

Damak Yarığı Cerrahi Eğitiminde Yenilikçi ve Yerli Bir Ürün: Anatomik ve Modifiye Damak Yarığı Cerrahi Eğitim Modeli**An Innovative and Domestic Product in Cleft Palate Surgical Education: An Anatomical and Modified Cleft Palate Surgical Training Model**Murat KARA¹, Burçin GÜL², Deniz YANILMAZ³, Özge AKBULUT², Figen ÖZGÜR¹**ÖZET**

AMAÇ: Damak yarığı cerrahisi hastanın küçük yaşına bağlı dar ağız açıklığı, dokuların küçük olması ve öngörülemez sonuçlar nedeniyle zorludur. Bu nedenlerden dolayı damak yarığı cerrahisi gerçekleştirilen merkez ve cerrah sayısında yetersizlik söz konusudur. Bu noktada çalışmamızın amacı damak yarığı cerrahi eğitiminde kullanılacak etkin, pratik, ulaşılabilir, yüksek gerçeklikli ve uygun maliyetli bir damak yarığı cerrahi eğitim modelinin üretimini sağlayarak etkinliğinin ortaya konmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Model üretiminde kalıp olarak dokuz aylık damak yarıklı bebeklerin tomografi ve manyetik rezonans görüntüleri kullanılmıştır. Üç boyutlu modelleme ve basım aşamalarından sonra üretilen silikon bazlı yüksek gerçeklikli ve anatomik modeller cerrahlar tarafından görünüm, dokunma, bistüri (kesme), tutma, traksiyon ve dikey hissiyatları pratik olarak değerlendirilmiştir. Takiben, mühendis ekibi tarafından laboratuvar testleri ile dokuların gerçekliği (yırılma ve gerim kuvveti) test edilmiştir. Modellerin revizyonları sonrası düzenlenen cerrahi eğitim kursunda modelin etkinliği kayıt altına alınmıştır.

BULGULAR: Dört yarık tipinde anatomik ve gerçekçi dört cerrahi eğitim modeli elde edilmiştir. Çalışmaya dahil olmayan tarafsız ve alanlarında uzman hakemlerin standardize değerlendirme formları kullanılarak yaptıkları değerlendirmede modellerin görünüm, anatomi ve cerrahi açıdan yeterli ölçüde gerçekçi olduğu, modelin anatomik yapısının literatürde tanımlanmış cerrahi tekniklerin gerçekleştirilmesine uygun olduğu ve cerrahi eğitimde etkin bir şekilde kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır. Kurs verilerinin analizinde ise, katılımcıların tamamında model cerrahisi ile rahat bir ortamda yapılan cerrahinin teorik bilginin pekiştirilmesi, pratik eğitim artması ile kendilerine olan cerrahi güveni belirgin bir şekilde arttırmıştır.

SONUÇ: Damak yarığı cerrahi eğitiminde etkin, ulaşılabilir, yüksek gerçeklikli ve anatomik bir damak yarığı cerrahi eğitim modeli üretilerek etkinliği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Cerrahi eğitim, cerrahi model, damak yarığı

ABSTRACT

AIM: The surgical treatment of cleft palate is difficult due to the young age of the patients causing narrow mouth opening, small tissues, and unpredictable results. For these reasons, there is an insufficient number of centers and surgeons performing cleft palate surgery. At this point, the aim of our study is to produce an effective, practical, accessible, highly realistic, and cost-effective cleft palate surgical training model and to demonstrate its effectiveness.

MATERIAL AND METHOD: In model production, tomography and magnetic resonance images of nine-month-old babies with cleft palate were used as templates. Silicone-based high-fidelity and anatomical models produced after three-dimensional modeling and printing stages were evaluated practically by surgeons for their appearance, touch, scalpel (cutting), holding, traction, and suture sensations. Subsequently, the realistic features of the tissues (tear and tensile strength) were tested by laboratory tests by the engineering team. The effectiveness of the model was recorded in the surgical training course held after the revisions of the models.

RESULTS: Four anatomical and realistic surgical training models in four cleft types were obtained. In the evaluation made by the neutral and expert referees, who were not included in the study, they concluded that the models were realistic enough in terms of appearance, anatomy, and surgery, and the anatomical structure of the model was suitable for performing the surgical techniques defined in the literature and could be used effectively in surgical training. In the analysis of the course data, the consolidation of the theoretical knowledge of the surgery performed in a comfortable environment with model surgery and the increase in practical training significantly increased the surgical confidence in all of the participants.

CONCLUSION: An effective, accessible, highly realistic, and anatomical cleft palate surgical training model has been produced and its effectiveness has been demonstrated in cleft palate surgical training.

Keywords: Surgical training, surgical model, cleft palate.

¹Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

²Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.

³Surgitate Medical, İstanbul, Türkiye

Makale geliş tarihi / submitted: Mayıs 2023 / May 2023

Makale kabul tarihi / accepted: Ağustos 2023 / August 2023

Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Murat KARA

Adres: Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri 4. Blok Kat B, Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi AD Sekreterliği, Sıhhiye yerleşkesi, Altındağ, Ankara, Türkiye
Tel: +90 505 956 5118

E-posta: mailsmurat@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9387-1977

Yazar Bilgileri / Author Information:

Burçin GÜL: ORCID: 0000-0002-9958-4012, burcinustbas@alumni.sabanciuniv.edu

Deniz YANILMAZ: ORCID: 0000-0002-6742-433X, denizz.klc@gmail.com

Özge AKBULUT: ORCID: 0000-0002-8273-7772, ozge.akbulut@sabanciuniv.edu

Figen ÖZGÜR: ORCID: 0000-0002-4922-6348, figenozgur@gmail.com

GİRİŞ

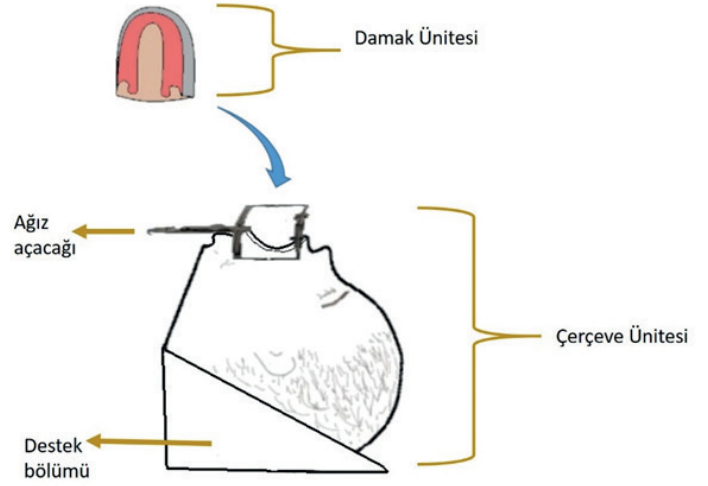
Dudak ve/veya damak yarıkları (DDY) baş-boyun bölgesinin en sık karşılaşılan anomalisi olmasına rağmen bu alanda deneyimli olan cerrah sayısında kısıtlılık vardır.^{1,2} Bunun bazı medikolegal ve finansal sebepleri olsa da önemli nedenlerinden biri DDY cerrahi eğitiminin pratik kısmında aksaklıklar yaşanması ve bunun cerrahları DDY tedavisinden uzaklaştırmasıdır. Bu aksaklığın temel nedeni ise damak yarıklı hasta grubunun özellikli yapısı, küçük hasta yaşına bağlı dar cerrahi alan ve küçük doku boyutları, dokuların frajil yapısı, yüksek komplikasyon oranları ve öngörülemeyen cerrahi sonuçlarıdır.³ Hasta popülasyonunun bu özellikli yapısı nedeniyle, tıpta uzmanlık eğitimi veren üçüncü basamak sağlık kurumlarında, eğitici konumundaki cerrahlar eğitim alan araştırma görevlilerine cerrahiye kısmen veya tamamen yaptırılmakta isteksiz davranılmaktadır. Zira her ne kadar cerrahi süresince deneyimli cerrah vakada olsa da tam olarak kontrol edemeyeceği kesme, traksiyon ve uygun olmayan diseksiyona bağlı doku ve pedikül hasarı gibi durumlarda tafisi zor komplikasyonlara neden olabilmektedir. Bu komplikasyonlar tekrarlı hastane başvurularına, uzun hasta yatışlarına ve ek cerrahi işlemlere neden olabilmektedir. Hasta üzerinde oluşacak finansal, psikososyal ve medikal etkilerin yanında, bu durumun topluma genellenmesi ile Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) ve ülkemiz üzerine olacak sosyal ve finansal etkiler de kaçınılmaz olacaktır. Bu olumsuzlukların engellenmesi amacıyla damak yarığı eğitiminde eğitim alan cerrahların yetkinlik kazanması hedefi ve gerekliliği, Tıpta Uzmanlık Kurulu Müfredat Oluşturma ve Standart Belirleme Sistemi'nin (TUKMOS) yayınladığı Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Uzmanlık Eğitimi Çekirdek Müfredatında belirtilmiştir. Ancak yukarıda kısaca bahsedilen nedenlerden dolayı ve alternatif cerrahi eğitim araçlarının kısıtlılığınan dolayı bu hedef sıklıkla gerçekleştirilememektedir. Bu bağlamda cerrahi pratiği sağlayacak ulaşılabilir ve etkin eğitim materyallerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Damak yarıklarında komplikasyon gelişimini etkileyen çeşitli faktörler mevcuttur. Bunlar; yarıq tipi, yarıq genişliği, onarım yaşı, onarım tekniği, diseksiyon alanının genişliği, cerrahın deneyimi ve hastaya eşlik eden çeşitli anomaliler olarak sayılabilir.⁴⁻⁷ Bu değişkenler incelendiğinde, büyük çoğunluğunun yönetilebilir etmenler olduğu görülecektir. Yarıq tipi ve genişliği değiştirilemeyen faktörler olsa da hasta bazlı seçilecek cerrahi teknikler veya mevcut tekniklerin hastaya özgün olarak modifiye edilmesi ile fonksiyonel damak onarımı gerçekleştirilecektir. Bu hasta yönetim becerisi ise direkt olarak cerrahi deneyim ile ilişkilidir. Nitekim literatürde komplikasyon oranlarının cerrahi deneyim ve yetiyle^{8,9} direkt olarak ilişkili olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar mevcuttur.^{4,7,9}

Cerrahi eğitimde uzmanlık öğrencilerinin deneyiminin artırılması ve gerekli olan pratik eğitimin verilmesi amacıyla bazı yöntemler mevcuttur. Bunlardan biri cerrahi eğitiminde kadavra kullanımıdır. Ancak damak yarıklı kadavra gerek ülkemizde gerek ise yurt dışındaki diğer merkezlerde temini oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle pratik eğitimde kadavra kullanımı mümkün olmamaktadır. Damak yarıklı hayvan modeli ise, çeşitli bilimsel çalışmalarda uygun etik izinlerin alınmasını takiben kullanılabilir. Ancak rutin cerrahi eğitimde uygulanması etik ve teknik olarak mümkün olmamaktadır. Ayrıca söz konusu damak yarığı modelinin elde edilmesi zor olup anatomik olarak insan damak yarığına benzerliği düşüktür. Sonuç olarak hasta üzerinde eğitimin etik, medikal ve legal sonuçları nedeniyle, kadavra ve hayvan modellerinin ise teknik, finansal ve etik kısıtlılıkları nedeni ile, damak yarığı cerrahi eğitim modelleri damak yarığı cerrahi eğitiminde etkin ve güvenli tek yöntem olarak görülmektedir. Nitekim literatürde damak yarığı modellerinin eğitim aktivitelerinde etkin bir şekilde kullanılabilirliğini raporlayan çalışmalar bulunmaktadır.^{8,10,11} Bu bağlamda literatürde cerrahi pratiğe yönelik çeşitli damak yarığı modelleri tasarlanmıştır. Ancak bu modellerin çoğunluğu anatomik ve gerçekçi olmayıp, yalnız dar alanda cerrahi deneyimi sağlamaktadır.^{8,12-14} Literatürde anatomik tasarlanmış tek çeşit (Simulare Medical, Kanada) damak yarığı modeli mevcuttur.⁸ Ancak söz konusu modelin yalnızca Veau 2 yarıq tipinde olması, yüksek maliyet, vasküler anatomideki yetersizlik ve temin zorluğu gibi kısıtlılıkları mevcuttur. Bu kısıtlılıklar modelin eğitim faaliyetlerinde kullanılabilirliğini engellemekle birlikte, tek yarıq tipinin varlığı damak yarığı cerrahisindeki vomer flebi kullanılması ve pedikül serbestlenmesi gibi kritik aşamaların ve bazı cerrahi tekniklerin gerçekleştirilememesi nedeni olmaktadır. Bunun yanında, literatürdeki çalışmalarda, damak yarığı tipinin cerrahi sonuçlar ve komplikasyon oranları üzerine etkisi ortaya konmuştur.^{3,4,15} Literatürdeki mevcut eksikliğin ve damak yarığı cerrahi eğitimindeki aksaklıklar göz önünde bulundurulduğunda, çalışmamızın amacı, eğitim faaliyetlerinde kullanılabilecek gerçekçi, anatomik, ekonomik ve ulaşılabilir damak yarığı cerrahi eğitim modelinin tüm yarıq tiplerinde tasarlanarak etkinliğinin ortaya konmasıdır. Böylelikle cerrahi eğitimin temeli olan pratik eğitime katkı sunulması ve damak yarığı cerrahisinde tedavi başarısının artırılarak komplikasyon oranlarının, tekrarlı cerrahi girişimlerin, uzun hastane yatışlarının, yüksek finansal giderlerin ve negatif psikososyal etkilerin azaltılması hedeflenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız ile tasarlanan damak yarığı cerrahi eğitim modeli destek ünitesi, çerçeve ünitesi (bebek kafa modeli) ve damak ünitesi olmak üzere üç ayrı fonksiyonel üniteden oluşmaktadır.



Şekil 1. Üç üniteden oluşan cerrahi eğitim modelinin şematik görünümü.

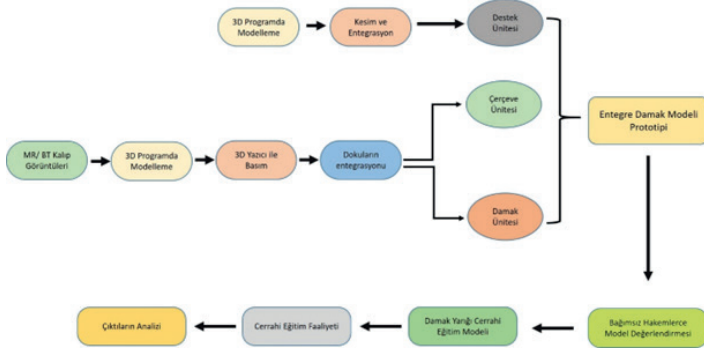
Damak ünitesi ve çerçeve ünitesi, 9 aylık bir bebeğin manyetik rezonans (MR) ve tomografi (BT) görüntüleriyle elde edilen anatomik oranlar kullanılarak oluşturulmuştur. Böylelikle yüksek gerçeklik elde edilmesi hedeflenmiştir. Modeldeki üç ünite birbirine entegre edilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Damak ünitesi cerrahinin yapılacağı ünite olup kullanım sonrası kemik iskeleti geri dönüştürülerek yeniden yumuşak dokular giydirecektir. Destek ve çerçeve üniteleri ise tekrarlı kullanımları uygun olacaktır. Böylelikle modelin düşük maliyetli olması hedeflenmiştir.

Destek ünitesi çerçeve ünitesinin hiperekstansiyon pozisyonunda sabitlenmesi amacıyla tasarlanmıştır (Şekil 1). Bu pozisyon cerrahin ameliyatı hastanın tepesinden yapmasını sağlayan pozisyonudur. Çerçeve ünitesi bebek kafasını temsil etmektedir. Temel amacı hastanın dar ağız açıklığını simüle etmesidir. Dar alanda cerrahi işlem becerisinin gelişmesine katkı sunacak şekilde ve 9 aylık bebeğin ölçülerinde tasarlanmıştır. Bunun yanında ağız açacağına takılmasının simüle edilmesini sağlamaktadır. Zira cerrahi işlem ağız açacağına takılmasıyla başlamaktadır.

Damak ünitesinin sert damak kısmı anatomik olarak oral mukoza – periost- kemik tabaka- periost katmanlarından oluşmaktadır. Palatin arter modellerde yer almakta olup, flep elevasyonları sırasında damar hasarlanmasının monitörize edilebilmesi amacıyla foramenden çıktıktan sonraki 1 cm'lik kısmı kırmızı donmayan akışkan silikon yağı ile basınç altında doldurulmuştur. Böylelikle cerrahinin can alıcı noktalarından biri olan flep mobilizasyonunun artırılması ve pedikül serbestlenmesi aşaması gerçekçi bir şekilde simüle edilmesi hedeflenmiştir. Yumuşak damak oral mukoza, glandüler doku, kas yapıları ve nazal mukoza katmanlarından oluşmaktadır. Sık kullanılan yumuşak damak onarım tekniklerinden olan intravelar veloplasti (IVVP) ve Furlow palatoplasti gibi tekniklerin uygulanabilmesi amacıyla levator veli palatini, tensör veli palatini ve uvula kasi modelde anatomik uzanımları ile yer almaktadır. Bunun yanında flep mobilizasyonunda zaman zaman fraktür yapılan hamulus yapısına da yer verilmiştir.

Dokuların genel tasarlama, modelleme, basım ve deneme aşamaları Şekil 2'de özetlenmiştir. Her aşamada, mühendis ekibi tarafından tasarlanan, modellenen ve basılan çıktılar cerrahi ekip tarafından pratik değerlendirilme (görünüm, anatomi, dokunma, bistiiri hissiyatı, traksi-

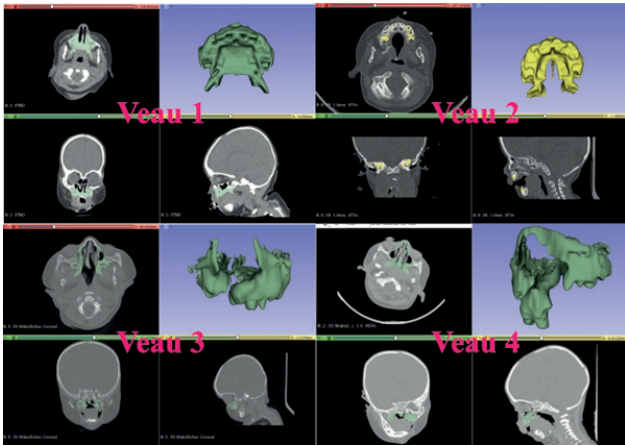
yon, diseksiyon, tutma ve dikme hissiyatları) ile test edilmiştir. Ayrıca çukurluk mühendisler tarafından laboratuvar (çekme testi, yırtılma mukavemeti) testlerine tabi tutulmuştur. Değerlendirmeler sonucunda yapılan çoklu revizyonlar sonrasında, yumuşak dokular fizyolojik ve anatomik morfolojilerinde basılarak iskelet kalıba anatomik olarak entegre edilerek model tamamlanmıştır. Ünitelerin entegrasyonu sonrası elde edilen model prototipi çalışmada yer almayan, farklı merkezlerden deneyimli cerrahlar tarafından test edilerek değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonrası geliştirilen cerrahi eğitim modeli, araştırma görevlilerinin katıldığı bir kursta kullanılarak etkinliği gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Modelin tasarlama, basım, entegrasyon ve deneme aşamaları.

Damak İskelet Kalıbının Basılması

Cerrahi eğitim modelinin tasarlanmasında, etik kurul onayını takiben hastane veri tabanından ICD-10 tanı kodları kullanılarak damak yarık- lı bebeklerin BT (Somatom Force; Siemens Healthcare, Forchheim, Almanya) ve MR (Siemens Magnetom Aeara, Siemens Healthcare, Erlangen, Almanya) görüntüleri kullanılarak üç boyutlu programlarda kalıp iskelet ve yumuşak doku modelinin elde edilmesi ile başlamış- tır.



Şekil 3. Bilgisayarlı tomografi görüntüleri kalıp alınarak tasarlanan kemik iskelet modellerinin görünümü.

Üç boyutlu modelleme için 3D Slicer programı (versiyon 4.11.20210226), Blender (versiyon 2.92) programı ve Meshmixer (versiyon 3.5.474) programları kullanılmıştır.16 Tasarlanan kemik dokunun basımında Ultimaker 3 marka üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır.17 Basımı tamamlanan Veau 1 kemik iskelet kalıbının mühendis ve cerrahi ekipçe analizi sonrası aynı algoritma ile diğer kemik modellerin basımı yapılmıştır.

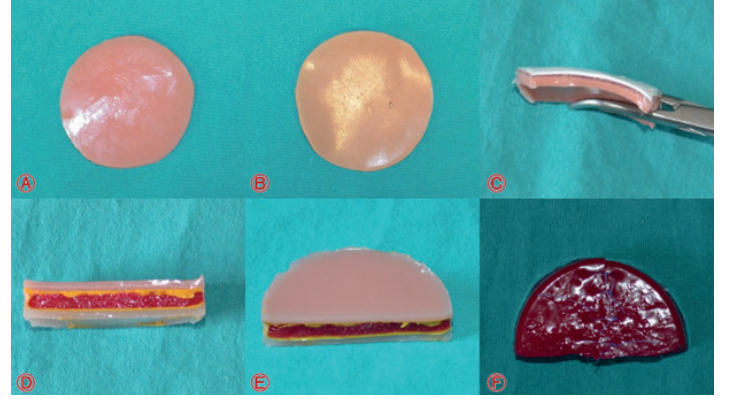
Yumuşak Doku Kalıplarının Basılması

Damak ünitesinin yumuşak doku katmanları, anatomik benzerliğe ulaşması amacıyla ayrı ayrı tasarlanmıştır. Bu yapılar iki komponentli silikon elastomerlerden oluşmuştur (SL3358A ve SL3358B, KCC Si-

likon, Güney Kore). Doku katmanlarının frajilite farkı silikon formülasyonlarına, değişen oranlarda silikon yağı (G Line T100, KCC Silikon, Güney Kore) eklenmesiyle polimerler arasındaki çapraz bağ sayısının değişimi sayesinde oluşmaktadır. Buna ek olarak, katmanların elastisitesini modifiye etmek amacıyla çeşitli fiber ve kumaşlar eklenmiş ve uygunluğu deneyimli cerrahlardan alınan geri bildirimler ile nihai formülasyonlara ulaşılmıştır.

Yumuşak damaktaki oral mukoza, parlak pembe renkli ve cerrahi müdahale sırasında tutma, dikme ve doku manipülasyonuna izin verecek şekilde formüle edilmiştir. Levator Veli Palatini kası, posteriordan silindirik şekilde başlayıp, giderek yayvanlaşarak sert damak posterioruna ve yarık hattında mukozaya tutunacak şekilde, fibriler yapıda ve kırmızı renkte, yine doku manipülasyonuna ve sütürasyona dayanıklılığı gerçekçi olacak şekilde fiber desteği ile tasarlanmıştır. Submukozal glandüler tabaka, mekanik olarak gerçeğine benzer şekilde oldukça frajil bir yapıda olacak şekilde tasarlanmıştır. Nazal mukoza ise, renk ton farkı ile oral mukozadan ayırt edilebilecektir.

Formülasyon aşamasında daire şeklinde üretilen doku katmanları deneyimli cerrahlar tarafından cerrahi değerlendirme ile dokuların dokunma, kesme (bistüri hissiyatı), tutma, traksiyon diseksiyon ve dikme hissiyatlarının gerçeğe benzerliği değerlendirilmiştir



Şekil 4. İlk aşamada üretilen yumuşak doku bloklarının görünümü. A: Nazal mukoza, B: Oral mukoza, C: Sert damak entegre oral mukoza ve periost yapısı, D ve E: Yumuşak damakta entegre oral mukoza, kas ve nazal mukoza yapısı, submukozal glandüler doku sarı renkli katman ile simüle edilmiştir, F: Kas dokusu. Cerrahi açıdan dokunma, bistüri, tutma, traksiyon, diseksiyon ve sütürasyon hissiyatlarının gerçekliğinin değerlendirilmesi açısından cerrahlar tarafından bloklar üzerinde işlemler uygulanmıştır.

Cerrahlar tarafından pratik değerlendirmeden geçerek revize edilen yumuşak doku kalıplarının objektif olarak gerçek doku ile benzerliklerinin test edilmesi için çeşitli laboratuvar testlerine tabi tutularak çekme ve yırtılma mukavemeti gibi mekanik testlere tabi tutulmuştur. Çekme testi Zwick/ Roell marka Universal Test Makinası (Universal Testing Machine – UTM) ile, Amerikan Test ve Malzeme Derneği (American Society for Testing and Materials International – ASTM) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Laboratuvar testleri ile dokuların mekanik özelliklerinin gerçeklik testi. A ve B: Universal test makinası ile çekme testi deney düzeneği. C: Yırtılma mukavemeti ölçümünde kullanılan Mark-10 marka masa üstü Universal test makinası ile çekme deney düzeneği.

(Şekil 5A ve B). Takiben, Mark-10 marka masa üstü Üniversal test makinesiyle yırtılma mukavemeti tayini yapılmıştır (Şekil 5-C).

Laboratuvar testleri yumuşak doku bloklarının gerçeklerine benzerliklerinin değerlendirilmesi ve uygun revizyonların yapılmasını takiben yumuşak dokuların blok şekli yerine anatomik şekillerinde modellenerek Veau I iskelet kalıba entegrasyon sürecine geçilmiştir. Veau 1 modelinin prototipi tamamlanıp izlenecek basım ve yumuşak doku algoritması oluşturulduktan sonra diğer damak modellerinin basımı ve doku entegrasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çerçeve ve Destek Ünitelerinin Oluşturulması

MR datasındaki çerçeve ünitesinde oluşan şekil bozuklukları Blender programı kullanılarak düzeltilerek Maya programı ile bebek kafasını temsil edecek çerçeve ünitesi modellenmiştir. Çerçeve ünitesinin arka paneli destek ünitesine ve damak ünitesi de çerçeve ünitesinin ağız içi bölümüne yapışkanlı bantlar (3M command) ile sabitlenebilmektedir. Destek ünitesi Pleksi materyalinden 45° açı ile bebek kafasını sabitleyebilecek şekilde tasarlanmıştır.

Elde Edilen Prototiplerin Bağımsız Hakemler Tarafından Analiz Edilmesi

Çeşitli aşamalardan geçerek üretimi tamamlanan destek, çerçeve ve damak üniteleri her tasarım ve basım işlemi sonrasında projede görevli olan cerrahlar tarafından değerlendirilerek mühendis ekibine geri bildirim yapılmış ve bu doğrultuda modeller üzerinde revizyonlar yapılmıştır. Ancak proje çıktısının geliştirilmesi, farklı bilimsel bakış açılarının sağlanması, farklı tecrübelerden yararlanılması ve potansiyel tekdüzelik ve yanlılıktan kaçınılması amacıyla, üretilen prototipler farklı değerlendirici cerrahlar tarafından analiz edilmiş ve önerileri alınmıştır. Davet edilen değerlendiricilerin projede yer almaması, farklı merkezlerde görev alması, alanında en az doçent unvanına sahip olması ve proje ile çıkar ilişkisinde olmaması gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Değerlendirme için literatür ile uyumlu olarak standardize değerlendirme formu oluşturularak modelin değerlendirilmesi anatomik değerlendirme ve cerrahi eğitim değerlendirmesi olmak üzere iki başlık altında analiz edilmiştir.^{10, 18, 19} Modelin anatomik ve fizyolojik özellikleri dört derecede skorlanmıştır.

Anatomik Değerlendirme				
	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
Damak ünitesinin Görünümü				
Çerçeve ünitesinin görünümü				
Mukozanın Bistüri Hissiyatı				
Mukozanın tutma hissiyatı				
Mukozanın çekme hissiyatı				
Mukozanın dikiş hissiyatı				
Kasın kesme hissiyatı				
Kasın çekme hissiyatı				
Kasın dikiş hissiyatı				
Damak ünitesinin genel anatomik yapısı				
Kasların anatomik uzanımı				
Vasküler yapıların anatomik yapısı				
Cerrahi Eğitim Değerlendirmesi				
Modelin cerrahi eğitimde kullanılabilirliği	Uygun değil	Uygun		
Dar cerrahi alanda cerrahi eğitim				
Kas diseksiyonu				
Pedikül serbestlenmesi				
Mukoperiosteal flep elevasyonu				
Two flap palatoplasti				
Intravelar veloplasti				
Furlow palatoplasti				
Dorrance palatoplasti				
VV push-back				
Von Langenbeck				
Öneriler				

Şekil 6. Değerlendiricilerin analizi sırasında kullanılan standardize parametreler formu.

Cerrahi eğitim değerlendirmesi ise iki derecede skorlanmıştır. Burada model üzerinde yapılabilecek cerrahi teknikler de değerlendirmeye dahil edilmiştir. Böylelikle modelin damak yarığı cerrahi onarım tekniklerinde kapsayıcılığının değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Değerlendiriciler her bir üniteyi ayrı ayrı (destek, çerçeve ve damak üniteleri) değerlendirdikten sonra üniteler entegre edilerek bir bütün halinde cerrahi değerlendirmeye tabi tutmuştur. Cerrahi değerlendirmeye ağız açacağına uygun şekilde yerleştirilmesiyle başlamıştır. Değerlendirmede modelin görünüm, dokunma, bistüri (kesme) hissiyatı, tutma, traksiyon (çekme) ve dikiş hissiyatı ile tüm yapıların anatomik yapısı değerlendirilerek skorlanmıştır. İkinci aşamada modelin cerrahide kullanılabilirliği, dar alanda cerrahi eğitim, diseksiyon ve diğer cerrahi prosedürlerin uygunluğu değerlendirilmiştir. Prosedür tamamlandıktan sonra ise sözel deneyim aktarımı, yorumlama ve bilimsel tartışma gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonrası elde edilen veriler proje ekibince analiz edilerek modeller üzerinde düzenlemeler yapılmıştır.

Modelinin Damak Yarığı Cerrahi Kursunda Kullanımı ve Etkinliğinin Analizi

Çalışma kapsamında plastik cerrahi dördüncü yıl araştırma görevlili-

rine yönelik DDY alanında iki günlük bir eğitim kursu düzenlenmiştir. Eğitim kursu teorik ve pratik oturumlardan oluşmuştur. Teorik oturumları damak yarığı onarımında farklı yöntemlerin görselleştirildiği video oturumları takip etmiştir. Kursun ikinci gününde ise model cerrahisi oturumu gerçekleştirilmiştir. Model cerrahisinde DDY alanında deneyimli üç cerrahin gözetiminde plastik cerrahi araştırma görevlilerine dört farklı Veau yarık tipinde modeller üzerinde cerrahiler gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar daha önce damak yarığı onarımı yapmamış ancak asiste etmiştir. Her kursiyer eğitmen eşliğinde damak yarığı onarımındaki aşamaları simüle ederek ikişer adet model üzerinden cerrahiye gerçekleştirmiştir. Cerrahi onarım algoritması işlem öncesinde kursiyerlere yazılı olarak verilmiştir.

Tablo 1. Model Cerrahisi Algoritması

İki Flep Palatoplasti, VY Push-Back	Furlow Palatoplasti
Pozisyonlandırma	Pozisyonlandırma
Ağız açacağına takılması	Ağız açacağına takılması
Görsel kayıtların alınması	Görsel kayıtların alınması
Cerrahi sahanın hazırlanması	Cerrahi sahanın hazırlanması
Lokal anestezi enjeksiyonu	Lokal anestezi enjeksiyonu
İnsizyonların yapılması	Fleplerin tasarlanması
Subperiosteal diseksiyon	İnsizyonların yapılması
Pedikül serbestlenmesi	Fleplerin elevasyonu
Sert damak nazal mukozaya serbestlenmesi	Flep transpozisyonu ve inseti
Kas diseksiyonu	Uvuloplasti
Vomer flebinin hazırlanması	Nazal tabaka onarımı
Uvuloplasti	Oral mukozanın onarımı
Nazal tabaka onarımı	Görsel kayıtların alınması
Kas onarımının yapılması	Ağız açacağına güvenli çıkarılması
Oral mukozanın onarımı	
Görsel kayıtların alınması	
Ağız açacağına güvenli çıkarılması	

Model cerrahisi öncesi ve sonrasında damak yarığı cerrahisi ile ilgili düzey ve durum değerlendirmesi her bir kursiyer ile standardize anket ile yapılarak veriler kayıt altına alınmıştır.

Tablo 2. Kursiyer değerlendirme anketi

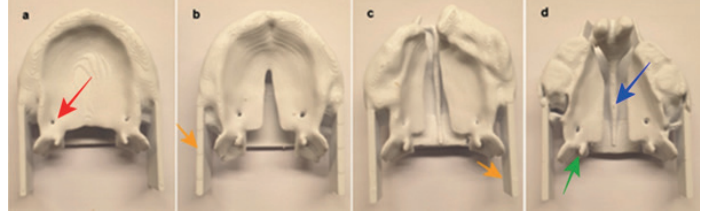
Uzmanlık eğitiminizin kaçınıcı yılındasınız?	1.yıl	2.yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl
Daha önce damak yarığı onarımı yaptınız mı?	Evet	Hayır	Belirtiniz:		
Uzmanlık sonrası damak yarığı onarımı yapmayı planlıyor musunuz?	Evet	Hayır	Belirtiniz:		
Daha önce model cerrahisine katıldınız mı?	Evet	Hayır	Belirtiniz:		
Daha önce dudak damak yarıkları alanında bir kursa katıldınız mı?	Evet	Hayır	Belirtiniz:		
Damak yarığı cerrahisini zorluk düzeyi olarak sınıflayınız.	1. Çok kolay	2. Kolay	3. Orta	4. Zor	5. Çok zor
Damak yarığı konusundaki teorik bilgi düzeyini belirtiniz	1. Çok yetersiz	2. Yetersiz	3. Orta düzey	4. Yeteli	5. Çok iyi
Kendinizi damak yarığı onarımı konusunda hangi düzeyde görüyorsunuz?	1. Çok yetersiz	2. Yetersiz	3. Orta düzey	4. Yeteli	5. Çok iyi
Model cerrahisi sizin için yararlı oldu mu?	Evet	Hayır	Belirtiniz:		
Bebeklerde ağız içi girişim yapma konusunda kendinize güven düzeyinizi belirtiniz	1. Çok düşük	2. Düşük	3. Orta düzey	4. Yüksek	5. Çok yüksek
Modellerin aşağıdaki cerrahi aşamaları simüle etme yeterliliklerinizi derecelendirmeniz	1. Çok yetersiz	2. Yetersiz	3. Orta düzey	4. Yeteli	5. Çok iyi
Ağız açacağına yerleştirilmesi ve pozisyonlandırma	1	2	3	4	5
Yarık tipine göre onarım planlanması	1	2	3	4	5
İnsizyonların tasarlanması ve lokal anestezi enjeksiyonu	1	2	3	4	5
İnsizyonların yapılması	1	2	3	4	5
Mukoperiosteal flep elevasyonu	1	2	3	4	5
Pedikül serbestlenmesi	1	2	3	4	5
Nazal mukozaya serbestlenmesi	1	2	3	4	5
Vomer flebinin elevasyonu	1	2	3	4	5
Kas diseksiyonu	1	2	3	4	5
Uvuloplasti	1	2	3	4	5
Nazal tabaka onarımı	1	2	3	4	5
Kas onarımı	1	2	3	4	5
Oral mukozanın onarımı	1	2	3	4	5
Furlow palatoplasti flep tasarımı ve elevasyonu	1	2	3	4	5
Fleplerin inseti	1	2	3	4	5
Ağız açacağına çıkarılması	1	2	3	4	5
Dar ağız açığına cerrahi manipülasyon	1	2	3	4	5

Böylelikle model cerrahisi üzerinde yapılan pratik eğitimin etkinliğinin analiz edilmesi hedeflenmiştir.

BULGULAR

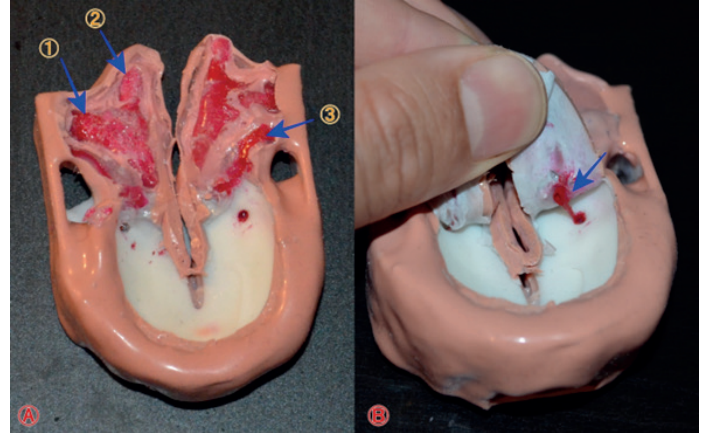
İskelet Modelleri

Yapılan üç boyutlu modelleme, optimizasyonlar ve basım işlemi sonrası elde edilen iskelet modelleri Şekil 7'de gösterilmektedir. Okla gösterilen ve modellerin yan taraflarından posterior yönlü uzanan eklentiler yumuşak doku desteği ve kasların origoları olarak işlev göstermekte olup yumuşak damak stabilizasyonunu sağlamak için tasarlanmıştır. Foramen palatinum majus, vomer ve hamulus yapıları modelin gerçekliğinin artırılması ve etkin bir cerrahi deneyim için kemik modellerde başarı ile tasarlanmıştır (Şekil 7).



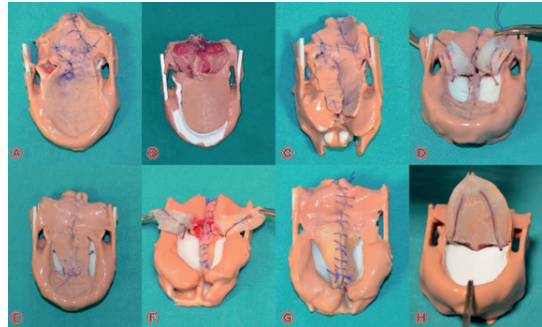
Şekil 7. Üç boyutu basımı yapılan damak iskelet modelleri. Modelin gerçekliğinin artırılması amacıyla tasarlanan foramen palatinum majus kırmızı, hamulus yeşil, vomer ise mavi ok ile gösterilmiştir. Kasların origosu olarak işlev görecektir eklenti ise sarı ok ile gösterilmiştir.

Yumuşak Doku Karakteristikleri ve Entegre Damak Ünitesi Testler sonrası üretilen damak ünitesi prototipleri Şekil 8'de sunulmuştur.



Şekil 8. Kasların ve great palatin arterin damak ünitesine anatomik entegre hallerinin görünümü. A-1: Levator veli palatini kası, A-2: Uvula kası, A-3: Tensör veli palatini kası, B: Vasküler pedikülün modelde görünümü. Flep elevasyonu sırasında damar hasarlandığı için okla gösterilen alanda kanı simüle eden sıvı kaçıışı olmuş, bu durum cerrahide elzem olan vasküler yaralanmanın monitörizasyonunu sağlamıştır.

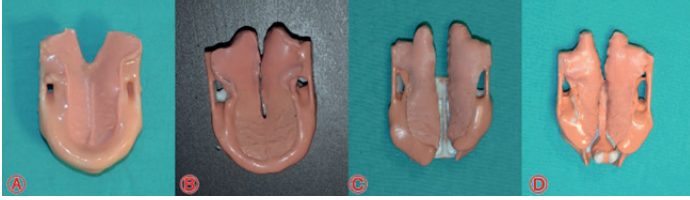
Modelde mukozanın yapıları, glandüler doku, kas dokusu ve periost gerçek dokulara benzer elastisite ve yırtılma yapısıyla üretilmiştir. Levator ve tensör veli palatini kasları gerçek anatomilerine benzer şekilde, başlangıçta tübüler yapıda iken yarık hattı ve sert damak posteriora yaklaştıkça yayvanlaşıp incelerek insersiyon yapacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 9. Damak ünitesi üzerinde gerçekleştirilen bazı cerrahi işlemler. A: Veau I damak ünitesinde yumuşak damak Furlow palatoplasti ile onarımı, B: Veau I damak ünitesinde intravelar veloplasti ile levator kas onarımı, C: Veau IV damak ünitesinde iki flep palatoplasti ile Furlow palatoplasti kombinasyonu, D ve E: Veau II damak ünitesinde VY push-back tekniği ile damak onarımı, F ve G: Veau III damak ünitesinde iki flep palatoplasti, H: Dorrance palatoplastide mukope-

riosteal flep elevasyonu, D ve F: Mukoperiosteal flep içerisinde great palatin arter seyri görülmektedir.

(Şekil 9-A1). Kasların anatomik yapısı ve uzanımı, dinamik velum elde edilmesinde önemli bir yere sahip olan iki yöntemin, intravelar veloplasti ve Furlow palatoplasti tekniklerinin model üzerinde simüle edilmesine olanak sağlamaktadır²⁰



Şekil 10. Son revizyonlardan sonra damak ünitesi prototiplerinin görünümü. A: Veau I, B: Veau II, C: Veau III ve D: Veau IV.

(Şekil 10). Elde edilen modellerde, vasküler yaralanmanın monitörize edilmesi amacıyla planlanan vasküler pediküllerin modellemesi, basımı, katılaşmayan ve kanı simüle eden sıvı silikon yağı ile basınçlı doldurulması ve iskelet kalıba entegrasyonu başarı ile sonuçlandırılmıştır (Şekil 9-B). Böylelikle, literatürdeki benzerine göre belirgin bir üstünlüğü olmuştur. Zira damak yarığı onarımında yeterli flep mobilizasyonu için pediküllerin çevre periosteal bağlantılardan serbestlenmesi gerekmektedir.

Çerçeve ve Destek Üniteleri

Metot kısmında özetlenen tasarım, basım ve entegrasyon aşamalarını takiben elde edilen çerçeve ve destek ünitesi



Şekil 11. Damak, çerçeve ve destek ünitelerinin cerrahiye hazır olan entegre görünümü.

Şekil 11'de sunulmuştur. Çerçeve ünitesi ile destek ünitesi birbirlerine cırt bantlar ile tutturulmuş olup ihtiyaç halinde sökülüp takılabilmektedir. Her iki ünite tüm damak üniteleriyle uyumlu olup tekrarlı kullanıma uygun olarak başarılı bir şekilde tasarlanmıştır.

Prototiplerin Hakemler Cerrahlar Tarafından Analizi

Farklı merkezlerden davet edilen, proje ile ilişkisi olmayan ve alanında uzman dört deneyimli cerrahın standardize değerlendirme formu verileri Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Değerlendiricilerin model analizi sonrası değerlendirme sonuçları ve skorları

	Değerlendirici			
	1	2	3	4
Anatomik Değerlendirme				
Damak ünitesinin Görünümü	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Çerçeve ünitesinin görünümü	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	İyi
Mukoza'nın bütünü Hissiyatı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Mukoza'nın tutma hissiyatı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Mukoza'nın çekme hissiyatı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Mukoza'nın dikiş hissiyatı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Kasın kesme hissiyatı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Kasın çekme hissiyatı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Kasın dikiş hissiyatı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Damak ünitesinin genel anatomik yapısı	İyi	İyi	Çok iyi	Çok iyi
Kasların anatomik uzanımı	Çok iyi	İyi	Çok iyi	Çok iyi
Vasküler yapıların anatomik yapısı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Modelin cerrahi eğitimde kullanılabilirliği	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Cerrahi Değerlendirme				
Dar cerrahi alanda cerrahi eğitim	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Kas diseksiyonu	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Pedikül serbestlenmesi	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Mukoperiosteal flep elevasyonu	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Two flap palatoplasti	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Intravelar veloplasti	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Furlow palatoplasti	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Dorrance palatoplasti	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
VY push-back	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Von Langenbeck	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun

Değerlendiricilerin tamamı modelin literatürde tanımlanmış damak yarığı onarım tekniklerinin simüle edilmesinde kullanılmasına uygun olduğu görüşünü iletmislerdir. Ayrıca modelin genel anatomik ve fizyolojik özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, modelin cerrahi eğitimde etkin bir şekilde kullanılabilirliğini ve modelin eğitim alan cerrahlara öğrenim eğrisi dik olan damak yarığı cerrahisiyle ilgili belirlenen deneyim ve beceri sağlayacağı sonucuna varmışlardır (Tablo 3). İncelemeler sonucunda değerlendiricilerin bazı önerileri de kayıt altına alınmıştır. Bunlar özellikle Veau 3 ve 4'te yumuşak damak uzunluğunun fazla olduğu, çerçeve ünitesinde ağız açacağı'nın stabilitesinin artırılması amacıyla üst dudak altına bir ark eklenmesi ve çerçeve ünitesinde dil üzerine entübasyon tüpünü simüle edecek bir eklentinin eklenmesidir. Son öneri proje süresini belirgin olarak uzatacağı için modelde uygulanamamakla birlikte, üretilen model baz alınarak planlanan projelerde modele eklenebileceği düşünülmektedir. Modelinin Damak Yarığı Cerrahi Kursunda Kullanımı ve Etkinliğinin

Analizi

Düzenlenen eğitim kursuna uzmanlık eğitimlerinin dördüncü yılında olan, üç farklı klinikten yedi araştırma görevlisi katılmıştır. Model cerrahisine katılımcılar tarafından Dorrance palatoplasti, iki flep palatoplasti, VY push-back palatoplasti, intravelar veloplasti ve Furlow palatoplasti teknikleri başarı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 10). Katılımcılara yapılan anket sonucunda araştırma görevlilerinin tamamı model cerrahisinin oldukça yararlı olduğunu bildirmiştir (Tablo 4). Bunun yanında, model cerrahisinin damak yarıkları cerrahisi konusunda katılımcıların kendilerine güvenlerini ve DDY alanına ilgilerini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Katılımcılara Yönelik Anketler ile Elde Edilen Genel Bilgiler ve Modelin Genel Etkisi

	Evet (0)	Hayır (7)				
Daha önce damak yarığı onarımı yaptınız mı?	Evet (0)	Hayır (7)				
Daha önce model cerrahisine katıldınız mı?	Evet (0)	Hayır (7)				
Daha önce DDY alanında bir kursa katıldınız mı?	Evet (0)	Hayır (7)				
Model cerrahisi sizin için yararlı oldu mu?	Evet (7)	Hayır (0)				
	Model Cerrahisi Öncesi		Model Cerrahisi Sonrası			
Uzmanlık sonrası damak yarığı onarımı yapmayı planlıyor musunuz?	Evet (2)	Hayır (5)	Evet (4)	Hayır (3)		
Damak yarığı cerrahisini zorluk düzeyi olarak sınıflayınız.	Çok Zor (5)	Zor (2)	Çok Zor (2)	Zor (2)	Orta (3)	
Damak yarığı konusundaki teorik bilginizin düzeyi nedir?	Orta düzey (2)	Yeterli düzeyde (5)	Orta düzey (2)	Yeterli düzeyde (5)		
Kendinizi damak yarığı onarımı konusunda hangi düzeyde görüyorsunuz?	Çok yetersiz (4)	Yetersiz (2)	Orta düzey (1)	Yetersiz (6)	Orta düzey (1)	
Bebeklerde ağız içi girişim konusunda kendinize güven düzeyinizi belirtiniz?	Çok düşük (4)	Düşük (2)	Orta düzey (1)	Yetersiz (1)	Orta düzey (1)	Yüksek (5)

Not: Model öncesi ve sonrası veriler "cevap" ve parantez içinde "cevabı veren kursiyer sayısı" olarak sunulmuştur.

TARTIŞMA

Cerrahi tecrübenin komplikasyon oranları, konuşma sonuçları ve maksillofasial büyüme üzerine etkileri ve önemli kliniğimizi cerrahi eğitime katkı sunacak araçların araştırılmasına ve geliştirilmesine yöneltmiştir. Yapılan literatür taramasında, cerrahi eğitim modellerinin kullanılmasının eğitim alan cerraha deneyim, dar alanda cerrahi beceri, hassas doku manipülasyonları ve kendine güven sağlamanın pratik, tekrarlanabilir, güvenli ve uygun maliyetli yolu olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak modelin cerrahi eğitimde etkin olabilmesi için anatomik (görünüm, mukozal yapı, kas uzanımları, periost ve vasküler yapı) ve fizyolojik (dokunma, kesme, diseksiyon, tutma, çekme ve dikiş hissiyatları) özelliklerinin mümkün olduğunca gerçekçi olması gerekmektedir. Bu noktada çalışmamız ile cerrahi hasta üzerinde işlem yapabilecek deneye getirilmesine katkı sunacak gerçekçi, anatomik, ulaşılabilir, ekonomik ve yerli bir model tasarlanarak üretilmiştir. Böylelikle cerrahi sonrası komplikasyonların azaltılması ile SGK ve hastalar üzerindeki sosyal, psikolojik ve finansal yüklerin azaltılması hedeflenmiştir.

Damak yarığı eğitiminde uzmanlık öğrencilerinin yetkinlik kazanması hedefi ve gerekliliği, Tıpta Uzmanlık Kurulu Müfredat Oluşturma ve Standart Belirleme Sistemleri'nin (TUKMOS) yayınlamış olduğu Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Uzmanlık Eğitimi Çerçirek Müfredatının girişimsel yetkinlikler başlığında belirtilmiştir. Bu durumda, cerrahin veya araştırma görevlisinin teorik bilgide donanımlı hale gelmesi takiben, eğitimde elzem olan pratik eğitimin verilmesi oldukça değerlidir. Damak yarığı cerrahi onarımı sırasında, deneyimli bir cerrahin eğitim alacak bireye onarımın bir kısmını veya tamamını yaptırması potansiyel olarak en etkin eğitim yöntemi olarak görülebilir. Ancak hasta yaşının küçük olması (ortalama dokuz ay), ağız açıklığının dar olması, cerrahi alanın kısıtlı olması, kullanılacak doku boyutlarının hastayla orantılı olarak küçük olması, hastanın eşlik eden anomalilerinin olması gibi nedenler bu eğitimi neredeyse imkansız hale getirmektedir. Damak onarımında söz konusu kısıtlı dokuların kesisi, diseksiyonu, tutulması ve dikilmesi aşamalarının tamamı ciddi düzeyde titizlik ve hassasiyet gerektirmektedir. Bu dokuların küçük boyutta

olmasının yanında kolay yırtilır yapıda olması cerrahi başarıyı belirgin olarak etkilemektedir. Bu aşamada olacak uygun olmayan bir onarım, takip eden süreçte komplikasyonlara ve tekrarlı cerrahi girişimler silsilesine neden olmaktadır. Hastanın yaşına, hassas doku yapısına, dar cerrahi alana ve öngörülemeden cerrahi sonuçlar nedeniyle, genel olarak eğitici konumundaki cerrahlar, eğitim alan asistanlara damak onarımı yaptırma hususunda isteksiz olmaktadır. Her ne kadar deneyimli olan cerrah vakanın ameliyatında bulunsun da cerrahın direkt olarak kontrol edemediği doku traksiyonu, uygun olmayan diseksiyon ve pedikül hasarı gibi değişkenler istenmeyen sonuçlara neden olabilmektedir. Bu durum, uzmanlık eğitimi alan doktorların yeterli sayıda damak onarımı yapamaması ve bu konudaki pratik eğitimlerinin yetersiz olması ile sonuçlanmaktadır. Bu ise uzmanlık eğitimi tamamlandıktan sonra, ülkemizin çeşitli noktalarındaki hizmetlerinde damak onarımı yapmaları durumunda belirgin olarak yüksek komplikasyon oranları ile sonuçlanmaktadır.

Literatürdeki farklı çalışmalarda damak yarıklı bebeklerin özellikli anatomik yapıları, eşlik eden anomaliler ve postoperatif havayolu değişimleri nedeniyle yüksek komplikasyon oranları olduğuna vurgu yapılmıştır.²¹ Bu durum, damak yarığı onarımında cerrahın deneyiminin önemini arttırmaktadır. Von Ungern-Sternberg ve ark. tarafından raporlanan bir çalışmada, damak yarığı olmayan pediatrik hasta grubunda cerrahi sonrası komplikasyon oranı %7 ile %15 arasında iken, damak yarıklı hastalarda komplikasyon oranı %6 ile %38 arasında olduğu bildirilmiştir.²² Bunun yanında cerrahın deneyimi, uygun olmayan hasta pozisyonu ve ağız açacağına basısına bağlı dilde azalmış venöz dönüş ve ödem, diseksiyon alanının geniş olması, gereksiz insizyonların yapılması, cerrahinin uzaması, dokuların uzamış manipülasyonu ve doku hasarı postoperatif komplikasyonları belirgin olarak arttırmaktadır.^{23,24} Komplikasyon oranlarını arttıran etmenler incelendiğinde, tamamının cerrahın deneyimi ile direkt olarak ilişkili olduğu görülecektir. Deneyimli bir cerrah, hasta pozisyonundan başlayıp ağız açacağına konmasından doku manipülasyonu gibi cerrahinin her adımında tecrübenin vermiş olduğu hassas, pratik, sorun çözücü ve hızlı cerrahi manipülasyonu ile etkin bir hasta yönetimi ve düşük komplikasyon oranlarını sağlamaktadır. Öte yandan, yeterli deneyimi olmayan bir cerrah, ameliyatın teknik etkinliğinin (gerilimsiz ve anatomik onarım, fonksiyonel ve mobil velum) suboptimal olmasının yanında (yüksek fistül ve velofaringeal yetmezlik oranları), özellikle uzamış cerrahi süreye bağlı tekrarlı doku manipülasyonu ve bunun neden olduğu hasar, uzamış dil kompresyonu, uzamış pozisyonel staz etkisi (boynun hiperekstansiyonu ve trendelenburg) ve uzamış anestezi süreleri nedeniyle komplikasyon oranlarının artmasına neden olacaktır.²⁵ Bu durum damak yarığı onarımında, hasta yaşı da göz önünde bulundurulduğunda cerrahın deneyiminin önemini gözler önüne sermektedir.

Cerrahin deneyimi yalnızca erken postoperatif komplikasyonlar üzerine değil, ayrıca fistül gelişimi, velofaringeal yetmezlik (VFY) ve tekrarlı sekonder cerrahiler üzerinde etkisi literatürdeki farklı çalışmalarda bildirilmiştir.^{4,7,9} Williams vd. (2011) dört farklı cerrahin yapmış olduğu damak onarımları sonrası, deneyimli iki cerrahin fistül oranlarını %9 ve %13 olarak raporlarken, daha az deneyimli olan iki cerrahin fistül oranlarının %14 ve %21 olduğunu ortaya koymuştur.⁹ Bu çalışmalarda cerrahın deneyimi arttıkça komplikasyon oranlarının düştüğü, cerrahi sonuçların optimize olduğuna dikkat çekilmiştir. Bu bağlamda literatürde tanımlanmış damak onarım metodlarından en az birer kere asistanlar tarafından, rahat bir ortamda, anatomik olarak gerçekçi bir model üzerinde yapılması oldukça etkili olacaktır. Model üzerinde kazanılan belli düzeyde deneyim ve özgüven, gerçek hasta üzerinde yapılacak takip eden ameliyatlarda başarı oranını arttıracak, komplikasyon oranını düşürecektir. Cerrahi modellerin eğitimlerde ve cerrahi kurslarda kullanımı ve etkinliği literatürdeki çeşitli yayınlarda gösterilmiştir.^{11,19,26} Podolsky ve ark. (2017) model kullanılarak uygulanan damak yarığı eğitiminde, katılımcıların %93'ü cerrahi modelin eğitimde yararlı olduğunu belirtmişlerdir.⁸ Bu çalışmada katılımcıların %85'i modelin gerçekçi olduğunu, %11'i kararsız %4'ü ise modelin gerçekçi olmadığını belirtmiştir. Cerrahi eğitim modelinin eğitimdeki katkısı Kantar ve ark. (2022) raporladığı çalışmada da raporlanmıştır.¹⁰ Benzer bulgulara çalışmamız ile de ulaşılmış olup gerek deneyimli cerrahlarca, gerek ise araştırma görevlilerince modelin eğitim faaliyetlerinde etkin bir şekilde kullanılabilceği ve cerrahi deneyime katkı sunduğu ortaya konmuştur. Bu bağlamda damak yarığı cerrahi eğitiminde model kullanılması amaç hastanın komplikasyon riskini arttırmadan, doku hasarı yapmadan, rahat bir ortamda asistanların veya cerrahların damak yarığı pratiğini yapmasını sağlamaktır. Böylece gerçek hastanın cerrahi sonucunu riske atmadan, asistanla-

rın deneyimi ve kendine güvenini geliştirilebilecektir.

Literatürde cerrahi pratiğe yönelik çeşitli damak yarığı modelleri tasarlanmıştır. Bu modeller, damak yarıklı bebeğin dar oral kavitesini taklit ederek kısıtlı ortamda cerrahi girişim kabiliyetini arttırabilmektedir. Ancak bu modellerin çoğunluğu anatomik olmayıp, yalnız dar alanda cerrahi deneyimi sağlamaktadır.^{8,12,14} Literatürde, çeşitli laboratuvar testleri ile gerçek dokuya benzer anatomik yapıda tasarlanmış tek çeşit (Simulare Medical, Kanada) damak yarığı modeli mevcuttur.⁸ Ancak söz konusu modelin bazı dezavantajları mevcuttur. İki damak yarığı onarımında önem arz eden büyük palatin arterin eksik olmasıdır. Bu modelde arter sembolik olarak bulunmakta, ancak kan benzeri bir sıvıyla dolu olmadığı için diseksiyon sonrası damarın bütünlüğü değerlendirilememektedir. Oysa damak yarığı onarım yöntemlerinde, onarım hattı gerginliğinin azaltılması için pedikül çevresi yapıların serbestlenmesi ve flep hareketliliğinin artırılması oldukça önemlidir.²⁷ Bu işlem yapıldığı esnada, cerrahinin can alıcı noktalardan biri, pedikül serbestlenmesi sırasında vasküler hasarlanma olmamasıdır. Hasarlanma durumunda kısmi flep kaybı ve buna bağlı onarımı güç anterior damak fistülü gelişmesi kaçınılmaz olacaktır.²⁸ Bu önemli cerrahi aşamaları mevcut modelde simüle edilememesi önemli bir eksik nokta olarak görülmektedir. Bu noktada çalışmamız ile tasarlanan modelde, pedikül segmenti modifiye edilmiştir (Şekil 8-B). Pedikülün forameninden çıktıktan sonraki yaklaşık bir santimetrelilik kısmında kanı taklit edecek sıvı bulunmaktadır. Böylece pedikül çevresi diseksiyonundaki muhtemel damar hasarı monitörize edilecektir. Bu ise damak onarımında önemli olan bu aşamanın daha gerçekçi, daha efektif olmasını sağlayacaktır.

Modelin ikinci dezavantajı yurt dışı menşeli olması nedeniyle modelin temininin zor ve maliyetli olmasıdır. Literatürdeki asistan eğitim modellerinde, her asistan veya yan dal uzmanı, tek yarık tipinde birden fazla onarım yapmaktadır. Bu sayılar göz önünde bulundurulduğunda, eğitimler için yurt dışı kaynaklı mevcut modelin temin edilmesinin maliyetin yüksek olması kaçınılmaz olacaktır. Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, 10 yıllık kalkınma planında "İthalata olan bağımlılığın azaltılması programı" ve "yerli üretim programı" yayınlamıştır. Çalışmamız ile cerrahi eğitimde etkin olarak kullanılacak bu ürünün yerli üretimi sağlanarak dışa bağımlılığımız azalacak, maliyetlerin azalması nedeniyle ülke ekonomisine katkıda bulunulacaktır. Literatürde tanımlanmış benzer modellerin (Simulare Medical) yaklaşık maliyet fiyatı 2000 dolar olmaktadır. Çalışmamız üretilen model (damak + çerçeve + destek ünitesi) 3220 TL'ye (161 dolar) mâl olmuştur. Bu maliyetler göz önünde bulundurulduğunda proje çıktımız ile ülkemizin bilimsel kazancının yanında, finansal çıkarlarının da korunduğu görülmektedir.

Mevcut modelin bir diğer dezavantajı tek çeşitli yarık tipinin olmasıdır. Söz konusu model izole Veau 2 damak yarığı olarak tasarlanmıştır.⁸ Hâlbuki onarımı özellikli olan, farklı cerrahi yaklaşımlar gerektiren diğer yarık tipleri modelde mevcut değildir. Örneğin Veau 4 yarık tipinde kullanılması muhtemel olan vomer flebi söz konusu modelde mümkün olmayıp, çalışmamız ile tasarlanan olan modelde bu tekniğin simüle edilmesi mümkündür. Böylece sık görülen bu damak yarığı tipinin cerrahi model ile pratik eğitimi sağlanacaktır. Literatürde yayınlanmış çalışmalarda, yarık tipinin bilateral ve komplet olması durumunda, yani Veau 4 yarık tipli hastalarda komplikasyon oranlarının yüksek olduğu bildirilmiştir.^{3,4,15} Bu durum, cerrahi eğitim modelinde Veau 4 yarık tipi ve diğer yarık tiplerinin bulunmasının önemini ortaya koymaktadır.

Literatür bilgileri ve çalışmamız ile elde edilen modeller göz önünde bulundurulduğunda, modelin cerrahi eğitimde etkin ve faydalı bir şekilde kullanılabilceği öngörülse de çalışmamızın bazı kısıtlılıkları mevcuttur. Öncelikle modelde genel kanama simülasyonunun yüksek maliyeti ve teknik zorlukları nedeniyle bulunmamaktadır. Öte yandan, araştırma görevlileri ile yapılan eğitim faaliyetinin daha yüksek katılımlı kursiyerler ile yapılması, modelin etkinliğinin ortaya konması ve geliştirilmesi açısından yararlı olacaktır.

SONUÇ

Çalışmamız ile damak yarığı cerrahi eğitiminde etkin olarak kullanılabilcek, anatomik, gerçekçi, ulaşılabilir, ekonomik ve yerli imkanlarla üretilen bir cerrahi eğitim modelinin üretimi başarı ile gerçekleşmiştir. Ayrıca modelin cerrahi eğitim faaliyetlerinde kullanılabilirliği ve etkinliği deneyimli cerrahlarca ve düzenlenen eğitim kursu ile doküman- tedir. Böylelikle hastaların cerrahi sonuçlarını riske atmadan, model üzerinde ve rahat bir ortamda pratik yapılarak, cerrahların

deneyim seviyelerinin arttırılmasına, erken ve geç komplikasyon oranlarının azaltılmasına, böylelikle hastaneye başvuru sayısı ve yatış süresinin/sıklığının azaltılmasına ve tekrarlı cerrahi girişimlerin engellenmesine katkı sunacaktır. Bu bağlamda hastaların psikososyal ve finansal mağduriyetleri engellenecek, önenebilir sağlık giderlerinin ve SGK üzerindeki mali yükün azaltılmasına katkı sunulacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamız Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 1005 projesi (Proje No: 120S341) kapsamında desteklenmiş olup, modelin üretimi ile ilgili finansman TÜBİTAK tarafından karşılanmıştır. Ayrıca modelin araştırma görevlilerine yönelik bir eğitim faaliyetinde kullanımı Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı (TİKA) tarafından desteklenmiştir. Bu bağlamda çalışmamıza sağladıkları katkı nedeniyle TÜBİTAK ve TİKA'ya teşekkür ederiz.

Yazarların Katkıları

MK: Verilerin taranması, analizi, modelin pratik değerlendirilmesi, literatür taraması ve makalenin yazımı

BG: Modelleme, basım ve dokuların laboratuvar testlerinin yapılması, verilerin analizi.

DY: Modelleme, basım ve dokuların laboratuvar testlerinin yapılması, verilerin analizi

ÖA: Modellerin nihai halinin değerlendirilmesi, revizyonların yapışması, verilerin yorumlanması.

FFG: Çalışmanın planlanması, verilerin yorumlanması, makalenin düzenlenmesi, modelin pratik değerlendirilmesi.

Makale

KAYNAKLAR

- 1.Fan D, Wu S, Liu L, et al. Prevalence of non-syndromic orofacial clefts: based on 15,094,978 Chinese perinatal infants. *Oncotarget*. Mar 2 2018;9(17):13981-13990. doi:10.18632/oncotarget.24238
- 2.Raghavan U, Vijayadev V, Rao D, et al. Postoperative Management of Cleft Lip and Palate Surgery. *Facial Plast Surg*. Dec 2018;34(6):605-611. doi:10.1055/s-0038-1676381
- 3.Hardwicke JT, Landini G, Richard BM. Fistula incidence after primary cleft palate repair: a systematic review of the literature. *Plast Reconstr Surg*. Oct 2014;134(4):618e-27e. doi:10.1097/prs.0000000000000548
- 4.Cohen SR, Kalinowski J, LaRossa D, et al. Cleft palate fistulas: a multivariate statistical analysis of prevalence, etiology, and surgical management. *Plast Reconstr Surg*. Jun 1991;87(6):1041-7.
- 5.Kummer AW, Clark SL, Redle EE, et al. Current practice in assessing and reporting speech outcomes of cleft palate and velopharyngeal surgery: a survey of cleft palate/craniofacial professionals. *Cleft Palate Craniofac J*. Mar 2012;49(2):146-52. doi:10.1597/10-285
- 6.Rohrich RJ, Love EJ, Byrd HS, Johns DF. Optimal timing of cleft palate closure. *Plast Reconstr Surg*. Aug 2000;106(2):413-21; quiz 422; discussion 423-5. doi:10.1097/00006534-200008000-00026
- 7.Timbang MR, Gharb BB, Rampazzo A, et al. A systematic review comparing Furlow double-opposing Z-plasty and straight-line intravelar veloplasty methods of cleft palate repair. *Plast Reconstr Surg*. Nov 2014;134(5):1014-22. doi:10.1097/prs.0000000000000637
- 8.Podolsky DJ, Fisher DM, Wong KW, et al. Evaluation and Implementation of a High-Fidelity Cleft Palate Simulator. *Plast Reconstr Surg*. Jan 2017;139(1):85e-96e. doi:10.1097/prs.00000000000002923
- 9.Williams WN, Seagle MB, Pegoraro-Krook MI, et al. Prospective clinical trial comparing outcome measures between Furlow and von Langenbeck Palatoplasties for UCLP. *Ann Plast Surg*. Feb 2011;66(2):154-63. doi:10.1097/SAP.0b013e3181d60763
- 10.Kantar RS, Esenlik E, Al Abyad OS, et al. The First Hybrid International Educational Comprehensive Cleft Care Workshop. *Cleft Palate Craniofac J*. May 9 2022;10556656221097820. doi:10.1177/10556656221097820
- 11.Kantar RS, Ramly EP, Almas F, et al. Sustainable Cleft Care Through Education: The First Simulation-Based Comprehensive Workshop in the Middle East and North Africa Region. *Cleft Palate Craniofac J*. Jul 2019;56(6):735-743. doi:10.1177/1055665618810574
- 12.Nagy K, Mommaerts MY. Advanced s(t)imulator for cleft palate repair techniques. *Cleft Palate Craniofac J*. Jan 2009;46(1):1-5. doi:10.1597/08-004.1
- 13.Senturk S. The simplest cleft palate simulator. *J Craniofac Surg*. May 2013;24(3):1056. doi:10.1097/SCS.0b013e31828f2679
- 14.Vadodaria S, Watkin N, Thiessen F, et al. The first cleft palate simulator. *Plast Reconstr Surg*. Jul 2007;120(1):259-61. doi:10.1097/01.prs.0000264394.27150.0d
- 15.Gunther E, Wisser JR, Cohen MA, et al. Palatoplasty: Fur-

- low's double reversing Z-plasty versus intravelar veloplasty. *Cleft Palate Craniofac J*. Nov 1998;35(6):546-9. doi:10.1597/1545-1569_1998_035_0546_pfsdrz_2.3.co_2
- 16.Frizziero L, Santi GM, Leon-Cardenas C, et al. In-House, Fast FDM Prototyping of a Custom Cutting Guide for a Lower-Risk Pediatric Femoral Osteotomy. *Bioengineering* (Basel). May 26 2021;8(6) doi:10.3390/bioengineering8060071
- 17.Liu Z, Wang Y, Wu B, et al. A critical review of fused deposition modeling 3D printing technology in manufacturing polylactic acid parts. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019;102(9):2877-2889. .
- 18.Podolsky DJ, Fisher DM, Wong Riff K W Y, et al. Infant Robotic Cleft Palate Surgery: A Feasibility Assessment Using a Realistic Cleft Palate Simulator. *Plast Reconstr Surg*. Feb 2017;139(2):455e-465e. doi:10.1097/prs.0000000000003010
- 19.Cheng H, Podolsky DJ, Fisher DM, et al. Teaching Palatoplasty Using a High-Fidelity Cleft Palate Simulator. *Plast Reconstr Surg*. Jan 2018;141(1):91e-98e. doi:10.1097/prs.0000000000003957
- 20.Katzel EB, Basile P, Koltz PF, et al. Current surgical practices in cleft care: cleft palate repair techniques and postoperative care. *Plast Reconstr Surg*. Sep 2009;124(3):899-906. doi:10.1097/PRS.0b013e3181b03824
- 21.Owusu JA, Liu M, Sidman JD, et al. Resource utilization in primary repair of cleft palate. *Laryngoscope*. Mar 2013;123(3):787-92. doi:10.1002/lary.23661
22. von Ungern-Sternberg BS, Boda K, Chambers NA, et al. Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. *Lancet*. Sep 4 2010;376(9743):773-83. doi:10.1016/s0140-6736(10)61193-2
- 23.Basta MN, Fiadjo JE, Woo AS, et al. Predicting Adverse Perioperative Events in Patients Undergoing Primary Cleft Palate Repair. *Cleft Palate Craniofac J*. Apr 2018;55(4):574-581. doi:10.1177/1055665617744065
- 24.Antony AK, Sloan GM. Airway obstruction following palatoplasty: analysis of 247 consecutive operations. *Cleft Palate Craniofac J*. Mar 2002;39(2):145-8. doi:10.1597/1545-1569_2002_039_0145_aofpao_2.0.co_2
- 25.Jackson O, Basta M, Sonnad S, et al. Perioperative risk factors for adverse airway events in patients undergoing cleft palate repair. *Cleft Palate Craniofac J*. May 2013;50(3):330-6. doi:10.1597/12-134
- 26.Ghanem A, Podolsky DJ, Fisher DM, et al. Economy of Hand Motion During Cleft Palate Surgery Using a High-Fidelity Cleft Palate Simulator. *Cleft Palate Craniofac J*. Apr 2019;56(4):432-437. doi:10.1177/1055665618793768
- 27.Jung S, Lo LJ. Dissection in the Pyramidal Space for Effective Relief of Tension in Cleft Palate Repair. *Ann Plast Surg*. Jan 2020;84(1S Suppl 1):S54-s59. doi:10.1097/sap.0000000000002169
- 28.Rossell-Perry P. Flap Necrosis after Palatoplasty in Patients with Cleft Palate. *Biomed Res Int*. 2015;2015:516375. doi:10.1155/2015/516375