



Dudak Damak Yarığına Bağlı Maksiller Hipoplazinin RED ile Tedavisi: Olgu Sunumu

Treatment of Cleft lip & Palate Related Maxillary Hypoplasia with RED System: Case Report



Dr. Hakan EL*
Dr. Selçuk V. ÇINAR**
Prof. Dr. İlken KOCADERELİ*
Prof. Dr. Emin M. MAVİLİ***

*Hacettepe Üniv. Dişhek.
 Fak. Ortodonti A.D. Ankara,
 **Serbest Ortodontist,
 Antalya, *** Hacettepe Üniv.
 Tıp Fak. Plastik Rekonstrüktif
 Cerr. A.D. Ankara /
 Hacettepe Univ. Faculty of
 Dentistry Dept. of
 Orthodontics, Ankara,
 **Private Practice, Antalya,
 ***Hacettepe Univ. Faculty
 of Medicine Dept. of Plastic
 Reconstructive Surgery,
 Ankara, Turkey

Yazışma adresi:
Corresponding Author:
 Dr. Hakan El.
 Hacettepe Üniversitesi Dis
 Hekimliği Fak. Ortodonti ABD.
 Sıhhiye, 06100 Ankara, Turkey.
 Tel: +90 312 305 2290
 Faks: +90 312 309 1138
 E-mail:
 hakanel@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Damak dudak yarıkları ortodontistlerin ve kraniyofasiyal cerrahların karşılaştığı en zor konjenital problemlerden birisidir ve en sık bulgularından birisi de maksiller hipoplazidir.

Mevcut vaka raporu maksiller darlık, retrüzyon ve şiddetli bir underjet ile karakterize unilateral damak dudak yarığı bulunan 19 yaşında bir bayan hastanın RED uygulaması ile tedavisini içermektedir.

Yaklaşık iki yıllık ortodontik ve rijit eksternal distraksiyon tedavisi sonucunda hasta başarılı bir şekilde tedavi edilmiş ve tedavi sonunda maksillada minimal relaps olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, yarık maksillanın stabilitesinin gerçek boyutlarının görülebilmesi için daha uzun takip periyodlarına ihtiyaç duyulmaktadır. (*Türk Ortodonti Dergisi 2009;22:54-63*)

Anahtar Kelimeler: Damak dudak yarığı, Maksiler hipoplazi, Rijit eksternal distraksiyon osteogenezisi

SUMMARY

Clefts of the lip and palate present one of the most challenging congenital disorders to the orthodontists and craniofacial surgeons. A common finding is maxillary hypoplasia.

Current case report presents the treatment of a 19 years old female unilateral cleft lip and palate patient characterized with maxillary constriction, retrusion and severe underjet.

The case has been successfully treated with fixed appliance therapy and rigid external distraction and relapse at the end of treatment is minimal. However, longer follow-ups are required to assess the exact amount of stability. (*Turkish J Orthod 2009;22:54-63*)

Key Words: Cleft lip and palate, Maxillary hypoplasia, rigid external distraction osteogenesis



GİRİŞ

Ortodontistlerin ve kraniyofasiyal cerrahların karşılaştığı en zor problemlerden biri konjenital bir anomali olan damak dudak yarığıdır (DDY). Maksiller hipoplazi, bilateral ve unilateral DDY hastalarında sıklıkla rastlanan bir bulgudur. Bu tür vakalarda erken cerrahi tedavi gereksiniminin maksillanın öne doğru gelişimini inhibe ettiği bildirilmektedir (1).

DDY hastalarında maksiller protraksiyonun gerçekleştirilebilmesi için çeşitli cerrahi tedavi metodları önerilmiştir. Bu metodlar arasında, LeFort I osteotomiyi de içeren konvansiyonel cerrahiler ve distraksiyon osteogenezis (DO) en sık tercih edilen tekniklerdir. Konvansiyonel ortognatik cerrahi ile yarık maksillanın ilerletilmesinin sağlam maksillaya göre daha zor olduğu ve sonuçların skar dokusuna bağlı olarak stabil olmadığı bildirilmiştir (2,3).

Uzun kemiklerin uzatılması için uygulanan DO ilk defa Codivilla tarafından 1905 yılında tanımlanmıştır (4). Distraksiyon ile ilgili ilk çalışmalar, 1954 yılında alt ekstremitelelerin uzun kemikleri üzerinde Rus ortopedist Dr. Gavriel A. Ilizarov tarafından yürütülmüştür (5). Ilizarov'un çalışmaları, maksillofasiyal kompleksin DO'nin güncel kavramlarının geliştirilmesinde öncülük etmiştir. Orta yüz DO'ü ilk defa düşük profilli ve parsiyel implante bir cihaz kullanılarak Cohen ve ark.ları tarafından gerçekleştirilmiştir (6). Günümüzde hipoplastik maksillanın düzeltilebilmesi için intraoral (7-10) ve ekstraoral (11-13) distraksiyon cihazlarından sıklıkla yararlanılmaktadır. Maksillofasiyal kompleksin DO'ü ile ilgili son çalışmalar unilateral ve bilateral DDY hastalarının tedavisinde çok olumlu sonuçlar vaat etmektedir. Yarık maksillanın distraksiyonunun konvansiyonel ortognatik cerrahi tekniklere göre çok daha iyi sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (14).

Bu olgu sunumunun amacı unilateral DDY'na sahip bir hastanın rijit eksternal distraktör (RED) cihazı kullanılarak kombine ortodontik ve ortognatik cerrahi tedavisini sunmaktır.

OLGU SUNUMU

Hastanın Hikayesi

Unilateral DDY'na sahip 19 yaşında ba-

INTRODUCTION

One of the most challenging problems that orthodontists and craniofacial surgeons face is cleft lip and palate which is a congenital abnormality. Maxillary hypoplasia is a common finding in unilateral cleft lip and palate (CLP) and bilateral CLP patients. The need for an early surgical repair in such cases is claimed to create a scar tissue which inhibits maxillary forward growth (1).

Different types of surgical treatment methods to protract the maxilla are recommended for CLP patients. Among these methods, conventional orthognathic surgeries including LeFort I osteotomy and distraction osteogenesis (DO) are the most widely used techniques. It has been reported that advancement of cleft maxilla with conventional orthognathic surgery is difficult compared to a non-cleft maxilla and the outcomes of the treatment are unstable due to scarring (2,3).

DO to lengthen the long bones was first described by Codivilla in 1905 (4). The preliminary studies on distraction were led by the Russian orthopedic surgeon Dr. Gavriel A. Ilizarov on the long bones of lower extremities in 1954 (5). The studies of Ilizarov have pioneered the current concepts of DO of the maxillofacial complex. DO of the midface was first introduced by Cohen et al. (6) using a low profile, partially implanted distractor device. Currently intraoral (7-10) and extraoral (11-13) distraction devices are used widely for correcting the hypoplastic maxilla. Recent studies about DO of the maxillofacial complex promise many possibilities on the treatment of unilateral CLP and bilateral CLP patients. It has been reported that better results were achieved with distraction of the cleft maxilla compared to conventional orthognathic surgery techniques (14).

The aim of this case report is to present the combined orthodontic and orthognathic surgical treatment of a patient with unilateral CLP using a rigid external distractor (RED) device.

CASE REPORT

Case History

A 19 year-old Caucasian female with unilateral cleft of the lip, alveolus and palate was referred to department of orthodontics by the craniofacial surgeons for the treatment of her



yan hasta dental bozukluklarının düzeltilmesi amacıyla kraniyofasiyal cerrahlar tarafından kliniğimize sevk edildi. Hastanın ana şikayeti konkav fasiyal profiliydi. Ayrıca dişlerinin boyut ve şekil anomalileri ve çapraşıklığından dolayı memnuniyetsizliğini bildirdi. Hastadan alınan anamnezde daha önce dudak ve damak onarımı ve alveoler yarık için kemik grefti uygulaması gibi bir dizi operasyon geçirdiği ve ortodontik ve/veya ortognatik cerrahi prosedürlere kontrendike durumun bulunmadığı öğrenildi.

Teşhis

Ekstraoral muayenede (Şekil 1), aşırı vestibüler skar dokusu, belirgin çene ucu ve konkav fasiyal profil ve gülümseme sırasında kesici görünürlüğünün arttığı görüldü. Maksiller anterior dişlerin görünürlüğü dudak gerilimine bağlı olarak artmıştı. Maksillanın mandibulaya göre geride konumlandığı görülmektedir. İntraoral muayenede (Şekil 1), maksiller darlık, retrüzyon ve şiddetli bir underjet ile karşılaşıldı. Dilin postero-lateral taraflarında molar dişlerin izleri bulunmaktaydı ve dil rest pozisyonunda keserler arasında bulunmaktaydı. Dilin rest pozisyonunda ki konumu openbite eğilimini arttırmaktaydı. Sol ikinci premolar ve birinci molar arasındaki süt dişi kökünün persistansı dikkati çekmekteydi. Maksiller sol birinci molar büyük bir çürüğe bağlı ekstrakte edilmişti. Unilateral al-

dental discrepancies. Patient's chief complaint was the concave profile. She was also concerned for the size and shape abnormalities of her teeth and the crowding. The patient's medical history included a series of surgical procedures including cheiloplasty, palatoplasty and bone grafting for the alveolar cleft. She did not present any other medical problems that could create a contraindication for the orthodontic therapy and orthognathic surgical procedures.

Diagnosis

Initial extraoral examination (Fig. 1) revealed excessive vestibular scarring, concave profile with a prominent chin and unaesthetic appearance of the incisors during smiling. The visibilities of maxillary anterior teeth were increased due to high lip tension. Maxilla was retruded in relation to the mandible. Intraoral examination (Fig. 1) revealed maxillary constriction, retrusion and a severe underjet. There were indentations of the molar teeth on the postero-lateral sides of the tongue and the tongue was in between the incisors at the rest position. The rest position of the tongue seemed to aggravate the openbite tendency. The root of the deciduous molar persisted between the left second premolar and the second first molar. Maxillary left first molar was extracted due to a large caries. The unilateral alveolar cleft was on the right premaxillary region and the lateral tooth was missing on the respective side. There was no

Şekil 1: Başlangıç ekstraoral ve intraoral fotoğraflar.

Figure 1: Initial extraoral and intraoral photographs.





veoler yarık sağ premaksiller bölgedeydi ve bu bölgede lateral kesici dişin bulunmadığı görüldü. Ornazal bir fistül bulunmasına rağmen belirgin bir nazal konuşma vardı. Daha önce uygulanmış cerrahi işlemlere bağlı palatal bölgede skar dokusu görülebiliyordu. Alt kesiciler linguale eğilimliydi ve polidiastema mevcuttu.

Panoramik radyografik (Şekil 2) incelemede sağ ve sol 3. moların rudimenter ve alt 3 molarların eksik olduğu görüldü. Yarık bölgesinde herhangi bir greft materyali bulunmayıp sağ üst lateral kesicinin konjenital olarak eksik olduğu gözlemlendi. Sağ santral kesici dişin periodontal desteği yarık bölgesine komşu olmasından dolayı zayıf iken, diğer dişler yeterli miktarda kemik desteği ile sağlıklı bir görünüm sergilemekteydiler. Sefalometrik değerlendirmede

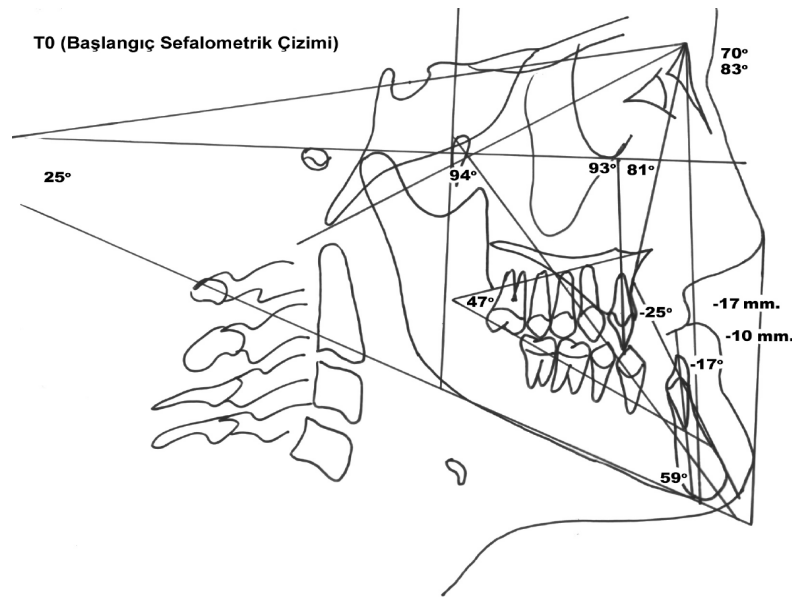
oronasal fistula present but nasal speech was obvious. The scars were evident on the palatal region due to the previous surgeries. The lower incisors were inclined lingually and there were multi-diastemas in between.

On the panoramic radiographic evaluation (Fig. 2) right and left third molars were considered to be rudimentary and the lower third molars were missing. No bone formation or graft material was observed at the cleft region and the lateral tooth was diagnosed as congenitally missing. The periodontal support of the right central incisor tooth was weak due to the neighboring cleft region. The remaining teeth were healthy with adequate alveolar bone surrounding them. Cephalometric evaluation (Fig. 3) showed that the maxilla was severely retruded relative to the cranial base and the mandible. There was a



Şekil 2: Başlangıç panoramik radyograf.

Figure 2: Initial panoramic radiograph.



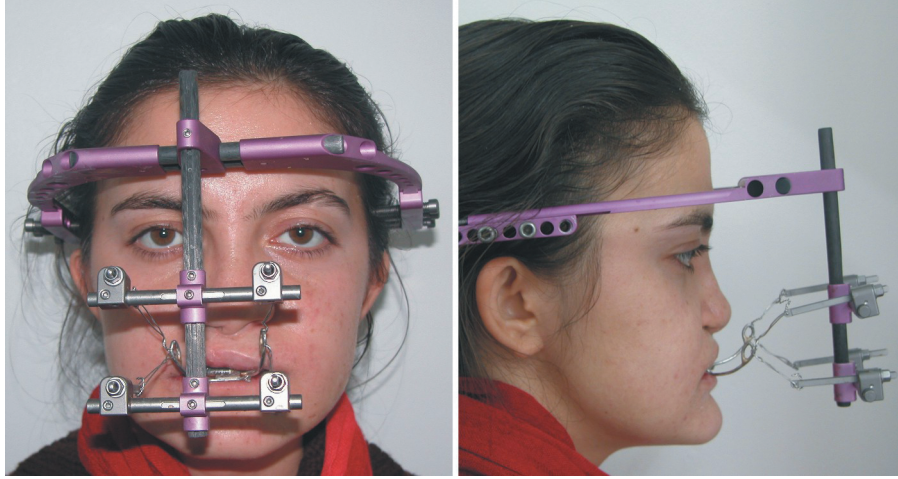
Şekil 3: Başlangıç sefalometrik analiz.

Figure 3: Initial cephalometric analysis.



Şekil 4: RED cihazının uygulanması.

Figure 4: Application of RED appliance.



(Şekil 3) maksillanın kafa kaidesine ve mandibulaya göre şiddetli olarak geride konumlandığı görüldü. Hastada mezofasial bir büyüme paterni, dikleşmiş alt üst keserler, 0 mm overbite ve -14 mm overjet mevcuttu.

Tedavi Planı

Ortodontik tedavi planı, RED cihazı ile distraksiyon uygulaması ve öncesinde maksiler ve mandibüler dental arkların seviyelenmesi ve dizilmesini içermektedir.

Tedavi Seyri

Maksiler darlığının ortadan kaldırılması için tedaviye quad-helix aparatının kullanımı ile başlandı. Dört ay ekspansiyon uygulamasının ardından maksiller ve mandibular arklar braketlendi ve 0016 inch niti ark telleriyle seviyeleme başlandı. Sağ üst santral ve kanin arasına yer elde etmek amacıyla açık zemberekler yerleştirildi. Onatlı aylık cerrahi öncesi ortodontik tedavinin sonunda üst ve alt arklar 0017x0025 inch paslanmaz çelik ark telleriyle stabilize edildi.

Figuroa ve ark. (11) tarafından tanımlandığı şekilde bir palatal bar ve dişlerin labial yüzeylerinden geçen modifiye edilmiş bir headgear yüz arki birinci molar bantlarına lehimlenerek kuvvet uygulama noktası oluşturuldu. Rijiditenin artırılması için dental embraşürlerin arasından labial ve palatal stabilite telleri lehimlendi. Cerrahi öncesi prosedürleri takiben LeFort I osteotomisi uygulandı ve RED I cihazı (RED system; KLS-Martine L.P., Tuttlingen, Almanya) takıldı (Şekil 4). Beş günlük la-

mesofacial growth pattern. Both upper and lower incisors were retroclined. Overbite and overjet were decreased with 0 mm. and -14 mm, respectively.

Treatment Plan

The orthodontic treatment plan consisted of leveling and alignment of maxillary and mandibular dental arches prior to distraction with a rigid external distraction device.

Treatment Progress

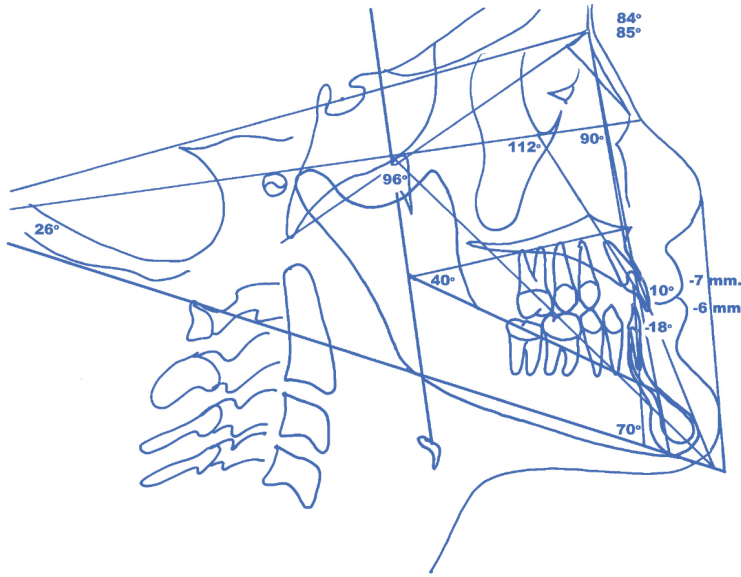
The treatment was initiated with a quad-helix appliance in order to correct the maxillary constriction. After 4 months of expansion maxillary and mandibular dental arches were banded and bonded. Leveling was initiated with 0.016 inch round NiTi archwires. No cinch back was applied to the wire in order to obtain a proclination of upper and lower anterior teeth. Space was gained between the right upper central incisor and canine with the use of open-coil springs. After 16 months of presurgical orthodontic treatment, both upper and lower arches were stabilized using a 0.017" x 0.025" stainless steel archwire prior to surgery.

As described by Figuroa et al. (11), a palatal archwire and a modified headgear facebow, passing from the labial aspects of the teeth, were soldered to the first molar bands and a point of force application was created. For additional rigidity, stability wires were soldered between the labial and palatal wires across the dental embrasures. After the presurgical procedures, LeFort I osteotomy was performed and a RED I device (RED system; KLS-Martine L.P., Tuttlingen, Germany) was applied (Fig. 4). After a latency period of 5



Şekil 5: Post-distraksiyon ekstraoral ve intraoral fotoğraflar.

Figure 5: Post-distraktion extraoral and intraoral photographs.



Şekil 6: Post-distraksiyon sefalometrik analiz.

Figure 6: Post-distraktion cephalometric analysis.

tent dönemi takiben günde 1 mm. açılım olacak şekilde distraksiyona başlandı. Segment hareketinin ve pozisyonunun değerlendirilebilmesi için hasta dikkatle takip edildi. Yeterli miktarda distraksiyon 20 gün sonra elde edildi. RED apareyi konsolidasyon periyodu için 6 hafta herhangi bir çevirme uygulamadan yerinde bırakıldı.

RED cihazı çıkarıldıktan sonra hastanın ekstraoral ve intraoral fotoğrafları Şekil 5'te görülmektedir. Distraksiyon sonrası sefalometrik analiz (Şekil 6) 11 mm.lik maksiller ilerletmeyi ve daha dengeli bir profil oluştuğunu göstermektedir. Fakat, çene ucu hala çok belirgindi ve hastaya genioplasti önerildi. Genioplasti ile ilgili tüm tav-

days, distraction was initiated at a rate of 1 mm. per day in two equal increments. Patient was monitored carefully to assess segment movement and position. The appropriate amount of distraction was achieved after 20 days. The RED appliance was remained in place for the consolidation period of 6 weeks.

Extraoral and intraoral photographs of the patient after the removal of RED device are presented in Fig. 5. Post-distraktion cephalometric analysis (Fig. 6) revealed that 11 mm. of maxillary advancement was achieved with a more balanced profile. However, the chin was still prominent and a genioplasty was recommended to the patient. In spite of all sug-



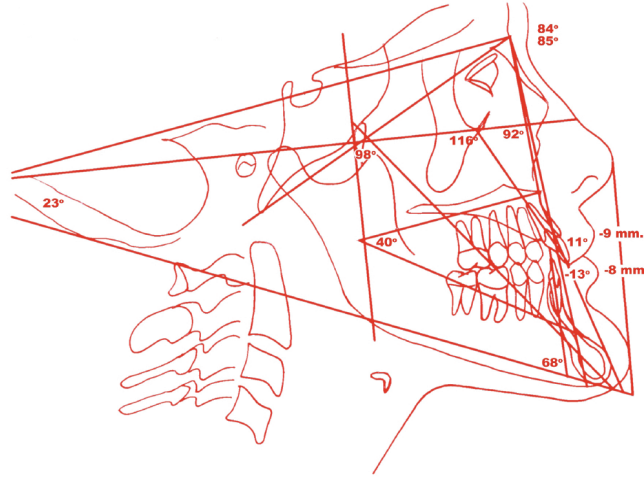
Şekil 7: Tedavi sonrası ekstraoral ve intraoral fotoğraflar.

Figure 7: Post treatment extraoral and intraoral photographs



Şekil 8: Tedavi sonrası sefalometrik analiz.

Figure 8: Post treatment cephalometric analysis.



siyelerimize rağmen hasta bir başka cerrahi işlem geçirmek istemediğini belirtti. RED cihazının çıkarılmasını takiben oklüzyonun ve dişlerin nihai pozisyonlarının detaylandırılması için ortodontik tedaviye devam edildi. 8 aylık cerrahi sonrası ortodontik tedaviyi takiben tüm apareyler çıkarıldı ve hastaya, 24 saat kullanması tavsiye edilerek, Hawley retansiyon apareyleri uygulandı. Ortodontik tedavinin tamamlanmasını takiben hasta protetik diş tedavisi kliniğine yönlendirildi. Maksiller kesiciler için sabit veneer kron uygulaması yapıldı ve retansiyonu arttırmak için metal döküm palatal plak uygulandı. Restoratif tedavi sonrası görünüm Şekil 7'de gösterilmiştir.

gestions on genioplasty, patient did not want to go through another surgical procedure. Following the removal of RED device, orthodontic therapy was continued in order to detail the occlusion and final positions of the teeth. After 8 months of post surgical orthodontic therapy all the orthodontic appliances were debonded and Hawley retainers were fabricated. Patient was instructed a full time wear of retainers. After the completion of orthodontic therapy, patient was referred to clinic of prosthodontics. A fixed partial denture for the maxillary incisors was prepared. Also a rigid palatal plate was designed for night time use for additional retention. Final outcome after restorative treatment is shown in Fig. 7.

Treatment Results

The final cephalometric evaluation (Fig. 8)



Tedavi Sonuçları

Sonuç sefalometrik değerlendirmede (Şekil 8) kesicilerin labiale eğimlendiği ve maksiller derinliğin tedavi başlangıcına göre arttığı gözlenmektedir. Başlangıç ve bitiş sefalometrik film çakıştırmasında (Şekil 9 A) maksillada 11 mm.lik distraksiyon, mandibulada antero-superior yönde rotasyon ve fasiyal profilde iyileşme olduğu gözlenmektedir.

TARTIŞMA

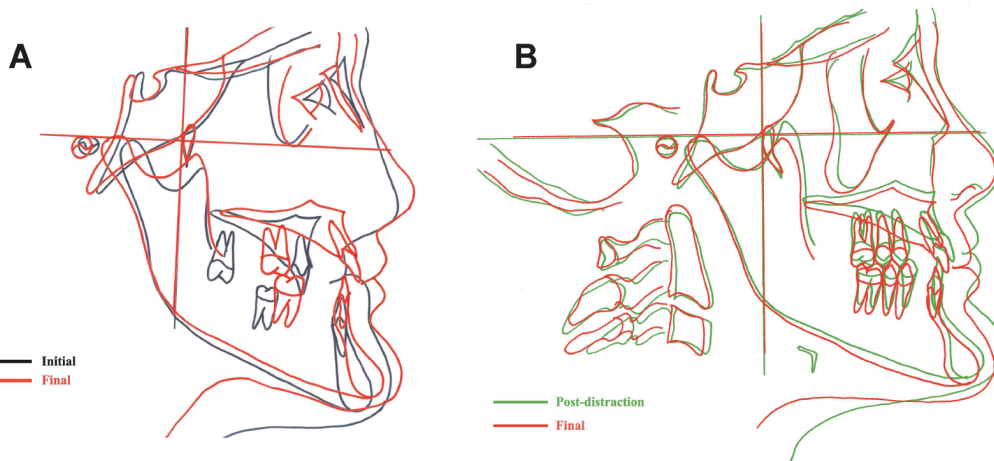
DDY sonucu ortaya çıkan maksiller hipoplazi oral ve maksillofasiyal cerrahlar ve ortodontistler tarafından iyi bilinen bir fenomendir. Özellikle maksiller stabilitenin sağlanması bu tür hastalarda büyük zorluk yaratmaktadır. Ortognatik cerrahi sonrasında rijit internal fiksasyon ve kemik greftleme yapılmasına rağmen %40–60 oranında relaps olduğu bildirilmiştir (15). Relapsın ana nedeni olarak vestibüler bölgede bulunan skar dokusu ve maksillanın zayıf kemik yapısı gösterilebilir. DO'in tanıtılmasıyla birlikte DDY'nın tedavisinde yeni bir dönem açılmıştır. DO tekniğinin asıl kullanım amacı konvansiyonel ortognatik cerrahiye göre maksilla stabilitesinin daha iyi olduğunun bildirilmesidir (14). Cerrahi sonrası ve tedavi sonrası lateral sefalogramların çakıştırılması (Şekil 9 B) 10 ay sonucunda maksillada sadece 1 mm.lik bir relaps olduğunu göstermektedir. Bu durum, konvansiyonel ortognatik cerrahi işlemler sonrası meydana gelen relaps miktarı ile karşılaştırıldığında kabul edilebilir bir sonuçtur (15).

revealed that the incisors were inclined labially and maxillary depth was increased as compared to the beginning of treatment. The initial and final cephalometric film superimposition (Fig. 9 A) shows the 11 mm. of distraction of maxilla, antero-superior rotation of mandible and an improvement in the facial profile.

DISCUSSION

Maxillary hypoplasia as a consequence of CLP is a well known phenomenon among oral and maxillofacial surgeons and orthodontists. Especially the instability of maxilla has been a very challenging issue for these patients. It has been reported that nearly 40-60% relapse rate have been observed after orthognathic surgery in spite of rigid internal fixation and bone grafting (15). The main reason for relapse is the vestibular scarring and the poor quality of skeletal bone. The introduction of DO has brought along a whole new treatment modality to the field of CLP. The main reason using DO technique was the reported stability of maxilla compared to conventional orthognathic surgery (14). The superimposition of the post-surgical and post-treatment lateral cephalograms (Fig. 9 B) shows that only 1 mm. of relapse occurred in 10 months. This is an acceptable result when compared with the relapse amount encountered after conventional orthognathic surgeries (15).

In this case a rigid external distraction device was preferred for the correction of severe maxillary hypoplasia. Although RED devices are known to effect the quality of life of a



Şekil 9: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası sefalometrik çakıştırma (Frankfort horizontal düzlemi/ PTV).

Figure 9: Pretreatment and post treatment cephalometric superimposition (Frankfort horizontal plane at PTV).



Bu olguda şiddetli maksiller hipoplazinin düzeltimi için rijit eksternal distraksiyon cihazının kullanımı tercih edilmiştir. RED cihazlarının hastanın yaşam kalitesini etkilediği bilinmesine rağmen cerrahi olarak yerleştirilmesinin kolay olması, distraksiyon vektörlerinin daha iyi kontrol edilebilmesi ve maksillada rotasyonel hareketlerin sağlanabilmesi açısından daha öngörülebilir ve etkili sonuçlar elde edilebilmektedir (12,16). Ayrıca bazı çalışmalarda eksternal distraksiyon cihazlarıyla internal distraksiyon cihazlarına göre daha fazla iskeletsel hareket elde edildiği gösterilmiştir (16,17). RED cihazının en büyük dezavantajı çok hacimli bir konstrüksiyona sahip olmasıdır. Hastalar genellikle konuşma, beslenme ve oral hijyen zorluğundan şikayetçi olmaktadır. Fakat, apareyin uygulanmasından yaklaşık 1 hafta sonra çoğu şikayet ortadan kalkmaktadır.

Literatürde çocuklarda ve erişkinlerde LeFort I osteotomi (18,19) ve RED cihazı kullanımı (20,21) ile ilgili olarak bazı komplikasyonlar bildirilmiş olmasına rağmen bu vakada herhangi bir komplikasyona rastlanmamış, ayrıca iyileşme süreci de komplikasyonsuz olarak tamamlanmıştır.

SONUÇ

19 yaşında unilateral damak dudak yarığı bulunan bayan hasta ortodontik tedavi ve rijit eksternal distraksiyon uygulaması ile başarılı bir şekilde tedavi edilmiştir. Tedavi sonunda maksillada minimal relaps olduğu görülmüştür. Fakat, yarık maksillanın stabilitesinin gerçek boyutlarının görülebilmesi için daha uzun takip periyodlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

patient, easier surgical procedures for insertion, better control of vectors of distraction and the ability to create rotational movements of the maxilla assure more predictable and effective final results (12,16). It has also been shown in several studies that greater skeletal movements are achieved using external distraction devices compared to internal distraction devices (16,17). The main disadvantage of the RED device is the bulky construction of the halo frame. Patients complain about speech, feeding, sleeping and oral hygiene problems. However, after a week of getting used to the appliance patients learn to live with it and most of the complaints disappear.

Several complications in adults and children are reported in the literature due to the LeFort I osteotomy (18,19) and with the use of RED appliance (20,21). None of the complications mentioned in the previous studies were observed. Healing was also uneventful.

CONCLUSION

A 19 year old female patient with unilateral cleft lip and palate was successfully treated with a combination of orthodontic treatment and rigid external distraction treatment. Minimal relapse was observed in maxilla at the end of treatment. However, longer follow-up periods are needed in order to evaluate the true extent of stability of the cleft maxilla.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Ross RB. Treatment variables affecting facial growth in complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate J* 1987;24:5-77.
2. Welch TB. Stability in the correction of dentofacial deformities: a comprehensive review. *J Oral Maxillofac Surg* 1989;47:1142-1149.
3. Willmar K. On Le Fort I osteotomy; A follow-up study of 106 operated patients with maxillo-facial deformity. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1974;12:suppl 12:11-68.
4. Swennen G, Schliephake H, Dempf R, Schierle H, Malevez C. Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature: Part 1: clinical studies. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001;30:89-103.
5. Ilizarov GA, Pereslitskikh PF, Barabash AP. Closed directed longitudino-oblique or spinal osteoclasia of the long tubular bones (experimental study). *Ortop Travmatol Protez* 1978;11:20-23.
6. Cohen SR, Rutrick RE, Burstein FD. Distraction osteogenesis of the human craniofacial skeleton: initial experience with new distraction system. *J Craniofac Surg* 1995;6:368-374.
7. Cheung LK, Lo J. Distraction of Le Fort II osteotomy by intraoral distractor: a case report. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:856-860.



8. Cohen SR, Burstein FD, Stewart MB, Rathburn MA. Maxillary-midface distraction in children with cleft lip and palate: a preliminary report. *Plast Reconstr Surg* 1997;99:1421-1428.
9. Karakasis D, Hadjipetrou L. Advancement of the anterior maxilla by distraction (case report). *J Craniomaxillofac Surg* 2004;32:150-154.
10. Wang XX, Wang X, Yi B, Li ZL, Liang C, Lin Y. Internal midface distraction in correction of severe maxillary hypoplasia secondary to cleft lip and palate. *Plast Reconstr Surg* 2005;116:51-60.
11. Figueroa AA, Polley JW, Ko EW. Maxillary distraction for the management of cleft maxillary hypoplasia with a rigid external distraction system. *Semin Orthod* 1999;5:46-51.
12. Polley JW, Figueroa AA. Management of severe maxillary deficiency in childhood and adolescence through distraction osteogenesis with an external, adjustable, rigid distraction device. *J Craniofac Surg* 1997;8:181-185; discussion 186.
13. Swennen G, Colle F, De May A, Malevez C. Maxillary distraction in cleft lip palate patients: a review of six cases. *J Craniofac Surg* 1999;10:117-122.
14. Cheung LK, Chua HD, Hagg MB. Cleft maxillary distraction versus orthognathic surgery: clinical morbidities and surgical relapse. *Plast Reconstr Surg* 2006;118:996-1008; discussion 1009.
15. Posnick JC, Dagens AP. Skeletal stability and relapse patterns after Le Fort I maxillary osteotomy fixed with miniplates: the unilateral cleft lip and palate deformity. *Plast Reconstr Surg* 1994;94:924-932.
16. Pelo S, Gasparini G, Di Petrillo A, Tamburrini G, Di Rocco C. Distraction osteogenesis in the surgical treatment of craniostenosis: a comparison of internal and external craniofacial distractor devices. *Childs Nerv Syst* 2007;23:1447-1453.
17. Kuroda S, Araki Y, Oya S, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Maxillary distraction osteogenesis to treat maxillary hypoplasia: comparison of an internal and an external system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:493-498.
18. Adke M, Mendonca C. Concealed airway complication during LeFort I osteotomy. *Anaesthesia* 2003;58:294-295.
19. Lo LJ, Hung KF, Chen YR. Blindness as a complication of Le Fort I osteotomy for maxillary distraction. *Plast Reconstr Surg* 2002;109:688-698; discussion 699-700.
20. Baum JA, Hanley EN, Jr., Pulekines J. Comparison of halo complications in adults and children. *Spine* 1989;14:251-252.
21. Garfin SR, Botte MJ, Waters RL, Nickel VL. Complications in the use of the halo fixation device. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68:320-325.