

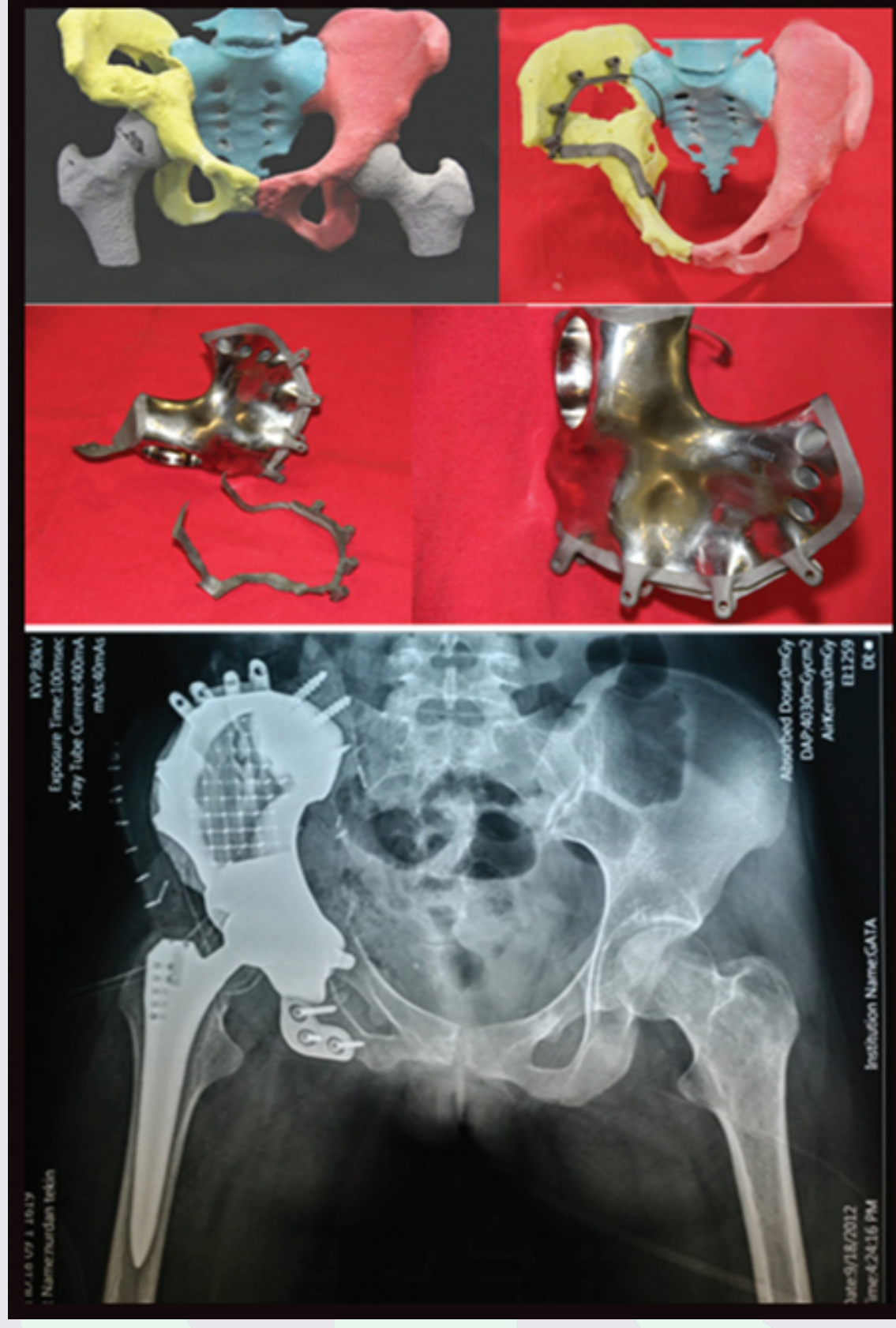
# GATA-METÜM, 3D YAZICI TEKNOLOJİSİ

## Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Medikal Tasarım ve Üretim Merkezi

Prof. Hv.Tbp.Alb. Erbil OĞUZ, Doç.Tbp.Alb. Hüseyin Özkan, Müh. Osman Demir, Müh. Serdar Çınar, Müh. Erhan Aslan, Müh. Murat Dursun, Müh. Ezgi Şahin, Müh. Burcu Vardar

“Üç boyutlu yazıcı teknoloji” bir cismin iç ve dış yapısı ile birlikte bire bir kopyasının yapılmasına imkan sağlayan ve geleceğin sanayi devrimi olarak adlandırılan bir yeniliktir. Bu teknoloji ile 3 boyutlu olarak resmi çizilebilen her türlü cismin modeli yapılabilir.

Günümüz bilgisayar teknolojisinde iki boyutlu yazıcı ile bir görüntünün kopyasının alınması; tarayıcıdan geçirilen bir resmin kopyasını yazıcıdan almak şeklinde özetlenebilir. Oysa ki üç boyutlu yazıcı teknolojisi kısaca özetlenemeyecek kadar karmaşık bir konsepttir. Bu nedenledir ki “sanayi de yeni bir devrim” olarak gösterilmektedir. Bunu daha somut bir kaç örnekle açıklayalım. En basiti içinde boşluk barındırmayan bir vida, yemek çatalı, bardak vb. solid yapıların bire bir kopyasının üretilmesidir. Oysa ki günümüz teknolojisinde, 3-5 eksenli CNC tezgahlarda da bu malzemeler kolayca kopyalanabilir. Peki iç yapısı homojen olmayan boşluklar ve asimetrik başka başka oluşumlar içeren cisimlerin iç ve dış yapısını bire bir kopyalamak istersek; örneğin bir incir meyvasını içindeki tüm çekirdeklerinin anatomik konumları ile birlikte bir bütün olarak kopyalamak istersek? Benzer şekilde; bütün bir ekmeği içindeki tüm boşlukların gerçek konumları ve büyüklükleri ile kopyalasalak? Yada bir ağacın kökünden en yüksekteki dalına kadar, dallarındaki meyvaların hamını, olgununu, çürüğünü, yapraklarındaki damarları, yaş-kuru yaprakları birbirinden ayırabilecek kalitede kopyalayabilssek? Üstelik bu kopyalamaları yaparken cisimleri parçalamadan bu işi başarabilssek? Bundan 10 yıl öncesine kadar rüya gibi algılanacak bu örneklerden yola çıkılarak diyebiliriz ki: üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile aklımıza hayalimize gelebilecek her türlü 3 boyutlu cismin iç ve dış yapısı ile birlikte kopyalanması mümkündür. Arşimet kaldıraç formüllerini oluştururken “bana bir dayanak noktası verin dünyayı yerinden oynatayım” diyordu. Üç boyutlu yazıcı teknolojisinin kapsamını da benzer şekilde “bana uygun büyüklükte üç boyutlu bir tarayıcı ve yazıcı verin bütün bir gökdeleni içindeki tüm katları, tüm odaları, tüm insanları tarama yaptığı konumları ile kopyalayayım.”; “Gökdelenin odalardaki eşyalarını, eşyaların içindeki malzemeleri, içindeki yüzlerce insanın kemiklerini, damarlarını, sinirlerini, varsa böbreklerindeki taşları, varsa beyinlerindeki tümörleri, bu tümörlerin hangi damar yada sinirle komşu olduğunu, normal beyin yapısını ne derecede sıkıştırdığını...size birebir kopyalayayım” diyebiliriz.

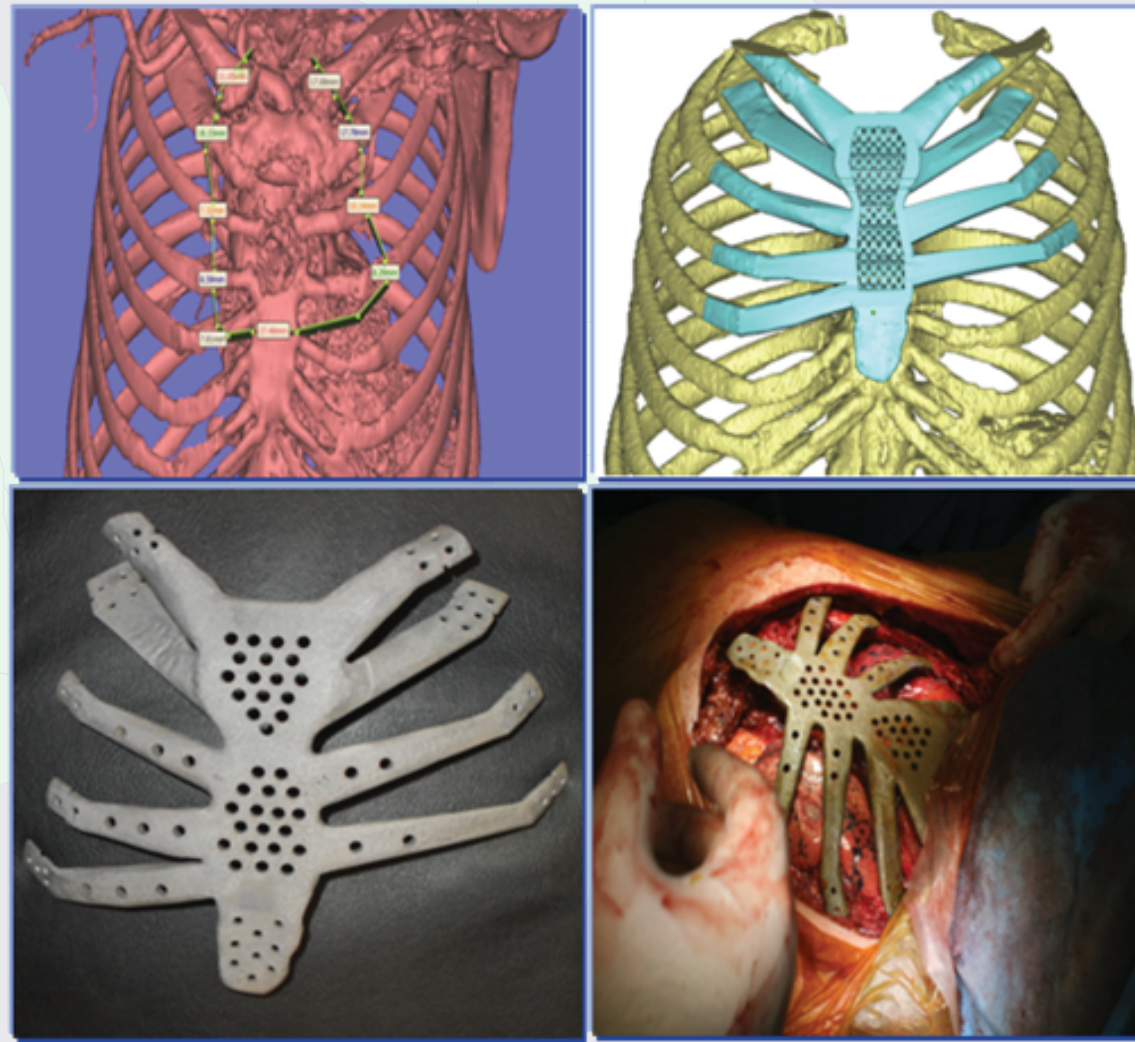


Pelvis bölgesinde Osteosarkom (kemik kanseri) nedeni ile geniş kemik eksizyonu yapılmış bir hastaya merkezimizde üretilen spacer yerleştirilmiştir. İmplantın ana iskeleti sağlam iliak kanatın ayna görüntüsü üzerinde oluşturulmuştur. Vida yerleri tesbit edilirken kemik stoğunun uygun olduğu yerler ilgili cerrah tarafından tesbit

### GATA Medikal Tasarım Ve Üretim Merkezi (METÜM)

Gülhane Askeri Tıp Akademisi (GATA) 115 yıllık tarihinde bir çok ilklere imza atmıştır. Üç boyutlu yazıcı teknolojisinin tıp alanında kullanımı da bu ilklere biridir. Metüm; gazilerimizin kaybettikleri uzuvların tedavi ve rehabilitasyonunda kullanılacak, kişiye özel biyo-malzemelerin tasarım ve üretimi amacı ile kurulan modern bir merkezdir. Finansmanı ELELE vakfınca karşılanan bu merkez, 2011 yılında kurulmuştur.

GATA Ortopedi ve Travmatoloji AD'ndan Doç.Dr. Erbil Oğuz başkanlığında bilgisayar, makine, biyomedikal, elektronik ve mekatronik mühendislerinden oluşan profesyonel bir ekip aşağıda belirtilen programları efektif bir şekilde kullanmakta ve yine aşağıda belirtilen makine parkımızdaki cihazlar ile bilgisayar ortamında oluşturulan 3 boyutlu modeller yapılmaktadır.



Göğüs kafesindeki deformite nedeni ile solunumu kısıtlanan ve kozmetik görünümü bozulan hastaya merkezimizde tasarlanıp üretilen Titanyum Sterno-Kostal İmplant hastaya başarılı bir ameliyat ile takılmıştır. Bu tip implantlar vücutta kalıcı olacağından titanyum malzemeden yapılmaktadır. Böylece hastanın ilerki yaşamında gereğinde MRI çektilmesinde sakınca oluşmamaktadır.

Geçen zaman içinde GATA bünyesindeki çeşitli bilim dallarından uzmanlar ile Sivil Üniversitelerden başvuran onlarca araştırmacının ihtiyaçları doğrultusunda hastalara uygulanacak kişiye özel implantlar, eğitimde kullanılacak modeller, ameliyat öncesi planlamalar için, hastalıklı, tümörlü organ modelleri, ameliyatlarda kullanılacak yenilikçi ürünler, Tübitak projeleri için prototip tasarım ve üretimleri, sayısız diş hekimliği uygulamaları neticesinde, METÜM kabına sığamaz bir merkez haline almaya başlamıştır.

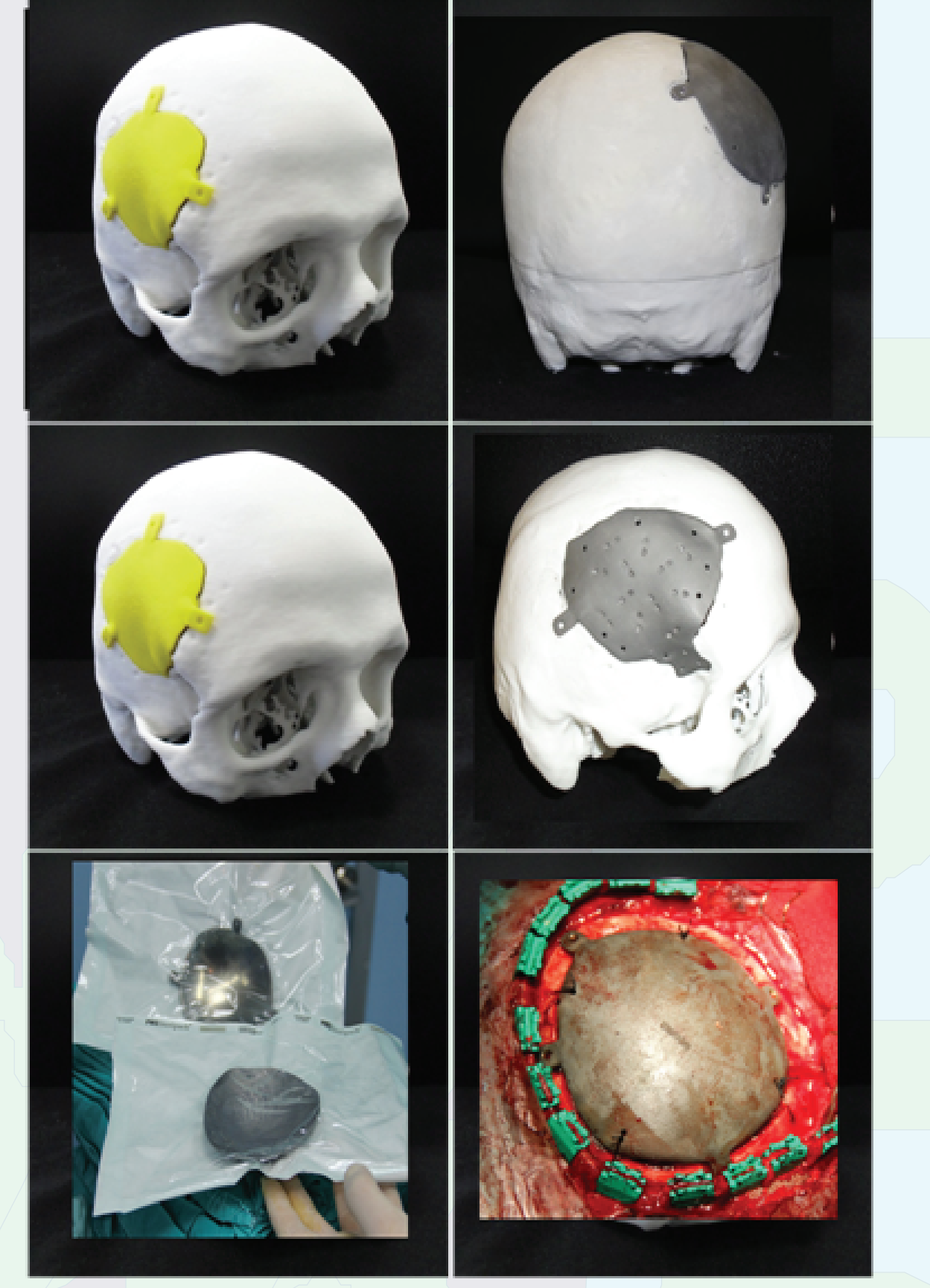
Özellikle 2014 yılı başlarında yapılan TV haberleri sonucunda yurt genelinde çeşitli üniversitelerden bilim adamları ve öğrenciler METÜM'ü ziyarete gelecek bilgi almaktadırlar. METÜM çalışanları olarak her gün sayısı daha da artan sivil kaynaklı proje ve ortak çalışma isteği ile karşılaşmaktayız. Bu kapsamda GATA METÜM, bilim insanları ve hastalara yol gösterme ve projelerinde çözüm ortağı olma konumundadır.

METÜM Kabiliyetleri ve Üretim örnekleri:

METÜM, sahasında Türkiye'de ve yakın coğrafyasında başka bir örneği olmayan bir kuruluş. Tek olmasının sağlayan özelliği A dan, Z ye tüm aşamaların aynı çatı altında yapılıyor olmasıdır. Merkezimizde yukarıda bahsedilen 4 tasarım-üretim aşamasının tamamı aynı çatı altında yapılabilmektedir.

Üretilen materyaller hastaların eksik uzuvlarının yerine geçecek spacerler olduğu kadar, fonksiyonel implantlar, onarıcı implantlar yada ameliyatta kullanılacak el aletleri olmaktadır. Bunun yanı sıra hastalıklı ya da sağlıklı eğitim amaçlı modeller üretilmektedir. Ayrıca TÜBİTAK ve Sanayi Bakanlığı destekli arge projeleri için tasarlanan yenilikçi medikal ürün projelerinde, prototip tasarımı ve üretimi aşamasında bilim adamlarına destek sağlamaktadır. Merkezimiz sadece GATA için değil tüm ülke çapında hizmet vermektedir. Merkezimizden sıklıkla Ortopedi ve Travmatoloji, Beyin Cerrahisi, Plastik cerrahi ve Diş Hekimliği kökenli araştırmacılar yararlanmaktadır. Bunun yanı sıra adli tıp, antropoloji alanında da bilim adamları desteklenmektedir. Merkezimizde; plastik, silikon, krom kobalt ve titanyum olarak üretililebilecek;

- Eğitim amaçlı 3 boyutlu plastik ve silikon modeller,
- Defektli kemik bölgeleri veya tümöre bağlı rezeke edilecek kemik parçalarının yerine aplikle edilecek, anatomik olarak dizayn edilmiş spacerler,
- Ameliyat önce planlama yapmak üzere tümörlü dokuların anatomisini ortaya koyan modeller,
- Yenilikçi bir implantın prototipinin üretimi,
- Yeni tasarlanacak bir el aletinin prototipinin üretimi,



Kafatasında travma ve ateşli silah yaralanmaları sonrasında defektli oluşmaktadır. Böyle bir defekt için merkezimizde yapılan titanyum implant hastaya başarı ile uygulanmıştır. Bu implantlar yapıldıktan önce plastik modeli oluşturulmakta daha sonra bu hastanın kafatasının birebir kopyası olan model üzerinde test edilmektedir. Yukarıdaki örnekte plastik prototipeki vida delikleri ve uzantıların asıl implantta restore edildiği açıkça izleniyor.

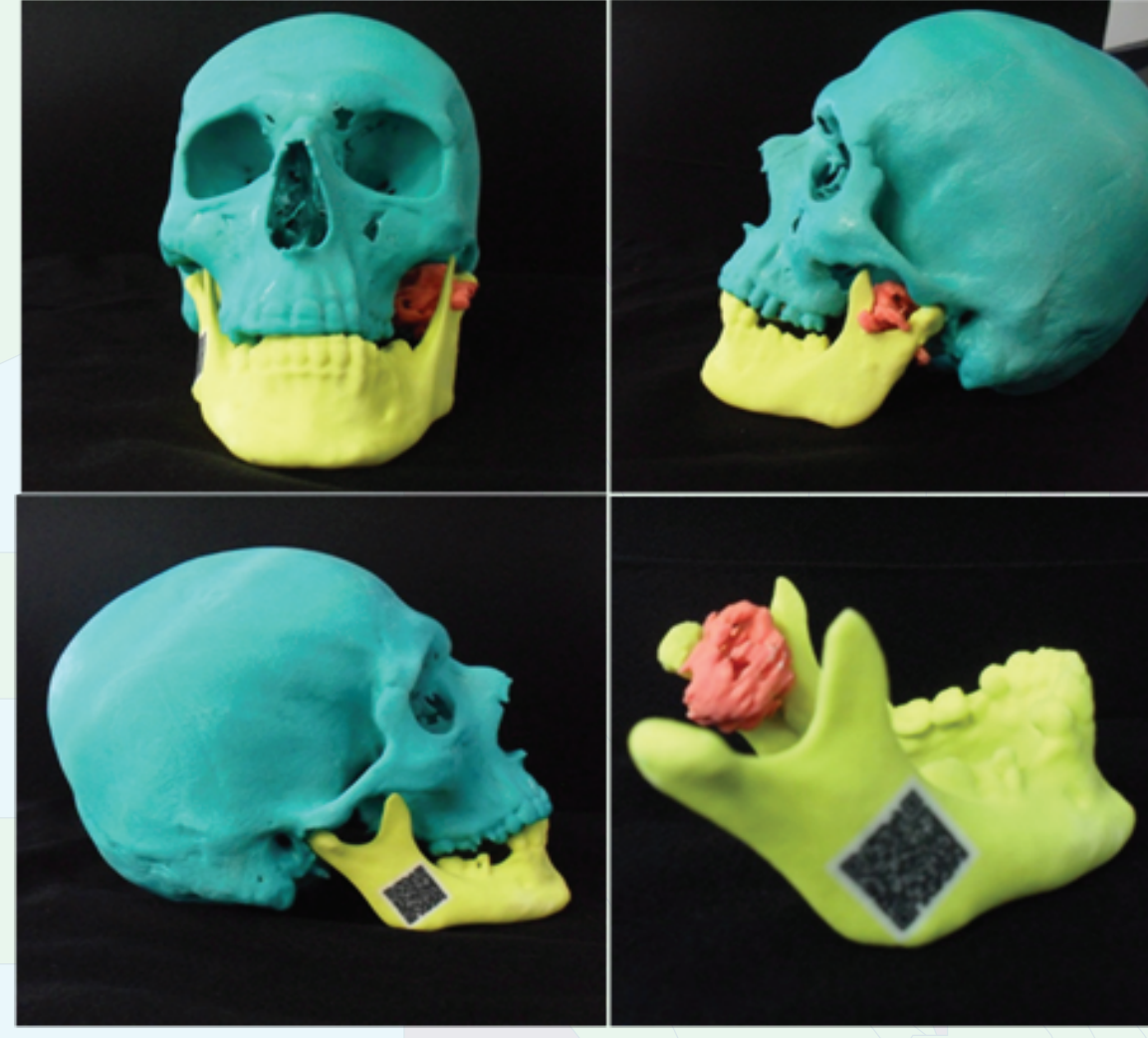
Aşağıda verilen Makine parkı ve Bilgisayar programları bu sahada yapılan yayınlarda dünya çapında akredititesi olan ürünlerdir. Mühendislerimiz yurt içi ve yurt dışı eğitimler ile bu programları ve makineleri efektif bir şekilde kullanabilmektedir. Bu tarz bir merkez kurmayı tasarlayan kurumların aşağıda bahsedilen ekipman ve makinalara sahip olması gerekir.

Makine parkımızda ; Dental Tarayıcı (Smartoptics / Activity 102, Topografik Yüzeysel Tarayıcı (3DMD/ 3dMDCranial System ), Cranial Tomografi sistemi Morita Accuauto 170, Lazer Kaynak Makinesi (Alpha Laser / ALS 100-S ), Plastik Modelleme Makinesi (Zcorp / Z650), 5 eksenli Yenadent DC50 SX CNC, Metal Modelleme Makinesi (Concept Laser / M2 Cusing ), Silikon Modelleme Makinesi, (MTT/ 5/04 with all Nylon Op) bulunmaktadır.

Kullandığımız bilgisayar programları: Ameliyat Planlama Yazılımı (Materialise / Surgicase), Tersine Mühendislik Yazılımı (XOV + XOR), 3D Tasarım Yazılımı (Materialise / 3-Matic), Sonlu Elemanlar Yazılımı (MSC / NASTRAN), Dental Planlama Yazılımı (Materialise / Simplant), 3D Medikal Görüntüleme Yazılımı (Materialise / Mimics), Bilgisayarlı Tasarım Yazılımı (Autodesk Inventor), Akışkanlar Dinamiği Yazılımı (ESI/ CFD), E-RP Ürün Veri Yönetim Yazılımı, STL Optimizasyon Yazılımı (Materialise Magics RP) dir.

ISO 13485:2003 Tıbbi Cihazlar İçin Kalite Yönetim Sistem Sertifikası'na sahip olan merkezimizin üreteceği krom kobalt ve titanyum malzemelerin invitro uyumluluk testleri yapılmıştır. Ve hastalarda kullanımında sakınca yoktur. Alternatif üreticilerle rekabet edebilmek ve yurt çapında yaygın olarak tercih edilebilme adına, ürünlerimizin SUT kapsamına girmesi ve SGK tarafından ödeme programına alınması için yoğun bir şekilde çalışmaktayız.

Bu tanıtım yazısı vesilesi ile bize tanıma fırsatı bulan tasarım, üretim, mühendislik ve tıp alanında görev yapan bilim adamlarını merkezimize davet ediyoruz.

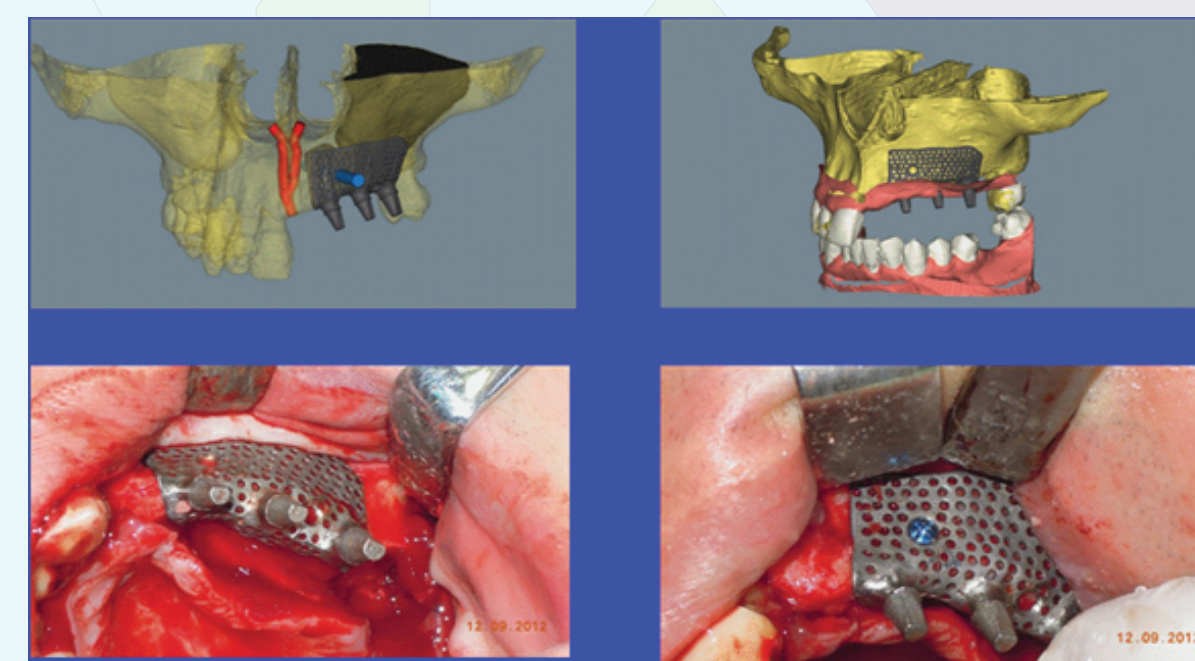


Sol mandibular eklem seviyesinde kanserli bölgenin plastik modeli. Hekimler bu model üzerinde yapacakları ameliyatı planlamaktadırlar. Tümörün yerleşimi ve diğer dokulara komşuluğunun bilinmesi işi cerrahi işlem daha kolay olmakta, tümörün tamamı çıkarılmakta ve mümkün olduğuna fazla doku korunmaktadır.

### Temel terminoloji ve teknik bilgi:

Bu teknolojiye 3 boyutlu modelin oluşturulmasında 4 aşama vardır. Öncelikle modellenen cisimden, uygun tarayıcılar, bilgisayarlı tomografiler veya manyetik rezonans ile 3 boyutlu dijital görüntüler elde edilir. İkinci aşama da bu görüntüler yazıcının işleyebileceği şekilde iyileştirilir ve prototipin görüntüsü elde edilir. Üçüncü aşamada bu modeli kullanacak kişi ile beraber modele üretim öncesi son şekli verilir. Dördüncü ve son aşamada bu veriler yazıcıya yüklenerek modelin üretilmesi yapılır.

Üç boyutlu yazıcıya gönderilecek dijital bilgiler, uygun yazılım programları ile yüksek çözünürlük ve artefaktlarından arındırılmış Stereolithography (STL) formatına dönüştürülür. Yazıcılar bu bilgileri kullanarak iki ana yöntemle çıktı verirler (imalat yapılar) a) Fused Depositing Modelling (FDM) cismin 2 boyutlu kesitlerinin tabandan tavana yığılması ile yada b) Selective Laser Synterisation (SLS) katmanların serpiştirilen metal tozlarının lazer ile alt katmana kaynatılması ile yapılır. Hammaddede olarak, kullanım amacı ve yazıcı kabiliyetine bağlı olmak şartı ile başta metal olmak üzere, plastik, silikon, seramik gibi bir çok malzeme ile üretim yapılabilir. Üretilen malzemelerin hangi sahalarda hangi amaçlar için



Merkezimiz diş hekimliği sahasında kullanılan irili ufaklı sayısız implant tasarlanmış ve üretilmiştir. Diş hekimleri, temelde alçı kalıp üzerinden, benzeri çalışmaları daha çok el becerisine dayanan geleneksel yöntemlerle yıllardır yapmakta olduklarından bu teknolojiyi daha kısa sürede algılamakta ve efektif olarak kullanabilmektedirler.