozuk olduğu operasyonlar olduklarından, cerrahın osteotomi sırasında hata yapma olasılığı yüksektir.

Günümüzde kişiye özel cerrahi stentler ve ameliyat splintleri üretmek konusunda pek çok gelişme kaydedilmiştir. Artık ortognatik cerrahi için kullanılan repozisyon splintleri bilgisayar ortamında tasarlanıp üretilebilmektedir. Ortognatik cerrahi dışında da daha pek çok alanda kişiye özel splint, stent ve rehberler kullanılmaktadır. Dental implantların doğru açısı ve pozisyonunda yerleştirilebilmesi için kişiye özel osteotomi stentlerinin kullanımı da oldukça yaygındır (Zinser, 2007; Nikzad ve Azari, 2008; Galanis vd., 2007). Ancak günümüzde SSO için böyle bir yaklaşım ve yöntem yoktur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Osteotomi Rehberi ve Yumuşak Doku Retraktörünün Tasarımı

Bu çalışma kapsamında geliştirilen aletin, öncelikle insan alt çene kadavrası üzerinde denenmesi düşünülmüştür. Önerilen aletin tasarımındaki ilk aşama, aletin spesifik olarak tasarlanacağı mandibulaya ait bilgisayarlı tomografi (BT) verilerinin kullanılarak, mandibulanın üç boyutlu modelinin elde edilmesidir (Şekil 1).

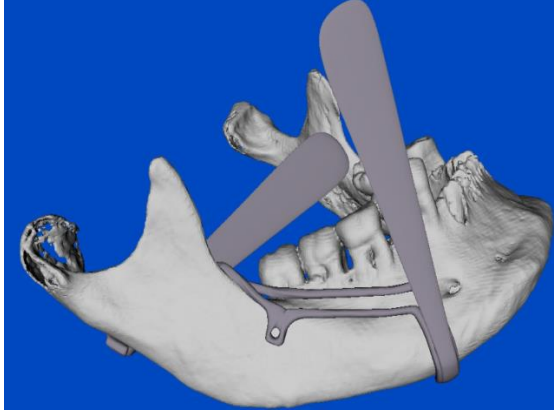


Şekil 1. İnsana ait kadavra çenesinin, bilgisayarlı tomografi verileri kullanılarak elde edilen üç boyutlu modeli

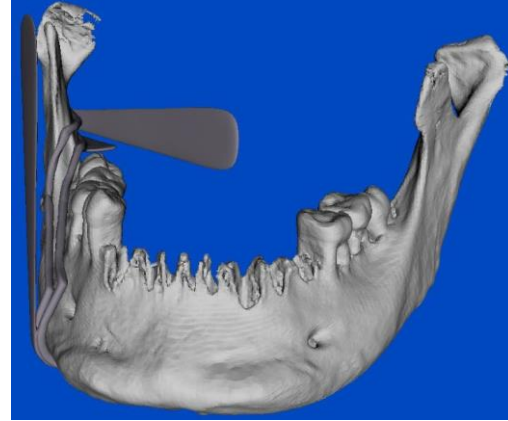
Bilgisayarlı tomografilerde özellikle kemik dokusu ayrıntılı olarak izlenebilmektedir. BT verileri opere edilecek dokuların üç boyutlu olarak değerlendirilmesini ve operasyon sırasında karşılaşılabilecek sürprizlerin eliminasyonunu olası kılar.

BT ile alınan kesitlerin aralıkları doğru model elde edilebilmesi açısından önemlidir. Kesitler arasındaki aralık azaldıkça, bilgisayar programı tarafından yapılan düzenlemelerdeki hata payı azalır ve görüntüdeki ayrıntı artar. Özellikle volumetrik tomografilerin gelişmesiyle düşük dozlarda radyasyon ile yüksek kalitede görüntü eldesi mümkün olmuştur (Pohlenz vd., 2007).

Rehberin ve retractorların tasarımındaki ikinci aşama, sagittal split osteotominin sınırlarını ve osteotomi hattını belirlemektir. Bu aşamada öncelikle mandibular foramen belirlenmiş ve bu anatomik oluşumun ortalama 0.5-1 cm superiorundan geçen horizontal ramus, ardından oblique ve son olarak da dikey korpus osteotomi hattı belirlenmiştir.



(a)



(b)

Şekil 2. Üç boyutlu mandibula modeli üzerinde tasarımı tamamlanmış SSO rehberi ve retractorü. (a) Yandan, (b) önden görünüm

2.2 Osteotomi Rehberi ve Yumuşak Doku Retraktörünün Üretimi

Aletin tasarım aşaması tamamlandıktan sonra üretim aşamasına geçilmiştir. Üretim yöntemi, metal toz kullanılarak yapılan lazer sinterleme tekniğidir (fiber lazer ışını ile yapılan mikro-kaynak işlemi). Bu yöntem, hassas döküm ya da kazıma (CNC cihazlar vasıtasıyla metal bloklarda yapılan talaşlı imalat işlemi) ile üretimi mümkün olmayan oldukça karmaşık parçaların ilave bir araca gerek kalmadan hassas bir şekilde üretilebilmesini mümkün kılmaktadır. Bu yöntemde, fiber lazer ışını ile belirli bir bölgede (yaklaşık 100 µm bant genişliğinde) yapılan mikro-kaynak ile metal tozları yüzde yüz eritilerek 3 boyutlu model inşa edilmektedir. 20 ila 50 µm katman kalınlıkları ile üretim katman katman yapılmaktadır. Her bir toz katmanı serildikten sonra lazer ışını yardımıyla eritilerek üretim yapılır. Bu şekilde tüm katlar üst üste tamamen eritilerek alet imal edilmiştir (Şekil 3). Aletin tokluğunu artırmak için ayrıca ısıl işlem uygulanmıştır.

Operasyonda, yumuşak doku insizyonları yapıldıktan sonra osteotomi hattı boyunca minimum yumuşak doku elevasyonu gerçekleştirilerek önerilen alet mandibulaya yerleştirilecek ve minividalarla mandibulaya geçici olarak fikse edilecektir. Daha

Osteotomi hattının belirlenmesinin ardından osteotomi rehberinin mandibula üzerindeki tasarımına geçilmiştir.

Aletin mandibula üzerindeki tasarımında ilk olarak, ramusun posterior kenarına ve korpusun bazal kenarına yerleştirilecek tutucu çentikler modellenmiştir. Daha sonra çentiklerin olduğu noktalardan çıkan ve osteotomi rehberi boyunca ilerleyerek retraksiyon ve ekstansiyon sağlayan parçalar tasarlanmıştır. Son olarak da aletin geçici fiksasyonu için rehber üzerinde belirlenen uygun yerlere minivida delikleri hazırlanmış ve böylece aletin tasarımı tamamlanmıştır (Şekil 2).

sonra rehber üzerindeki hat izlenerek osteotomi gerçekleştirilecek ve osteotominin tamamlanmasının ardından alet ağız içerisinden çıkarılacak ve operasyona devam edilecektir.



Şekil 3. Lazer sinterleme tekniği ile paslanmaz çelik tozlardan üretilen osteotomi aleti.

3. Araştırma Bulguları

3.1 Osteotomi Rehberi ve Yumuşak Doku Retraktörünün Kadaverik Mandibulalar Üzerinde Denenmesi

Üretilen parça çene kadavrasına yerleştirilmiş ve sagittal split osteotomi operasyonlarında kullanılan cihazlarla kadavra üzerinde kesi işlemleri yapılmıştır.

Şekil 4'de de görüleceği üzere alet kullanılarak SSO işlemi kadavra üzerinde başarılı ile uygulanmıştır.



Şekil 4. Üretilen aletin, insan kadavra mandibulası üzerinde test edilmesi. (a) Aletin mandibula üzerine fikse edilmiş hali, (b) alet kullanılarak gerçekleştirilen osteotomi işlemi.

4. Tartışma ve Sonuç

Bilgisayar destekli, kişiye özel SSO rehberi ve yumuşak doku retraktörü bilgisayar ortamında osteotomi hattına göre tasarlanmıştır. Alet tasarım aşamasında mandibular forameni koruyacak şekilde planlanmış ve tek bir pozisyonda kemik üzerine yerleştirilebileceği için planlanan pozisyonla ağız içi pozisyon arasında farklılık olma ihtimali en aza indirgenmeye çalışılmıştır. Osteotomi rehberi üzerinde bulunan minivida yerleştirilebilir delikler ile aletin ameliyat sırasında oynamaması için geçici olarak fikse edilmesi düşünülmüştür. Bu sayede zaten tek pozisyonda yerleşebilen aletin operasyon sırasında yerinden çıkması ya da oynaması engellenmiş olacaktır. Osteotomi işlemi bittikten sonra minividalara sökülecek ve alet ağızdan kolayca çıkartılabilecektir.

SSO operasyonlarında kullanılması amaçlanan alet ile yapılan kadavranın osteotomi işlemi ile, önerilen aletin, hastalar üzerinde uygulanmadan önce kapsamlı ve gerçekçi bir ön uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu ön uygulama sırasında, üretilen parça ile insan alt çene kemiklerinin geometrik uyumluluğu gözlemlenmiş ve olası sorunlar belirlenmeye çalışılmıştır. Elbette, kadavra üzerinde yapılan bir deneme, gerçek bir çene üzerinde yapılacak operasyonu tüm açıklığıyla ortaya koyamamaktadır. Dolayısıyla üretilen aletin gerçek performansı, hastalar üzerinde yapılacak olan operasyonlar sonrasında netlik kazanacaktır.

Cerrahide kullanılan el aletlerinin büyük bir çoğunluğu paslanmaz çelikten üretilmektedir. Bu aletler vücut içerisinde kalmadıkları için biyouyumluluk ile ilgili bir husus söz konusu değildir. Bu durum geliştirilen alet için de geçerlidir. Aletin görevini tamamlamasından sonra çıkarılması söz konusu olduğundan titanyum gibi biyouyumluluğu yüksek ancak aynı zamanda üretim maliyeti yüksek bir malzemeden üretilmesi gerekmez. Maliyetinin kısmen düşük oluşu, korozyona ve deformasyona dayanıklı oluşu, üretiminin kolaylığı, otoklavda sterilize edilebilir olması ve alayımın karakterine bağlı

olarak bükülebilmesi gibi özellikleri nedeniyle paslanmaz çelik bu aletin üretiminde en uygun materyallerden biridir.

Henüz gerçek bir operasyonda kullanılmamış olması göz ardı edilmeden, bilgisayar destekli kişiye özel SSO rehberi ve yumuşak doku retraktörünün klinikte kullanılması ile birlikte aşağıdaki olumlu durumların gözlenmesi beklenmektedir.

i) SSO operasyonun daha kısa sürede yapılması, ii) hastanın genel anestezide daha kısa kalması ve olası bakteriyel kontaminasyondan daha az etkilenmesi, iii) operasyonun genel anestezide bağlı maliyetlerinin ve komplikasyonlarının daha az olması, iv) ödem nedeniyle verilen kortikosteroidlerin daha az kullanılması, v) ameliyat sonrası hastanede gözetim altında kalma süresinin ve iyileşme süresinin daha kısa olması, ve vi) cerraha bağlı komplikasyonların bir bölümünün elimine edilmesi.

Teşekkür

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 21505 nolu normal proje ve 42672 nolu YADOP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Conflict Of Interest

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Edward, C.H., William, J.G., 1967. Vertical Subcondylar Osteotomy: A Reappraisal, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 24(2), 164-170.

Fonseca, R, Turvey, T.A., Marciani, R.D., 2009. *Oral and Maxillofacial Surgery*, Elsevier, 2. baskı, Philadelphia.

Galanis, C.C., Sfantsikopoulos M.M., Koidis, P.T., Kafantaris, N.M., Mpikos, P.G., 2007. Computer Methods for Automating Preoperative Dental Implant Planning: Implant Positioning and Size Assignment, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 86(1), 30-38.

Nikzad, S., Azari, A., 2008. A novel Stereolithographic Surgical Guide Template for Planning Treatment Involving a Mandibular Dental Implant. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 66(7), 1446-1454.

Obwegeser, H., 1963. The Indications for Surgical Correction of Mandibular Deformity by the Sagittal Splitting Technique. *British Journal of Oral Surgery*, 1, 157-171.

Pohlenz, P., Blessmann, M., Blake, F., Heinrich, S., Schmelzle, R., Heiland, M., 2007. Clinical Indications and Perspectives for Intraoperative Conebeam Computed Tomography in Oral and Maxillofacial Surgery, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103, 412-417.

Rose, B., 2008. Apparatus and Method for Fabricating a Customized Patient-Specific Orthopaedic Instrument, US patent, publication number: US20090087276 A1.

Sakashita, H., Miyata, M., Miyamoto, H., Miyaji, Y., 1996. Peripheral Facial Palsy after Sagittal Split Ramus Osteotomy for Setback of the Mandible: A Case Report, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 25(3), 182-183.

Teltzrow, T., Kramer, F.J., Schulze, A., Baethge, C., Brachvogel, P., 2005. Perioperative Complications following Sagittal Split Osteotomy of the Mandible. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 33(5), 307-313.

Zinser, MJ., 2007. Computer-assisted Orthognatic Surgery based on 3D Cephalometry: A New Approach with 3D Surgical Wavers. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 65 (9), Supplement, 42.e3-42.e4.