

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**SANAL PLANLANMIŞ ORTOGNATİK CERRAHİ VAKALARDA
FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMİŞ ÜÇ BOYUTLU YÜZ
GÖRÜNTÜLERİNİN BAŞ POZİSYONUNUN REORYANTE
EDİLEBİLİRLİĞİNE ETKİSİ**

Dt. Enes ERDOĞAN

**Ortodonti Programı
UZMANLIK TEZİ**

ANKARA

2024

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**SANAL PLANLANMIŞ ORTOGNATİK CERRAHİ VAKALARDA
FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMİŞ ÜÇ BOYUTLU YÜZ
GÖRÜNTÜLERİNİN BAŞ POZİSYONUNUN REORYANTE
EDİLEBİLİRLİĞİNE ETKİSİ**

Dt. Enes ERDOĞAN

**Ortodonti Programı
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hakan EL**

**ANKARA
2024**

ONAY SAYFASI

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Hakan EL danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesi'ne göre yazıldığını beyan ederim.

Dt. Enes ERDOĞAN

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitim sürecim boyunca bilgisini, klinik deneyimlerini benden esirgemeyen; bütün tez sürecimde çok kıymetli fikirleriyle bana yol gösteren değerli hocam tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Hakan EL'e,

Uzmanlık eğitimimde emeği geçen bilgi, tecrübe ve klinik deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Tülin TANER, Dr. Öğr. Üyesi Cenk Ahmet AKCAN, Doç. Dr. Bengisu AKARSU GÜVEN, Doç. Dr. Ezgi ATİK, Doç. Dr. Hande GÖRÜCÜ COŞKUNER, Dr. Öğr. Üyesi Irmak OCAK ve Öğr. Gör. Gediz AKSÖZ'e

Eğitimim süresince birlikte çalıştığımız, hem mesleki hem sosyal hayatımda her zaman yanımda olan ve desteklerini her zaman hissettiğim kıdemdaşlarım; Seher KARACA ve K. Hilal TÜRKÖĞLU BOYNUYOĞUN'a,

Uzmanlık eğitimim süresince tanıdığım, birlikte çalışma fırsatı bulduğum sevgili arkadaşlarım; Güleser AKDEMİR, Balaz EROĞUL, Burak ŞANLI, Hüseyin EFE ve diğer bütün asistan arkadaşlarıma, yardımcı personelimize ve teknisyenlerimize, lisans eğitimimden itibaren tanıştığım bütün arkadaşlarıma,

Hayatımın her anında yanımda olan, beni her zaman sonuna kadar destekleyen, büyüten, yetiştiren, yol gösteren canım annem Nurgül ERDOĞAN canım babam Selim ERDOĞAN'a ve canım kardeşlerim Elif ERDOĞAN ile Emre ERDOĞAN'a

Tanıştığım ilk günden beri hep yanımda olan; karakteri, azmi, başarıları ve yetenekleriyle her zaman hayranı olduğum, hem en güzel hem de en zor anlarda her zaman desteğini hissettiğim canım eşim Ecem MAMAKLI ERDOĞAN'a,

Tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım...

ÖZET

ERDOĞAN, E. Sanal Planlanmış Ortognatik Cerrahi Vakalarda Farklı Yöntemlerle Elde Edilmiş Üç Boyutlu Yüz Görüntülerinin Baş Pozisyonunun Reoryante Edilebilirliğine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2024. Metodolojik, girişimsel olmayan tez çalışmamızın amacı hekimlerin hastaların yüzeyel yüz yumuşak dokularını sanal olarak oluşturma yönteminin doğal baş oryantasyonunun tekrar elde etmesinde fark yaratıp yaratmadığını değerlendirmektir. Dahil edilme kriterlerini karşılayan 42 sanal planlanmış ortognatik cerrahi hastası çalışmaya dahil edilmiştir. 42 hasta sanal ortognatik cerrahi planlama sürecinde yüz yüzeyel yumuşak dokularının oluşturulma şekline göre 3 gruba (A, B ve C) ayrılmıştır. A grubunda yüz yüzeyel yumuşak dokuları direkt olarak konik ışınli bilgisayarlı tomografiden oluşturulan hastalar, B grubunda konik ışınli bilgisayarlı tomografi verisi işlenmiş ve verinin yüzey özellikleri iyileştirilmiş hastalar, C grubunda üç boyutlu yüz fotoğrafları kullanılan hastalar bulunmaktadır. Her üç gruptaki hastalar da Dolphin Imaging Software (Version 11.95) yazılımı kullanılarak uzayın üç düzlemindeki hareket yönlerinde (“pitch”, “roll”, “yaw”) incelenmiştir. Hastaların lazer işaretleyici ve su terazileriyle kaydedilmiş ve ameliyat planlamasında kullanılan doğal baş oryantasyonu değerleri çalışmanın referans değerleri olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen değerler (“pitch”, “roll”, “yaw”) Google arama motorunun (Mountain View, Kaliforniya, ABD) rastgele sayı üretici yazılımında sayılar oluşturularak bozulmuştur. Oluşan yeni kafa oryantasyonu hastanın ameliyat planlamasında kullanılan cephe ve profil fotoğrafları yardımıyla orijinal baş oryantasyonuna reoryante edilmeye çalışılmıştır. Reoryantasyon sonucu oluşan “pitch”, “roll” ve “yaw” değerleri başlangıç değerleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlarımıza göre A, B ve C grupları arasında reoryantasyon başarısı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. Hareket yönleri incelendiğinde her üç grupta da reoryantasyonu en yüksek doğrulukta gerçekleştirilen hareket “pitch” olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ortognatik cerrahi, doğal baş pozisyonu, doğal baş oryantasyonu, sanal ortognatik cerrahi planlama

ABSTRACT

ERDOGAN, E. Effect of Three-Dimensional Facial Images Obtained with Different Methods on Reorientability of Head Position in Virtual Planned Orthognathic Surgery Cases. Hacettepe University Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Specialization Thesis, Ankara, 2024. The aim of our methodological, non-invasive thesis study is to evaluate whether the method by which physicians virtually reconstruct patients' superficial facial soft tissues makes a difference in the obtain of natural head orientation. 42 virtually planned orthognathic surgery patients who met the inclusion criteria were included in the study. 42 patients were divided into 3 groups (A, B and C) according to the way their facial superficial soft tissues were created during the virtual orthognathic surgery planning process. Group A includes patients whose facial superficial soft tissues were created directly from cone beam computed tomography, group B includes patients whose cone beam computed tomography data were processed and whose surface features were improved, and group C includes patients whose three-dimensional facial photographs were used. Patients in all three groups were examined in the directions of movement in three planes of space ("pitch", "roll", "yaw") using Dolphin Imaging Software (Version 11.95). The patients' natural head orientation values recorded with laser pointer and water gauge and used in surgery planning were recorded as the reference values of the study. The recorded values ("pitch", "roll", "yaw") were disrupted by generating numbers in the random number generator software of the Google search engine (Mountain View, California, USA). The new head orientation was attempted to be reoriented to the original head orientation with the help of the patient's frontal and profile photographs used in surgical planning. The "pitch", "roll" and "yaw" values resulting from reorientation were compared with the initial values. According to our results, there is no statistically significant difference in terms of reorientation success between groups A, B and C. The movement with the highest reorientation accuracy in all three groups was "pitch".

Keywords: Orthognathic surgery, natural head position, natural head orientation, virtual orthognathic surgery planning

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
RESİMLER	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Doğal Baş Pozisyonu (DBP)	3
2.1.1. Doğal Baş Pozisyonunun Tanımı	3
2.1.2. Doğal Baş Pozisyonunun Tespitinde Kullanılan Yöntemler	3
2.1.3. Doğal Baş Pozisyonunun Tekrarlanabilirliği	4
2.1.4. Doğal Baş Oryantasyonu (DBO) veya Tahmin Edilen Doğal Baş Pozisyonu (TEDBP)	5
2.2. Ortognatik Cerrahi	6
2.2.1. Ortognatik Cerrahinin Tanımı	6
2.2.2. Ortognatik Cerrahinin Tarihsel Gelişimi	6
2.2.3. Ortognatik Cerrahi Tedavi Hedefleri	7
2.2.4. Ortognatik Cerrahiye Ortodontik Hazırlık	8
2.2.5. Ortognatik Cerrahi Planlamasında Kullanılan Kayıtlar	8
2.3. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlaması	9
2.3.1. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlamasının Güvenilirliği	9
2.3.2. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlamasının Aşamaları	10
2.3.3. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlamasında Kullanılan Referans Düzlemler	11
3. BİREYLER VE YÖNTEM	15
3.1. Bireyler	15

3.2. Verilerin Toplanması	16
3.3. Yöntem ve Gereç	17
3.3.1. Yöntem	17
3.3.2. Gereç	22
3.4. İstatistiksel Analiz	26
3.4.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması	27
4. BULGULAR	28
4.1. Tanımlayıcı Bulgular	28
4.2. “Pitch” “Roll” ve “Yaw” Açılarının Reoryantasyon Analiz Bulguları	28
4.3. Yöntemler İçin Gözlemciler Arası Korelasyon Katsayısı (ICC)	29
4.4. Gözlemci İçi Korelasyon Katsayısı (ICC)	33
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇLAR	43
7. KAYNAKLAR	44
8. EKLER	51
EK-1: Etik Kurul Onayı	51
EK-2: Orijinallik Raporu	52
EK-3: Dijital Makbuz	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

3B	Üç boyutlu
Ark	Arkadaşları
BSSRO	Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomisi
DBO	Doğal Baş Oryantasyonu
DBP	Doğal Baş Pozisyonu
DDY	Dudak Damak Yarığı
DFD	Dentofasiyal Deformite
GVD	Gerçek Vertikal Doğru
ICC	Sınıf İçi Korelasyon
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
LF1	Le Fort 1
Maks	Maksimum
Min	Minimum
N	Birey Sayısı
Ort	Ortalama
P	Anlamlılık düzeyi
Ss	Standart Sapma
TEDBP	Tahmin Edilen Doğal Baş Pozisyonu
TME	Temporomandibuler Eklem

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Gerçek vertikal doğrunun şematik gösterimi.	12
2.2. Barselona doğrusunun şematik gösterimi	13

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
4.1. Çalışmaya dahil edilen hastaların tanımlayıcı istatistikleri.	28
4.2. ‘‘Pitch’’ ‘‘roll’’ ve ‘‘yaw’’ açılarının her üç grup için tanımlayıcı istatistikleri.	28
4.3. Kruskal Wallis testi tablosu	29
4.4. A grubu için ‘‘pitch’’ hareket yönü korelasyon testi	30
4.5. A grubu için ‘‘roll’’ hareket yönü korelasyon testi	30
4.6. A grubu için ‘‘yaw’’ hareket yönü korelasyon testi	30
4.7. B grubu için ‘‘pitch’’ hareket yönü korelasyon testi	31
4.8. B grubu için ‘‘roll’’ hareket yönü korelasyon testi	31
4.9. B grubu için ‘‘yaw’’ hareket yönü korelasyon testi	31
4.10. C grubu için ‘‘pitch’’ hareket yönü korelasyon testi	32
4.11. C grubu için ‘‘roll’’ hareket yönü korelasyon testi	32
4.12. C grubu için ‘‘yaw’’ hareket yönü korelasyon testi	33
4.13. ‘‘Pitch’’ hareketi için gözlemci içi korelasyon testi	34
4.14. ‘‘Roll’’ hareketi için gözlemci içi korelasyon testi	34
4.15. ‘‘Yaw’’ hareketi için gözlemci içi korelasyon testi	34

RESİMLER

Resim	Sayfa
3.1. A, B ve C gruplarının örnek gösterimi.	17
3.2. Ameliyat planı oluşturulmuş sanal hasta baş pozisyonu.	19
3.3. Örnek vaka için baş pozisyonunun açısal değerleri.	19
3.4. Baş pozisyonunun ‘random number generator’ programında oluşturulan sayılarla oryantasyonunun bozulmuş hali.	20
3.5. ‘Random number generator’ programında -30 ile +30 arasında üretilen sayıların sırasıyla Dolphin programında kafa oryantasyonu yapılan sekmeye girilmesiyle elde edilen açısal tablo. (‘pitch’ için +10 ‘roll’ için -18 ‘yaw’ için -9 derece)	20
3.6. Örnek vaka iki; doğal baş oryantasyonunda frontal istirahat fotoğrafı ve rehber düzlemlerin gösterimi.	21
3.7. Örnek vaka iki; doğal baş oryantasyonunda profil istirahat fotoğrafı ve rehber düzlemlerin gösterimi.	22
3.8. Dolphin Imaging programında baş oryantasyonu için kullanılan bölüm.	23
3.9. Örnek bir hastanın doğal baş oryantasyonu yapılmış durumda açısal değerleri.	23
3.10. Örnek hastanın doğal baş oryantasyonunun Dolphin Imaging programında değiştirilebileceği bölüm.	24
3.11. 3dMD sistemi (3dMD Inc., Atlanta GA, ABD)	25
3.12. Google rastgele sayı oluşturma programı (random number generator)	26

1. GİRİŞ

Üç boyutlu teknolojilerdeki ilerlemelerle benzer olarak ortognatik cerrahi tedavilerinde bilgisayar programları destekli cerrahi planlamalar ortodonti alanında yaygınlaşmıştır. Bu yaygınlaşmayla birlikte ortognatik cerrahi tedavilerde hastaların deformitelerini daha iyi değerlendirebilmesi için planlamalarda üç boyutlu (3B) verilere olan ihtiyaç sürekli artmaktadır. (1)

Sanal cerrahi planlama sürecinde çeşitli şekillerde elde edilen 3B görüntüler kullanılabilir. Bunlara konik ışınlı bilgisayarlı tomografiden (KIBT) oluşturulan üç boyutlu yüz görüntüleri ve yüz tarayıcılardan elde edilen yüz görüntüleri en belirgin örneklerdir. (2) Lin ve arkadaşları çalışmalarında sanal yani bilgisayar destekli ortognatik cerrahi planlamanın estetik açıdan daha iyi sonuçlar, daha yüksek hasta memnuniyeti, daha iyi bilgi aktarımıyla cerrahinin daha güvenilir ve öngörülebilir olmasını sağladığını belirtmişlerdir. (3)

Sanal ortognatik cerrahi tedavi planlamalarındaki en önemli aşamalardan biri de hastanın mevcut doğal baş pozisyonunu doğru bir şekilde kaydedebilmek ve oluşturulan sanal hastaya da bu pozisyonu yansıtabilmektir. Başlangıçta hekimler Frankfurt horizontal düzlemini kullanmışlardır ancak bireyler arasında çeşitli anatomik varyasyonlar sebebiyle değişiklikler göstermesi ve klinik tespitinin zorluğu gibi nedenlerle kullanımı azalmıştır. (4) Bunun haricinde doğal baş pozisyonunun tespitinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri hastanın kendisinden yaklaşık iki metre uzaklıkta bir aynanın karşısında kafasını yukarı aşağı yönde yavaşça hareket ettirerek başını en rahat olan pozisyonda ayarladığı ayna yardımcı doğal baş pozisyonu tespitidir. Ancak sınıf 2 ve sınıf 3 malokluzyon ya da asimetri mevcudiyeti gibi durumların olduğu vakalarda klinisyenin baş pozisyonunda küçük düzeltmeler yapması daha doğru sonuçlar elde edilmesine yardımcı olabilir ve bu tespit yöntemi de tahmin edilen doğal baş pozisyonu olarak adlandırılabilir. (5) Zhu ve arkadaşları kaydedilen doğal baş pozisyonunun hastanın üç boyutlu stereofotogrametrik fotoğraflarıyla klinisyenler tarafından reoryante edilebilirliğini araştırdıkları çalışmalarında doğal baş pozisyonunun reoryante edilebilirliğini sadece fotoğraflar

üstünden sınıf 3 malokluzyona sahip hastalarda güç olduğunu ve hekimler için ekstra yardımcı metotların bulunması gerektiğini belirtmişlerdir. (6)

Daha önce literatürde sanal ortognatik cerrahi tedavilerin doğruluğu, sanal hasta oluşturulması ve doğal baş pozisyonuyla ilgili yayımlanan çalışmalar mevcuttur. (7) Ancak sanal ortognatik cerrahi planlamada yüz yumuşak dokularının farklı yöntemlerle elde edilmesinin sanal hastaların baş pozisyonunun tekrar elde edilmesine etkisini araştıran çalışma bilgimiz dahilinde yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Doğal Baş Pozisyonu (DBP)

2.1.1. Doğal Baş Pozisyonunun Tanımı

Doğal baş pozisyonu (DBP), başın dik pozisyonda gözlerin uzaktaki bir noktaya odaklandığı bakışın yere paralel olduğu tekrarlanabilir baş pozisyonu olarak tanımlanabilir. DBP'na ilişkin ilk araştırmalar 1860'lı yıllarda kraniyologların bilimsel çalışmalarında kafataslarını yaşayan insanların doğal baş pozisyonuna uygun olacak şekilde değerlendirilmesi gerektiği fark etmesiyle başlamıştır. Kafatasındaki çeşitli anatomik noktalar kullanılarak yatay ve dikey çizgiler ile bir referans oluşturulmaya çalışılmıştır. 1884'te Frankfurt'taki kraniyoloji kongresinde porion ve orbitale noktalarından geçen düzlem yani bilinen adıyla Frankfurt horizontal düzlemi kafatasının oryantasyonu için referans kabul edilmiştir. (8)

DBP ortodontide 1950'li yıllarda Downs başta olmak üzere çeşitli araştırmacılar tarafından tanıtılmaya başlanmış ve sonrasında popülerliği giderek artmıştır. Yıllar içerisinde doğal baş pozisyonunun kaydedilmesi için pek çok kraniyal referans (Frankfurt horizontal düzlemi, Sella-Nasion düzlemi vb.) belirlenmeye çalışılmıştır. Downs, Bjerin, Moorrees gibi birçok araştırmacı sefalometrik analizde kullanılan referans çizgilerinin değişkenliğini araştırmıştır. Sonuçlar birbirini doğrulamaktadır, intrakraniyal referans çizgilerinde büyük varyasyonlar görülebilmektedir ve başka ek yöntemler değerlendirmeye dahil edilmelidir. (9)

2.1.2. Doğal Baş Pozisyonunun Tespitinde Kullanılan Yöntemler

Literatürde doğal baş pozisyonunun kaydedilmesinde çeşitli yöntemler ve bunların doğruluğu araştırılmıştır. En belirgin olanlarına bakacak olursak; stereofotogrametri, klinik fotoğraf ve POSIT algoritması, lazer ışığıyla yapılan yüz işaretlemeleri, dijital oryantasyon sensörlerinin kullanımı, taşınabilir 3B kamera ölçüm sistemleri ve lazer taramaları örnek verilebilir. (1,10)

Hsung ve arkadaşları çalışmalarında, aktif ve pasif stereofotogrametri cihazlarıyla doğruluğu, eksen algılama güvenilirliğini, operatörler arası tekrarlanabilirliği ve aktif, pasif stereofotogrametri cihazlarının rastgele pano yönelimlerini kaydetmedeki güvenilirliğini test etmiştir. Gerçek dikey ve gerçek yatay düzlemleri ve kalibrasyon panosu kullanarak geliştirdikleri metotla 3dMD ve DI3b stereofotogrametri cihazlarıyla çok yüksek doğrulukta doğal baş pozisyonunun kaydedilebildiğini göstermişlerdir. (11)

2.1.3. Doğal Baş Pozisyonunun Tekrarlanabilirliği

Doğal baş pozisyonu değerlendirmeleri 1950'lerin sonlarında ortodontide kullanılmaya başlanmasından bu yana, kraniyofasiyal morfolojinin değerlendirilmesinde referans olarak kullanılmış ve daha az değişkenlik gösterdiği düşünülerek intrakraniyal referans düzlemlerinden daha iyi bir seçenek olarak savunulmuştur. Doğal baş pozisyonunun kaydedilmesi ortodontide dentofasiyal anomalilerin sefalometrik analizi, ortognatik cerrahi planlaması gibi tanı tedavi yöntemlerinin değerlendirilmesi için önemlidir. (12)

Çok sayıda çalışma hem kısa hem de uzun takip aralıklarında doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilirliğini ve stabilitesini ölçmüştür. Cooke ve arkadaşları doğal baş pozisyonunu 126 Çinli öğrencide kaydetmiş ve zaman içerisinde intrakraniyal referans düzlemlerine kıyasla nasıl değişkenlik gösterdiğini araştırmışlardır. Bir iki saat, üç altı saat ve beş yıl sonraki ölçüm tekrarlarında süre geçtikçe doğal baş pozisyonundaki açısal sapmanın artış gösterdiğini ancak Sella-Nasion gibi intrakraniyal referans düzlemlerine kıyasla anlamlı derecede daha az değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. (13) Benzer bir çalışmada hastaların doğal baş pozisyonları çalışma başlangıcından on beş yıl sonra tekrar değerlendirilmiş ve çalışma başlangıcından beş yıl sonraki ortalama açısal sapma miktarına benzer bulunmuştur. Sonuçlar intrakraniyal referanslarla karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha az sapma göstermiştir ve doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilirliğinin intrakraniyal referanslara göre daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. (14)

2.1.4. Doğal Baş Oryantasyonu (DBO) veya Tahmin Edilen Doğal Baş Pozisyonu (TEDBP)

Hastanın kendisinden yaklaşık iki metre uzaklıkta bir aynanın karşısında kafasını yukarı aşağı yönde yavaşça hareket ettirerek başını en rahat olan pozisyonda ayarladığı konum ayna yardımcı doğal baş pozisyonu tespitidir. Ancak sınıf 2 ve sınıf 3 ya da asimetri mevcudiyeti gibi durumların olduğu vakalarda klinisyenin baş pozisyonunda küçük düzeltmeler yapması daha doğru sonuçlar elde edilmesine yardımcı olabilir ve bu tespit yöntemi de tahmin edilen doğal baş pozisyonu ya da doğal baş oryantasyonu olarak adlandırılabilir. (5)

Lundsrom ve arkadaşları çalışmalarında; tecrübeli bir klinisyen tarafından değerlendirilen tahmin edilen doğal baş pozisyonunun (TEDBP), doğal baş pozisyonunun tespitine önemli katkı sağladığını ve klinik değerlendirmeler ile araştırmalarda kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Doğal baş pozisyonunun kullanılacağı durumlarda S-Hor (Sella-horizontal), gerçek vertikal gibi ekstrakranial referans düzlemleri ve klinik fotoğraflar da kullanılmalıdır. (9)

Tian ve arkadaşları otuz yetişkin sağlıklı kişide doğal baş pozisyonu tespitinde; hastanın kendi ayarladığı, hastanın aynaya bakarak oluşturduğu ve hekimin müdahale ettiği yani TEDBP'ünü "pitch" ve "roll" hareketlerinde değerlendirmiştir. "Pitch" ve "roll" hareketleri için sırasıyla en başarılı şekilde tekrarlanabilirliği olan doğal baş pozisyonu tespit yöntemleri; tahmin edilen, ayna ile ayarlanan ve hastanın kendi ayarladığı şekilde gerçekleşmiştir. Ortognatik cerrahi gibi dentofasiyal deformitenin teşhis ve tedavisinin yapılacağı durumlarda doğal baş pozisyonunun en doğru kaydı önemlidir. Bu gibi vakalarda tecrübeli hekimlerin tahmin edilen doğal baş pozisyonunu kullanarak kayıtlarını almaları önerilmektedir. (4)

2.2. Ortognatik Cerrahi

2.2.1. Ortognatik Cerrahinin Tanımı

Ortognatik kelimesi köken olarak Yunancada ortos (doğru veya düz) ve gnathos (çene) kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Ortognatik cerrahi dentofasiyal deformiteyi (DFD), estetiği ve hayat kalitesini iyileştirmek için dişlerin ortodontik olarak yeniden konumlandırılmasıyla veya bu olmadan maksilla ve mandibulanın birlikte ya da ayrı olarak veya bunların bazı bölümlerinin cerrahi olarak yeniden konumlandırılması olarak tanımlanabilir. (1)

Hastalar için ortognatik cerrahi ve tedavi arayışının çeşitli nedenleri olabilir. Proothi ve ark. çalışmalarında hastalarının ortognatik cerrahi tedavi arayışında diğer çalışmalarda temel sebep olarak gösterilen estetik faktörü haricinde kapanış ve fonksiyon bozukluğunun da önemli yer ettiğini belirtmiştir. (19)

2.2.2. Ortognatik Cerrahinin Tarihsel Gelişimi

DFD'nin düzeltilmesine yönelik ilk ortognatik cerrahi girişimler üniversal olarak mandibula osteotomisine yönelik olarak başlamıştır. 1849'da West Virginia'da Amerikalı cerrah Simon Hullihen yüzde yanığa bağlı skar kontraktüründen kaynaklı ön açık kapanışın düzeltimi için ilk mandibuler osteotomiyi gerçekleştirmiştir. (15)

1887 yılında Vilray P. Blair, mandibuler prognatizmi düzeltmek için segmental mandibuler body ostektomisiyle Hullihen'in ameliyatının bir modifikasyonunu gerçekleştirmiştir. (16)

Amerika'da erken dönemde body ostektomisi ilgi görürken Avrupa'da benzer zamanlarda mandibulanın yeniden konumlandırılmasına yönelik alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Fransız cerrah Berger mandibuler prognatizmi düzeltmek için preaurikuler insizyonlarla gerçekleştirilen çift taraflı kondilektomiyi tanımlamıştır. (17)

Ağız dışından gerçekleştirilen tanımlanan ilk vertikal ramus osteotomisini Caldwell ve Letterman göstermişlerdir. (18) Bilateral sagittal split ramus osteotomisi (BSSRO) olarak bilinen ve günümüzde modifikasyonlarıyla birlikte en popüler yöntemlerden biri olan teknik, 1955'te Obwegeser ve Trauner tarafından tanımlanmıştır. (19)

Maksiller cerrahinin genel olarak kullanımı mandibuler cerrahiye göre çok daha sonra gerçekleşmiştir. Martin Wassmund 1927'de travma sonrası malokluyonun düzeltilmesi için günümüz Le Fort 1 (LF1) osteotomisinin öncüsü sayılabilecek tekniği tanımlamıştır. (20)

2.2.3. Ortognatik Cerrahi Tedavi Hedefleri

Ortognatik cerrahinin temel hedefleri arasında estetik ve fonksiyon yer almaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi hastaların pek çoğunda en büyük öncelik estetik beklentiler olsa da ortognatik cerrahinin fonksiyona olan katkıları pek çok hasta için ana tedavi motivasyonudur. (21)

Tüz ve ark. çalışmalarında; ameliyat öncesi, ameliyat sonrası birinci ay ve ameliyat sonrası üçüncü aydaki hastaları değerlendirmiş erken dönemlerden itibaren hastaların oral sağlığında ve psikososyal durumlarında iyileşme olduğunu belirtmişlerdir. (22)

Mastikasyon, ağız içi yumuşak dokuları ısırma ya da dental travma, kapanış bozukluklarına bağlı bazı dişlerde meydana gelen atrizyonlar, uyku apnesi, bazı temporomandibuler eklem (TME) sorunları ve bazı konuşma problemleri ortognatik cerrahi tedavilerin diğer hedefleri arasında sayılabilir. Ancak yukarıda bahsedilen TME ve konuşma problemleri gibi bazı çok faktörlü problemlerin doğası gereği tedavisinde sadece ortognatik cerrahi küratif tedavi olarak kabul edilmemeli hasta seçimine dikkat edilmelidir. (23)

2.2.4. Ortognatik Cerrahiye Ortodontik Hazırlık

Tedavisinde ortognatik cerrahi planlanan bir hastada iskeletsel, dental malokluzyona ve öngörülen cerrahiye bağlı olarak ameliyat hazırlık süresi oldukça varyasyon gösterebilir. Örnek vermek gerekirse çapraşıklığın çok olduğu çekim gereken bir vakada ortodontik hazırlık süresi çekimsiz bir vakaya göre daha uzun olması beklenebilir. Bununla birlikte dental orta hat sapmasının ortodontik olarak düzeltilmesi de bu sapmanın cerrahiyle birlikte düzeltiği iskeletsel sapmayla uyumlu olan vakalara oranla daha uzun hazırlık süresi gerektirebilmektedir. Ortodontik hazırlık süresinin ortognatik tedavinin en uzun kısmı olması muhtemeldir ve hastanın beklentilerinin bu doğrultuda olduğundan emin olunmalıdır. Ortodontik hazırlık sürecini çeşitli sebeplerle olması gerekenden kısa tutmaya çalışmak ve bazı gerekli ortodontik düzeltimleri yapmadan ameliyat kısmına geçmek ameliyat içi önlenemez problemlerin ya da komplikasyonların ortaya çıkmasına da sebep olabilir. (24)

Ameliyat öncesi ortodontik tedavinin genel amacı dişleri ilgili çenede en doğru pozisyonda yerleştirmektir. Böylece cerrah istenilen iskeletsel cerrahi hareketleri daha öngörülebilir şekilde uygulayabilir ve istenen en iyi okluzyonu elde edebilir. Hazırlık sürecindeki diş hareketleri planlanan cerrahi hareketler dikkate alınarak oluşturulmalıdır. Ortodontik diş hareketlerinde şu temel hedefler elde edilmeye çalışılmalıdır: Seviyeleme, hizalama, dekompanasyon, kesici eğimlerinin ayarlanması, arkların koordine edilmesi, arklar arasındaki okluzal interferenslerin elimine edilmesi ve özel bir durum olarak maksillada çok parçalı cerrahi planlanıyorsa osteotomi için dişler arasında gerekli boşlukların oluşturulması. (24)

2.2.5. Ortognatik Cerrahi Planlamasında Kullanılan Kayıtlar

Ortognatik cerrahi planlaması üç boyutlu teknolojilerin yaygın olarak kullanılmasından önce alçı modeller ile artikülatörler üzerinden ilerlemiştir. Model cerrahisi için alınan kayıtlar ve planlama süreci şu şekilde sıralanabilir; maksillanın doğru konumlandırılması için face bow kaydı, interokluzal ilişki kaydı ile mandibulanın konumlandırılması, ilk ameliyat edilecek çenenin (maksilla ya da mandibula) final okluzyonda konumlandırılması, elde edilen çene konumlarında ara

splintin üretilmesi, diğer çenenin final okluzyona getirilmesi ve final splintin üretilmesi. (25)

Ortognatik cerrahi tedavide klinisyenin pratiğindeki tercihlere bağlı çok çeşitli diagnostik yöntemler kullanılabilir ancak bazı kayıtların alınması zorunluluk olarak kabul edilebilir. Bunlar standardize klinik ağız dışı ve ağız içi fotoğraflar, panoramik radyografi, lateral sefalometrik radyografi, dental çalışma modelleri; üst dudak uzunluğu, üst kesici görünürlüğü, dişeti görünürlüğü gibi alt başlıkları içeren antropometrik kayıtlar olarak sıralanabilir. (23)

Belirtilen kayıtların haricinde bazı vakalarda ek diagnostik kayıt ihtiyacı mevcut olabilir. Konik ışımlı bilgisayarlı tomografi, posteroanterior filmler, üç boyutlu yüz taramaları, konuşma değerlendirilmesi ve sintigrafi alınabilecek ek kayıtlara başlıca örneklerdir. (26)

2.3. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlaması

2.3.1. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlamasının Güvenilirliği

Konvansiyonel yöntemlerle yarı ayarlanabilir artikülatörlere yerleştirilen alçı modeller ve sefalometrik filmler aracılığıyla ortognatik cerrahi planlanabilir. Artikülatörde alçı modeller üzerinde gerçekleştirilen cerrahilerle ameliyat splintleri üretilebilir. Ancak bu konvansiyonel yöntemlerle cerrahi planlaması sürecinde; artikülatörün açılma eksenine hastanın kondillerin ekseninin farklı olması, yüz arkının konumlandırılmasındaki hatalar, hastanın gerçek maksillomandibuler pozisyonunun artikülatöre aktarılmasındaki hatalar, Frankfurt horizontal ekseninde hastalar arası varyasyonlar, alçı modellerin artikülatöre taşınması sırasında oluşan bozulmalar ve radyograflardaki distorsiyonlar gibi sebepler ameliyatın başarısını olumsuz yönde etkileyebilir. (27)

Üç boyutlu bilgisayarlı teknolojilerin ilerlemesiyle ortognatik cerrahi planlamasında konvansiyonel sefalometrik filmler ve alçılar üzerinden yapılan planlamalardan bilgisayar destekli tasarım ve üretim ile sanal cerrahi planlamaya

doğru bir dönüşüm gerçekleşmiştir. Sanal planlama programlarının kullanımıyla bilgisayarlı tomografi ya da konik ışınli bilgisayarlı tomografiden elde edilen üç boyutlu görüntülerle analiz, teşhis ve cerrahi planlaması yapılabilmektedir. (28) Bilgisayarlı tomografilerden elde edilen üç boyutlu görüntülerle kişiye özel ameliyat splintleri, osteotomi rehberleri vb. üretilebilmekte ayrıca ameliyat sonrası görüntülemelerle ameliyat öncesi görüntülemeler çeşitli referanslarda karşılaştırılarak ameliyat sonuçlarının değerlendirilmesi de yapılabilmektedir. Bu referanslara dental kayıtlar, sefalometrik noktalar, voksel tabanlı karşıtırmalar, sefalometrik çizgiler ve açılar örnek verilebilir. (29) Ancak güncel kullanımda üç boyutlu görüntülerin karşıtırlmasında ve karşıtırlmasında standart olarak kullanılan yöntemler nokta bazlı karşıtırma, yüzey ve voksel tabanlı karşıtırmadır. (30)

Litaratürde pek çok çalışma yukarıda belirtilen karşıtırma ve karşıtırma yöntemlerini kullanarak sanal ortognatik cerrahi planlamanın doğruluğunu araştırmıştır. Panoramik, sefalometrik ve posteroanterior filmlerle alçı modelleri içeren iki boyutlu cerrahi planlamada hareketler her düzlemde farklı planlandığı için ameliyatta gerçekleşen üç boyutlu hareket aynı şekilde tahmin edilemeyebilir ve gerçek sonuçla planlama arasında uyumsuzluklar meydana gelebilir. Schneider ve ark. sanal cerrahi planlamanın cerrahi sürenin kısaltmasına ve doğruluğun artmasına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir. (31) Zinser ve Zoeller voksel tabanlı yaptıkları çalışmaları konvansiyonel planlamayla sanal ortognatik cerrahi planlamayı kıyaslamış maksilla pozisyonunun doğruluğunu incelemiş ve sanal cerrahi planlamanın çok daha doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir. (32) Tondin ve ark. bimaksiller ortognatik cerrahide sanal ortognatik cerrahi planlamanın güvenilirliğini araştırdıkları sistematik derlemede 26 çalışmayı incelemiş, sanal cerrahi planlamanın yüksek doğrulukta olduğu sonucuna varmış ve planlamayla uyumlu üç boyutlu baskı cerrahi splintlerin kullanımını önermişlerdir. (33)

2.3.2. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlamanın Aşamaları

Uygun bir şekilde ortognatik cerrahi planlaması için hastanın yüz yüzeysel yumuşak dokuları doğal baş pozisyonunda görüntülenmelidir. Düşük radyasyon dozuyla tam kafa sert ve yumuşak dokuların uygun bir şekilde görüntülenmesi konik

ışınli bilgisayarlı tomografinin ilerlemesiyle mümkün hale gelmiştir. (34) Ortognatik cerrahi için elde edilen üç boyutlu görüntülemelerde amaç hastanın yüz yüzeysel yumuşak dokuları, alttaki kemik dokuları ve dişlerinin görüntüsünün tek bir sanal anatomik modellemesini oluşturmaktır. Elde edilen konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri yarı otomatik segmente edilir. Bu sayede hacim verisi, "mesh" adı verilen üç boyutlu yüzey verisi haline dönüştürülmüş olur. (35)

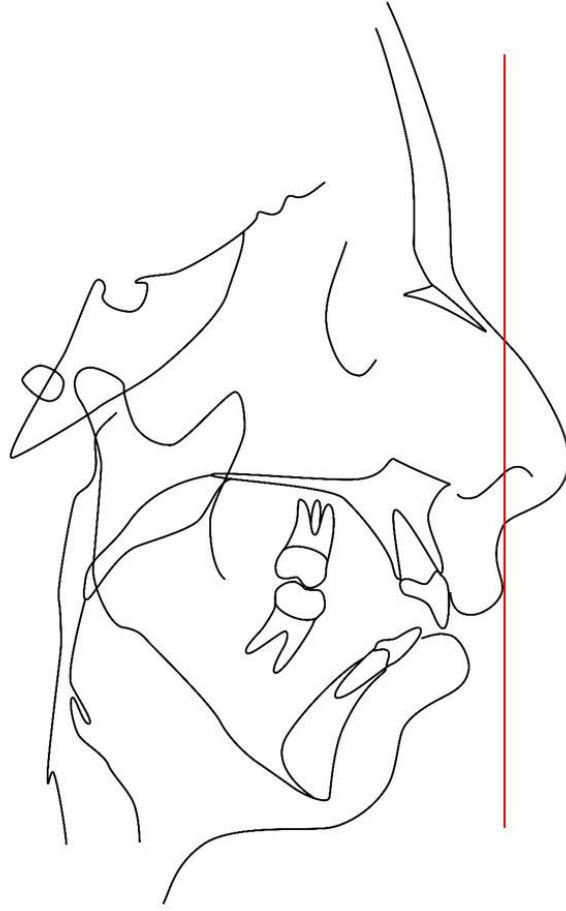
Hastanın elde edilen üç boyutlu görüntülemeleriyle sonraki aşamada hastanın üç boyutlu teşhisine geçilir. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi kesitlerinden hastanın kondiler anatomisi, dental patolojileri, çene ve yüz kemiklerindeki patolojileri ya da deformiteleri, hava yolu genişliği, inferior alveoler sinirin ilerleyiş şekli gibi pek çok durum teşhis edilebilir. (36)

Üç boyutlu sanal ortognatik cerrahi planlaması cerrah ve ortodontiste hastanın deformitesinin en iyi düzeltimi için birden çok farklı ameliyat simülasyonu oluşturma imkanı sağlar. Farklı osteotomi tasarımları farklı hareket miktarları ameliyat prosedürlerinin önceden simüle edilmesi alınacak sonuçları da iyileştirecektir. Planlama programlarında sanal planın son aşaması olarak bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) ile doğrudan sanal hastadan cerrahi splintler üretilebilir planlamanın fiziksel çıktısı gerçek hastaya aktarılmış olur. (37)

2.3.3. Sanal Ortognatik Cerrahi Planlamasında Kullanılan Referans Düzlemler

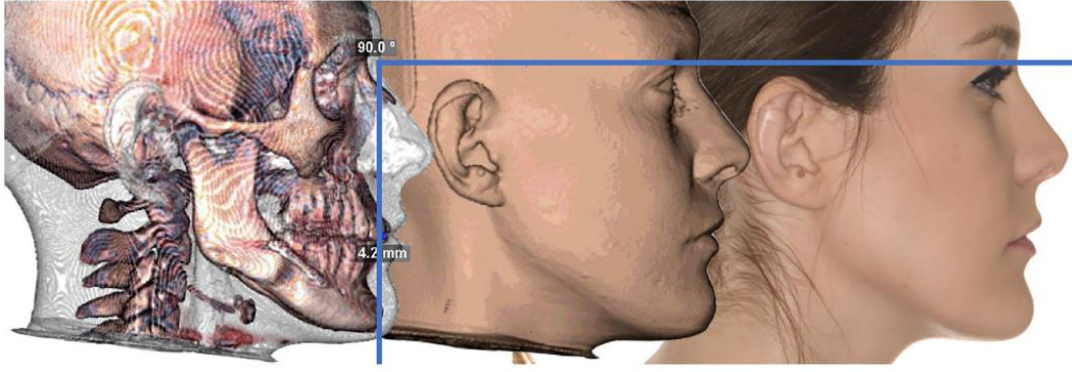
Kullanılan Vertikal Referans Düzlemleri

Literatürde pek çok yazar tanı, tedavi ve buna bağlı yumuşak dokuda elde edilen sonuçların iyileştirilmesi için güvenilir yumuşak doku analizlerinin gerekliliğini vurgulamışlar. (38) Öncelikle doğal baş pozisyonuna ve oryantasyonuna ilişkin çalışmalar yayımlanırken daha sonra literatürde "true vertical line" (TVL) olarak bilenen gerçek vertikal doğru (GVD) tanıtılmıştır. GVD hasta doğal baş pozisyonunda ya da doğal baş oryantasyonundayken subnazale noktasından geçen ve gerçek horizontal düzleme dik olan doğru olarak tanımlanmıştır. (39)



Şekil 2.1. Gerçek vertikal doğrunun şematik gösterimi.

Son yıllarda ortognatik cerrahi öncesi estetik değerlendirme için Hernandez-Alfaro ve ark. tarafından yeni kabul edilebilecek bir yumuşak doku analizi tanımlanmıştır ve popülerliği giderek artmaktadır. Hastalar doğal baş oryantasyonundayken yumuşak doku glabella noktasına temas eden ve gerçek horizontal düzleme dik olarak inen doğru ‘Barcelona line’ ya da Barselona doğrusu olarak tanımlanmıştır. Hastaların üst kesici diş konumları ve barselona doğrusu arasında ilişki incelenmiş ve pek çok dentofasiyal deformitesi mevcut olan ortognatik cerrahi hastasının her iki çenesinin de retruziv olduğu ve daha protruziv orta yüzlerin daha çekici bulunduğu sonucuna varılmıştır. (40)



Şekil 2.2. Barselona doğrusunun şematik gösterimi (40)

Kullanılan Horizontal Referans Düzlemleri

Profil değerlendirmesinde Frankfurt horizontal düzlemi, sella-nasion ön kafa kaidesi düzlemi gibi intrakraniyal referans noktaları sefalometrik filmlerle tespit edilip kullanılabilir. Ancak Arnett ortognatik cerrahi hastalarında doğal baş oryantasyonunun tespiti için sefalometrik noktalar ile tespit edilen düzlemlerin referansının oldukça fazla sapma gösterdiğini ve kullanımın uygun olmayabileceğini göstermiştir. (41) Dişleri ve dentofasiyal iskeleti örten yumuşak dokular oldukça fazla değişkenlik gösterebilir. Sadece kraniyal sefalometrik noktaların değerlendirilmesi hastanın profiliyle ilgili yeterli bilgiyi vermeyebilir, aynı noktaların kullanıldığı farklı sefalometrik analizlerle aynı hasta farklı iskeletsel problem teşhisi alabilir. Kraniyal sefalometrik noktalar kişiler arasında anatomik varyasyonlar gösterebilir ve başın doğal baş oryantasyonundan sapmayla kaydedilmesine neden olabilir. (41)

Anatomik referans düzlemleriyle ilgili belirtilen varyasyonlardan ötürü ortognatik cerrahi hastalarının teşhis ve tedavi planlamasında gerçek horizontal düzlemin (TrH, True horizontal) kullanılması daha doğru değerlendirme sağlayabilir. (42)

Ackerman-Proffit sınıflandırması başın uzayın üç düzleminde konumlandırılması için referans olarak kullanılabilir. Bu yöntem bir uçağın havadaki manevra kabiliyetine dayanır ve altı hareket yönü olarak tanımlanabilir. Altı hareketin hepsi x, y ve z koordinat sistemi üzerinde meydana gelir. Başın “pitch”, “yaw” ve “roll” gibi dönme hareketleri sırasıyla x, y ve z eksenleri etrafında meydana gelebilir. (43)

Bu bilgilerin doğrultusunda çok farklı yöntemlerle sanal ortognatik cerrahi hastaları oluşturulup tedavi planlaması yapılabilir. Ancak bütün sanal hasta oluşturma ve tedavi planlama sürecinde yüzeyel yüz yumuşak dokusunu farklı yöntemlerle elde edilebilirliği (KIBT, stereofotogrametri vb.) sanal hastaların baş pozisyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan yüzeyel yüz noktaları açısından tutarsızlık ihtimaline yol açabilir. Bu durum görsel analizde farklılık ihtimaline neden olabilir ve yanlış baş pozisyonu oryantasyonu, teşhis, tedavi planlamalarına sebebiyet verebilir.

Bu metodolojik çalışmanın amacı hekimlerin hastaların yüzeyel yüz yumuşak dokularını sanal olarak oluşturma yönteminin doğal baş oryantasyonunun tekrar elde etmesinde fark yaratıp yaratmadığını değerlendirmektir.

İkinci amaç ortognatik cerrahi vakalarında en önemli kayıt aşamalarından biri olan hastanın kafa oryantasyonunun klinik fotoğraflar rehberliğinde hekimler tarafından tekrar elde edilebilirliğini araştırmaktır.

Çalışmanın üçüncü amacı hastaların kafa oryantasyonlarının hekimler tarafından tekrar oluşturulması sürecinde uzayın üç düzleminde en başarılı ve en az başarılı olunan kafa hareketi düzleminin (“pitch”, “yaw”, “roll”) belirlenmesidir.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu metodolojik çalışma için SBA 24/303 numaralı etik kurul onayı Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Araştırma Etik Kurulu'ndan 2024/07-47 karar sayısıyla alınmıştır. (Ek-1)

3.1. Bireyler

Çalışmada Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda ortognatik cerrahi tedavisi tamamlanmış, cerrahi kayıt için alınmış klinik fotoğrafları ve arşiv kayıtları tam olan hastalar incelenmiştir. Çalışmada incelenen hastaların arşiv kayıtlarının tarih aralığı 01.01.2020 ile 01.01.2024 arasında olacak şekilde seçilmiştir.

Çalışma öncesinde yapılan ön çalışma değerlendirilerek elde edilen güç analizinde çalışmaya dahil edilecek hasta sayısı 0.20 etki büyüklüğü, %80 güç, ve %5 hata payı ile üç grup için grup başına 14, toplamda 42 hasta olarak hesaplanmıştır.

Çalışmaya dahil edilecek hastalar için belirlenen kriterler şu şekildedir:

1. Ortognatik cerrahi kayıt seansında alınmış konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülemeleri bulunan hastalar, (yumuşak doku Hounsfield unitesi eşik değeri ayarlanarak yukarıda glabella aşağıda boyun boğaz birleşim noktasının görünür olması)
2. Ortognatik cerrahi konusunda tecrübeli hekim tarafından alınmış doğal baş oryantasyonunda cephe ve profil yüz fotoğraflarının mevcut olması,
3. Hastanın yüzünde belirgin yara izi ya da başka bir deformite bulunmaması,
4. Sınıf 2 ya da sınıf 3 malokluzyona sahip olması,
5. Kayıtları alınmış ve planlanmış ameliyatın revizyon cerrahisi olmaması,
6. Hastanın ortognatik cerrahi planlamasının sanal olarak yapılmış olması,

7. Sanal hasta hazırlanırken yüzünün oluşturulmasında; direkt tomografiden yumuşak doku oluşturma (A grubu), tomografiden oluşturulmuş yüzün yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi için meshin işlenmiş olması (B grubu) ya da üç boyutlu yüz fotoğrafı kullanılması (C grubu) yöntemlerinden biriyle elde edilmiş olması,

8. Erkek hastaların fotoğraflarının sakalsız ve bıyıksız olmasıdır.

Çalışmadan hariç tutulacak hastalar için belirlenen kriterler şunlardır:

1. Hastanın cephe ya da profil fotoğrafının eksik ya da oryante baş pozisyonunda olmaması,

2. Dudak damak yarıklı (DDY) ya da sendromlu hastalar,

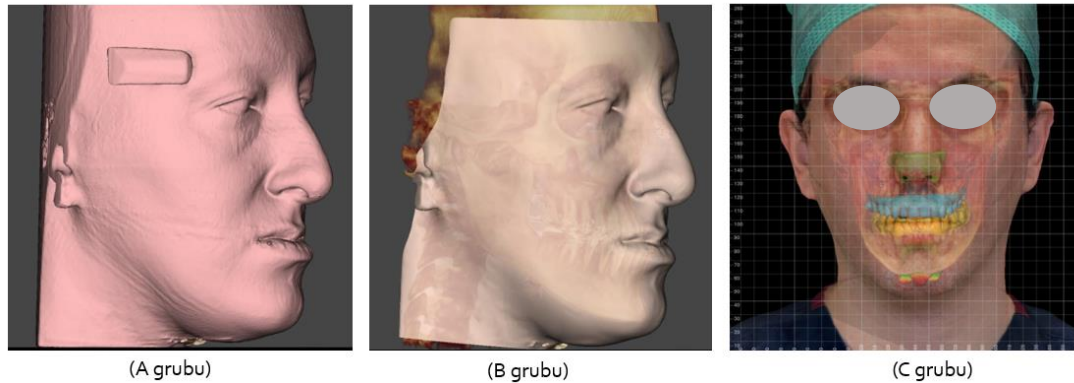
3. Sanal hasta oluşturma sürecinde üç boyutlu yüz görüntüsü oluşturulmamış hastalardır.

Dijital arşiv kayıtları değerlendirildikten sonra ortalama yaşı 25,6 (min 18, maks 52) 18 erkek 24 kadın, 35 sınıf üç 7 sınıf iki olmak üzere toplamda 42 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların Dolphin Imaging (version 11.95 Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, California, ABD) programında kayıtlı olan doğal baş oryantasyonundaki profil ve cephe fotoğrafları ile üç boyutlu olarak oluşturulmuş yüz modelleri incelenmiştir.

3.2. Verilerin Toplanması

Çalışmaya dahil edilecek arşivden alınan sanal hastalar planlamada kullanılan üç boyutlu yüz görüntülerine göre üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup (A grubu) üç boyutlu yüzeyel yumuşak doku görüntüsü direkt konik ışınlı bilgisayarlı tomografiden yumuşak doku Hounsfield ünitesi eşik değeri ayarlanarak elde edilmiş hastalar, ikinci grup (B grubu) tomografiden elde edilmiş üç boyutlu yüzeyel yumuşak doku görüntüsü yıkımsız algoritmalar kullanarak işlenmiş ve görüntü kalitesi iyileştirilmiş hastalar, üçüncü grup (C grubu) üç boyutlu yüzeyel yumuşak doku görüntüsü üç boyutlu yüz fotoğrafı aracılığıyla elde edilmiş hastalardır. Her grupta on dört adet ve

toplam kırk iki adet tedavisi tamamlanmış sanal ortognatik cerrahi hastası çalışmada değerlendirilmiştir. Hastaların KIBT görüntülemeleri i-CAT Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) cihazıyla elde edilmiştir. KIBT, doğal baş pozisyonunda maksimum interküspidasyonda dudaklar istirahatteyken, 0,3 mm voksel boyutu ve 17.8 sn tarama süresiyle, 17 x 23 cm görüntüleme alanı kullanılarak, 5 mA, 120 kVp ayarında çekilmiştir. Bütün KIBT taramaları, DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) formatında Dolphin Imaging programına aktarılmıştır. Üç boyutlu yüz fotoğraflarıyla çalışılan hasta grubunda görüntüler dış merkez aracılığıyla 3dMD (3200 Cobb Galleria Pkwy #299, Atlanta, GA 30339, Amerika Birleşik Devletleri) cihazından alınmıştır. Hastalar hem tomografi hem de üç boyutlu yüz görüntülemesinden önce klinikte çekilen fotoğraflara uygun olacak şekilde dudakları istirahat pozisyonunda olması konusunda bilgilendirilmiştir.



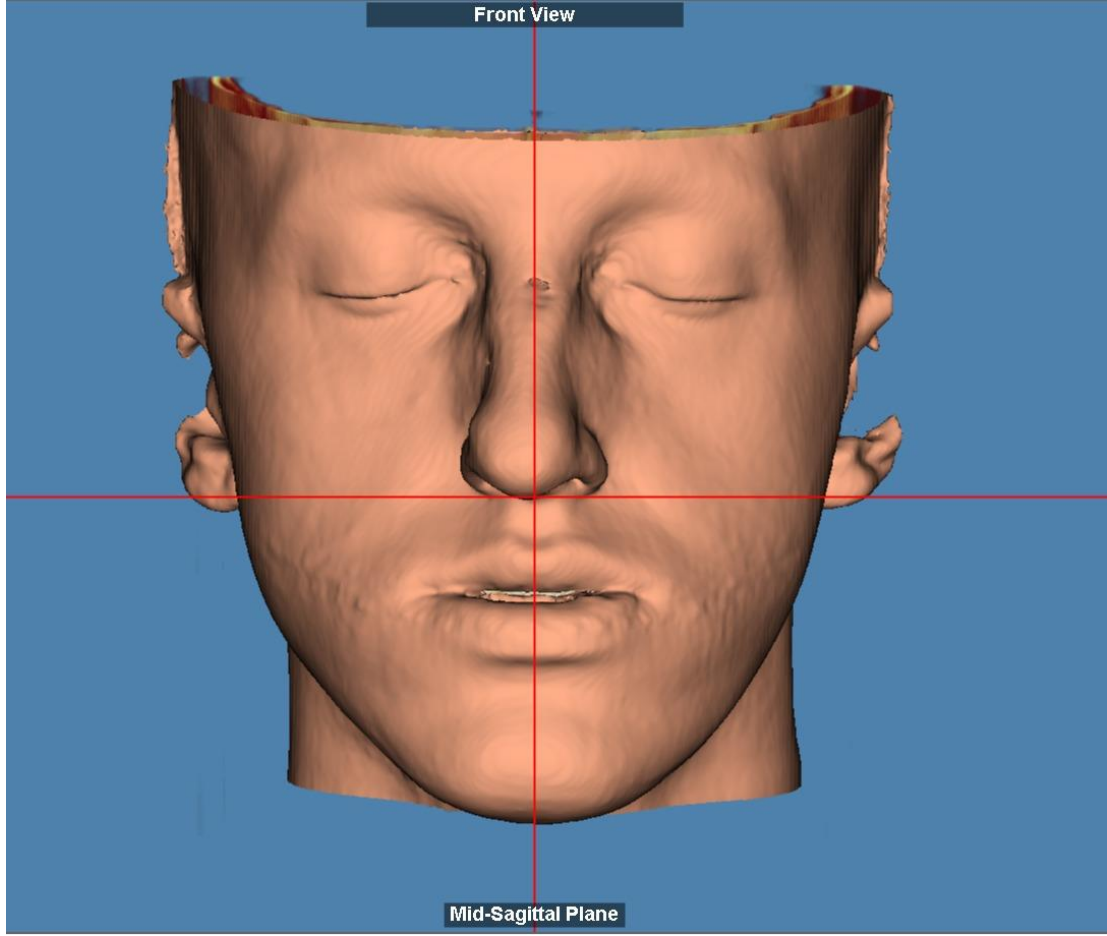
Resim 3.1. A, B ve C gruplarının örnek gösterimi.

3.3. Yöntem ve Gereç

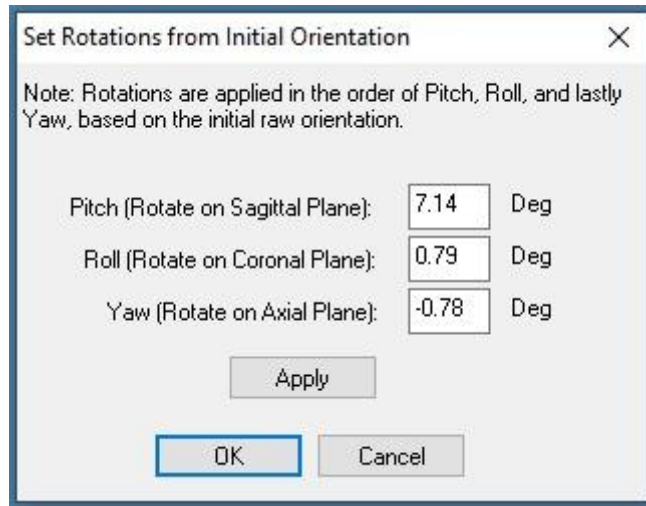
3.3.1. Yöntem

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan, tedavi süreci bitmiş 42 adet sanal hasta çalışmada değerlendirilmiştir. Sanal hasta verileri Ortodonti Anabilim Dalı'nda sanal ortognatik cerrahi planlama amacıyla kullanılan Dolphin Imaging programında kayıtlıdır. Bu bilgisayar içerisinde bulunan veriler aynı programda incelenmiştir. Hastalar cerrahi planlama için oluşturulan üç boyutlu yüz görüntülerine göre üç gruba ayrıldığı şekilde ayrılmıştır. Her gruptaki her bir hasta numaralandırılarak formlara

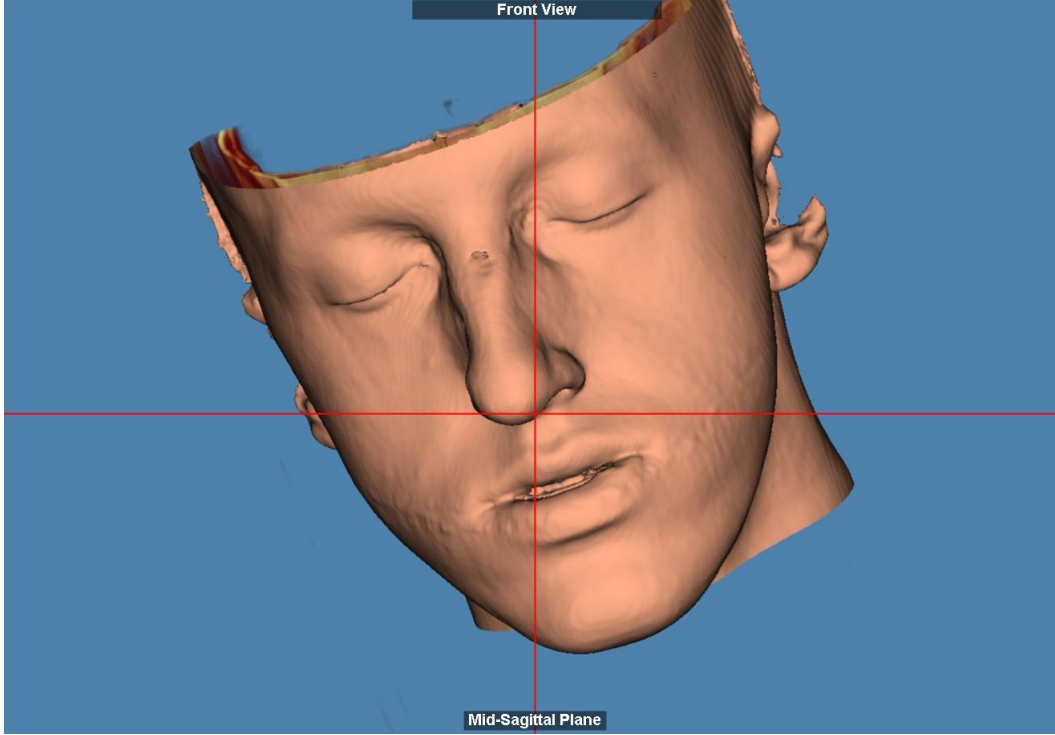
kaydedilmiş ve numaralara denk gelen arşiv hastasının bilgileri sorumlu araştırmacı bilgisinde tutulmuştur. Dolphin Imaging programında kayıtlı her bir sanal hasta için fotoğrafa göre oryante edilmiş ve ameliyat planında kullanılmış u boyutlu yüz görüntüleri programın kafa oryantasyonu yapmayı sağlayan sekmesindeki kafa oryantasyonu değerleriyle uzayın u düzleminde kaydedilmiştir (“pitch”, “roll” ve “yaw” rotasyonu değerleri). Kayıt tamamlandıktan sonra Google arama motorunun (Mountain View, Kaliforniya, ABD) rastgele sayı üretici yazılımında -30’dan +30’a kadar u sayı oluşturularak ve sırasıyla programdaki “pitch”, “roll” ve “yaw” rotasyonu sekmelerine girilerek kafa oryantasyonu bozulmuştur. Çalışmada gözlemci olan ortodontist kafa oryantasyonları bozulmuş hastaların kafalarını programda reoryante etmiştir. Kafa reoryantasyonu için hastaların ameliyat kaydı seansında çekilmiş cephe ve profil fotoğrafları gözlemci ortodontist tarafından kullanılmıştır ve herhangi bir zaman sınırlaması yoktur. Dolphin Imaging programında baş oryantasyonu yapılan bölümde gerçek vertikal ve gerçek horizontal çizgilerden faydalanılmıştır. Gözlemci ortodontist kafa oryantasyonunu tamamladığında programdaki yeni oluşturulmuş kafa pozisyonu değerleri (“pitch”, “roll”, “yaw”) forma kaydedilmiştir.



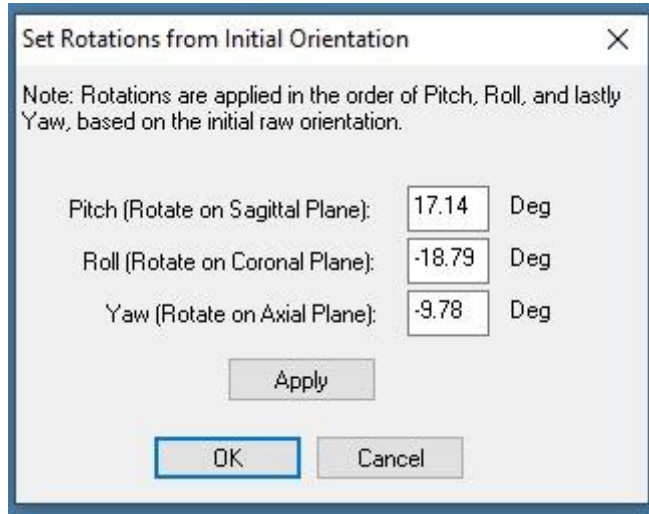
Resim 3.2. Ameliyat planı oluşturulmuş sanal hasta baş pozisyonu.



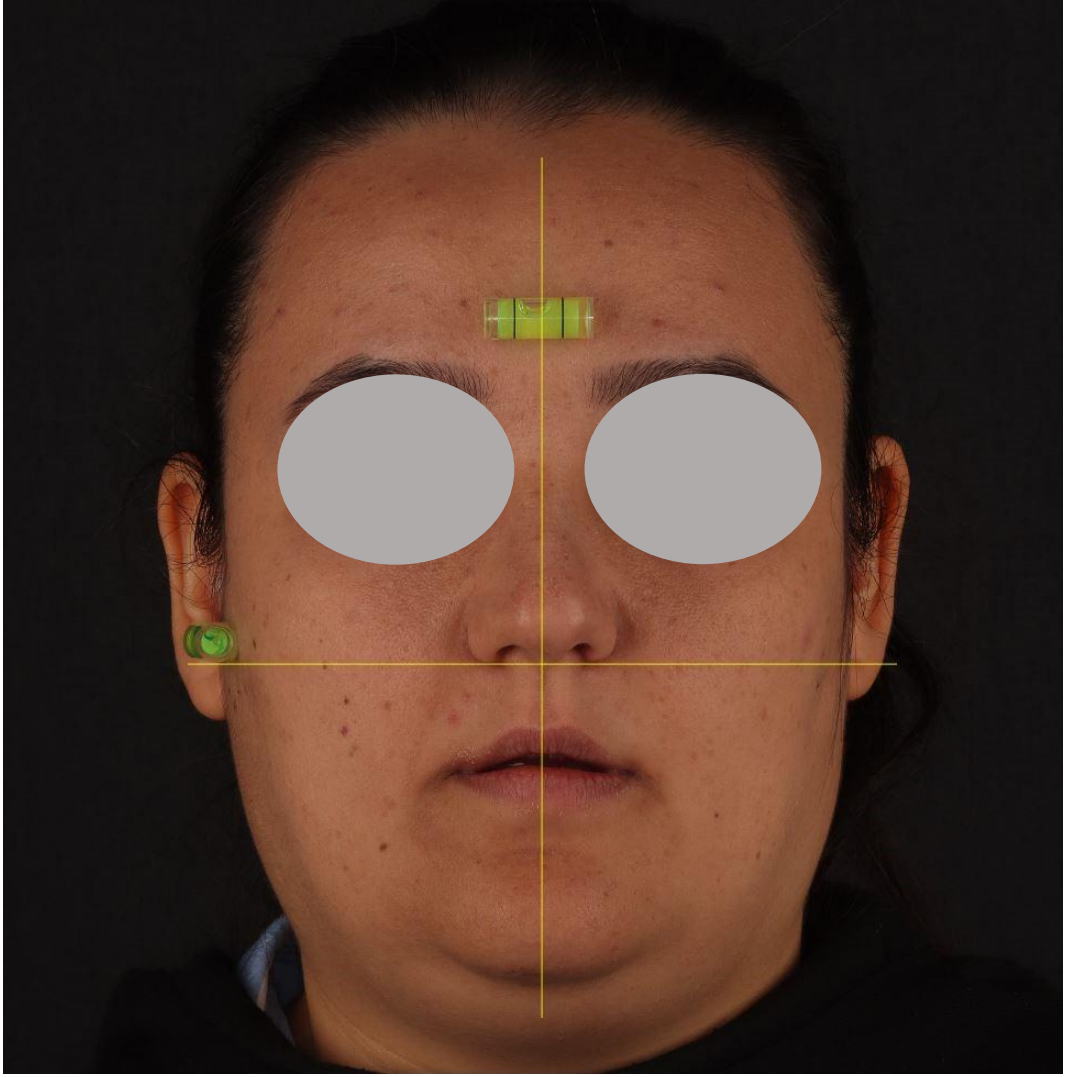
Resim 3.3. Örnek vaka için baş pozisyonunun açısal değerleri.



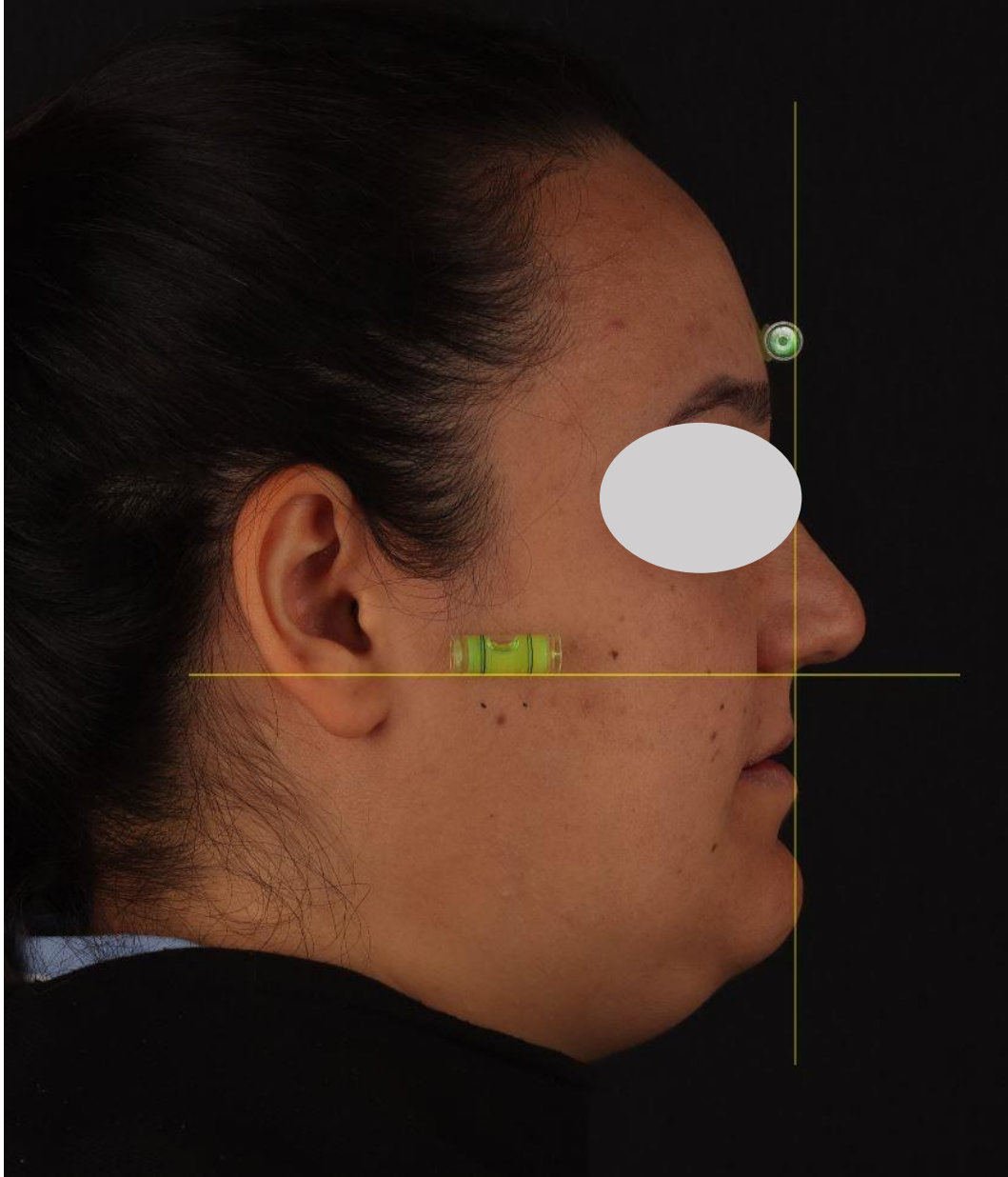
Resim 3.4. Baş pozisyonunun ‘random number generator’ programında oluşturulan sayılarla oryantasyonunun bozulmuş hali.



Resim 3.5. ‘Random number generator’ programında -30 ile +30 arasında üretilen sayıların sırasıyla Dolphin programında kafa oryantasyonu yapılan sekmeye girilmesiyle elde edilen açısız tablo. (‘pitch’ için +10 ‘roll’ için -18 ‘yaw’ için -9 derece)



Resim 3.6. Örnek vaka iki; doğal baş oryantasyonunda frontal istirahat fotoğrafı ve rehber düzlemlerin gösterimi.



Resim 3.7. Örnek vaka iki; doğal baş oryantasyonunda profil istirahat fotoğrafı ve rehber düzlemlerin gösterimi.

3.3.2. Gereç

Dolphin Imaging Programı

Dolphin Imaging programı için Windows tabanlı bilgisayar kullanılması gerekmektedir. Çalışmamızda Dolphin Imaging programının sanal ortognatik cerrahi planlama kısmında çalışılmıştır. Ameliyat olmuş hastaların üç boyutlu yüz görüntülemeleri ameliyatlardan önce deneyimli ortodontist tarafından

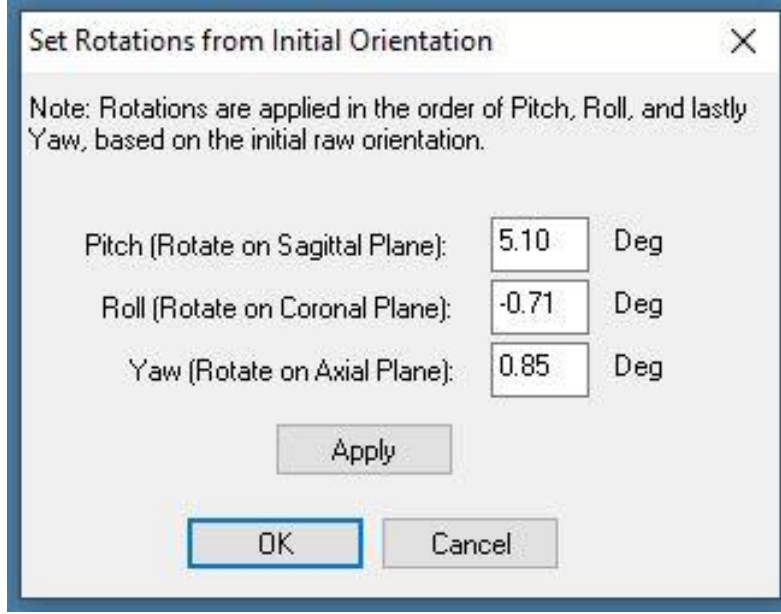
oluşturulmuştur. Bu sanal hastalar programın uzayın her üç düzleminde kafanın pozisyonunu ayarlamaya yardımcı olan oryantasyon sekmesinde doğal baş oryantasyonunda ayarlanmıştır. Mevcut değerler çalışmanın başlangıç değeri olarak her hasta için kaydedilmiştir. Hastaların doğal baş pozisyonu oryantasyonlarının sayısal değerleri için örnek Resim 3.9’da gösterilmektedir. Programın ameliyat öncesi baş pozisyonu oryantasyonu ayarlamak için kullanılan oryantasyon kısmı Resim 3.8’de gösterilmiştir.



Resim 3.8. Dolphin Imaging programında baş oryantasyonu için kullanılan bölüm.



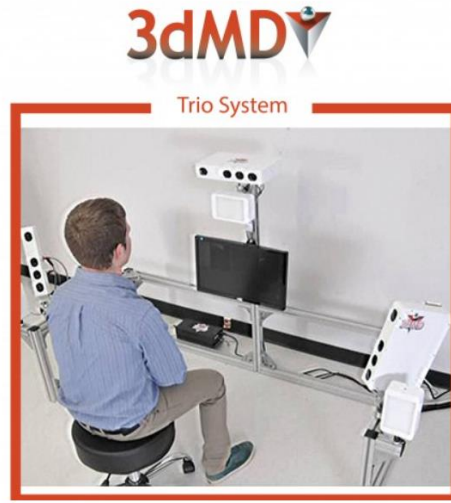
Resim 3.9. Örnek bir hastanın doğal baş oryantasyonu yapılmış durumda açışal değerleri.



Resim 3.10. Örnek hastanın doğal baş oryantasyonunun Dolphin Imaging programında değiştirilebileceği bölüm.

3dMD Sistemi ve 3B Yüz Fotoğrafları

Zamanla lazer tarama ve üç boyutlu stereofotometri gibi pek çok üç boyutlu yüzey görüntüleme teknolojileri geliştirilmiştir. Dijital 3B fotometri veri toplamının hızlı, kolay ve girişimsel olmamasıyla öne çıkmıştır. 3dMD face sistemi (3dMD Inc., Atlanta GA, ABD) yapılandırılmış ışık ve stereofotometri kullanır. Sistem yapı kameraları stereo kamera ile kurulur ve daha sonra bir kişisel bilgisayara bağlanır. 3dMD face sistemi stereofotogrametrik görüntüleme cihazı geometrik doğruluğu ve güvenilirliği yüksek oranda doğrulanmış bir sistemdir. (Resim 3.11)



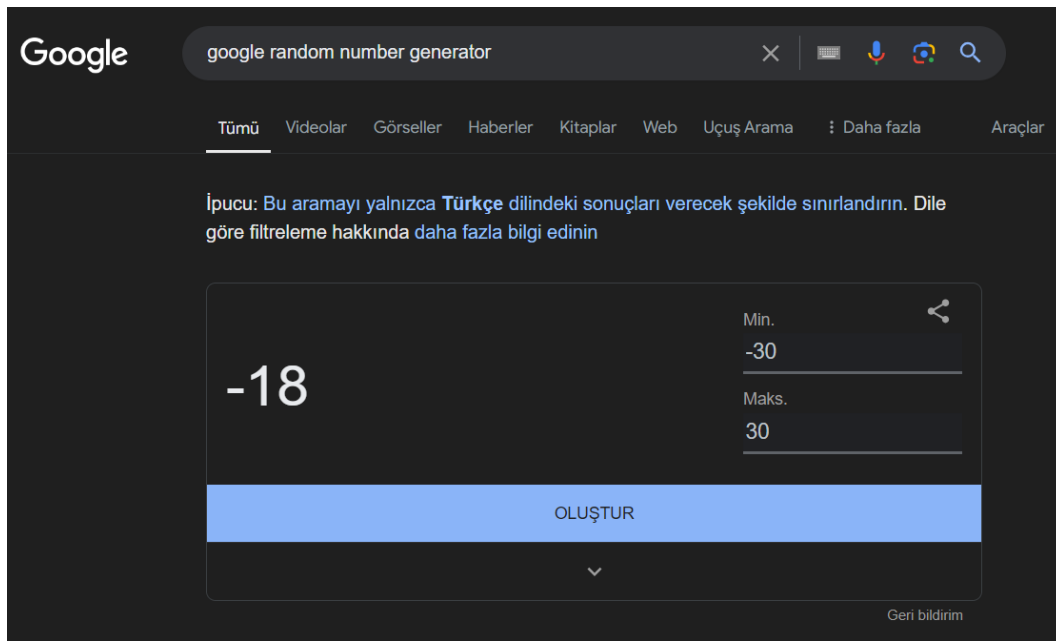
Resim 3.11. 3dMD sistemi (3dMD Inc., Atlanta GA, ABD)

İşlenmiş Tomografi Görüntülerinin Elde Edilmesi

Düzenlenmiş ya da işlenmiş tomografi görüntüler çalışmada değerlendirilen tüm hastalarda olduğu gibi sorumlu araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Ham tomografi görüntüsünden elde edilen üç boyutlu yüz görüntüsünün .stl uzantılı dosyası elde edilmiş ve bu dosya Meshmixer (Autodesk, Inc. San Rafael, California, U.S.) programına aktarılmıştır. İlgili programa aktarılan görüntü "analysis" alt sekmesinde bulunan "inspector" özelliği kullanılarak yüzeyel boşluklar ve ana yumuşak doku yüzeyine birleşik olmayan kusurlu segmentasyon parçaları düzeltilmiştir. Daha sonra "select" aracı kullanılarak tüm yüzey seçilmiştir. Seçim sonrası "deform" alt sekmesi altında bulunan "smooth" aracı kullanılmıştır. Bu aracın kullanımı sırasında, "smoothing type: shape preserving", "smoothing:1", "smoothing scale:1", "constraint rings:3" değerleri kullanılarak yüzey işlenmiş ve dışa aktarılmıştır. Orijinal tomografi verisinden elde edilen yüzey verisi ile işlenmiş yüzey arasında herhangi bir fark olup olmadığını görmek için iki dosya aynı çalışma alanında "append" özelliği kullanılarak açılmıştır. Kullanılacak anatomik landmarkların aralarında bir fark olmadığı "clearance" aracı kullanılarak teyit edilmiştir. Elde edilen bu dosya yine .stl uzantılı olacak şekilde Dolphin Imaging programına kaydedilmiş ve B grubu için sanal hasta yüzü bu şekilde oluşturulmuştur. (B grubu, Resim 3.1)

Google Random Number Generator Uygulaması

Çalışmamızda hastaların başlangıçta standart kabul edilen baş pozisyonlarının rastgele bir şekilde bozulması için Google’ın rastgele numara üreten uygulamasından faydalanılmıştır. Her sanal çalışma hastasında Dolphin programında sırasıyla “pitch”, “roll” ve “yaw” değerleri için rastgele numara üreticide -30 ile +30 arasında bir sayı üretilmiş programda ilgili bölüme girilmiş ve bu şekilde sanal hastaların standart kabul edilen baş pozisyonları bozulmuştur.



Resim 3.12. Google rastgele sayı oluşturma programı (random number generator)

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) v23.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerde ortalama ve standart sapma kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen gruplarda üç veya daha fazla sayıda grubun ortalamaları arasındaki farklılığın anlamlılığını test etmek amacıyla Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. (44) Gruplar arasında “pitch” ,’roll” ve “yaw” açısından farklılık olup olmadığı normallik sağlanmadığı için Kruskal Wallis testi ile test edilmiştir ve $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Her yöntem için açıların standart kabul edilen değerlere (std) olan uyumunu incelemek amacıyla “pitch” “roll” ve “yaw” açılarında ölçülen değerlerin standart değerlere

(std) olan uyumu ICC (sınıf içi korelasyon katsayısı) ile değerlendirilmiştir. Gözlemci içi uyumu değerlendirmek için yine ICC kullanılmış ve iki hafta arayla doğal baş reoryantasyonu yapılan hastaların ‘‘pitch’’, ‘‘roll’’ ve ‘‘yaw’’ açısal değerleri karşılatırılmıştır. Karşılaştırma için her gruptan (A, B ve C) yedişer hasta olmak üzere toplamda yirmi bir hasta rastgele olarak seçilmiştir.

3.4.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Örneklem büyüklüğü G*Power programında, pilot çalışma üzerinden hesaplanmıştır. Pilot çalışmadan elde edilen sonuçlara göre güç %80 hata payı %5 düzeyinde gerekli örneklem büyüklüğü her grup için 14 kişi toplamda 42 kişi olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen hastaların tanımlayıcı istatistikleri.

Gruplar	Frekans(n)	Yüzde (%)
Cinsiyet		
Erkek	18	42,8
Kadın	24	57,2
Malokluzyon		
Sınıf 2	7	16,6
Sınıf 3	35	83,3
Ort		
Yaş	25,6	

4.2. “Pitch” “Roll” ve “Yaw” Açılarının Reoryantasyon Analiz Bulguları

Tablo 4.2. “Pitch” “roll” ve “yaw” açılarının her üç grup için tanımlayıcı istatistikleri.

		Tanımlayıcı İstatistikler							
		N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	95% Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
Alt Sınır	Üst Sınır								
“Pitch”	3B Fotoğraf	14	4,7086	5,99095	1,60115	1,2495	8,1676	-3,15	16,23
	Tomografi	14	6,5436	4,64435	1,24125	3,8620	9,2251	,59	17,19
	İşlenmiş Tomografi	14	4,7379	6,99610	1,86979	,6984	8,7773	-14,39	14,06
	Toplam	42	5,3300	5,87310	,90624	3,4998	7,1602	-14,39	17,19
“Roll”	3B Fotoğraf	14	,3836	1,97177	,52698	-,7549	1,5220	-4,19	4,20
	Tomografi	14	,1943	1,21031	,32347	-,5045	,8931	-1,67	2,44
	İşlenmiş Tomografi	14	-,1507	1,29692	,34662	-,8995	,5981	-2,85	2,38
	Toplam	42	,1424	1,51018	,23303	-,3282	,6130	-4,19	4,20
“Yaw”	3B Fotoğraf	14	1,1443	1,56724	,41886	,2394	2,0492	-1,65	4,53
	Tomografi	14	,1636	2,46612	,65910	-1,2603	1,5875	-2,79	7,27
	İşlenmiş Tomografi	14	1,3350	3,30961	,88453	-,5759	3,2459	-3,30	11,10
	Toplam	42	,8810	2,53969	,39188	,0895	1,6724	-3,30	11,10

Tablo 4.2’de “pitch”, “roll” ve “yaw” açılarının her yöntem için toplam 42 hastada tanımlayıcı istatistikleri gösterilmektedir.

%95 güven aralığında alt sınır ve üst sınır değerlendirildiğinde bu veri grubuna

benzer veri grubuyla çalışıldığı takdirde elde edeceğimiz örnekleme dağılımında;

Ortalama “pitch” açısının reoryantasyon değerlerinin 3,4998 ile 7,1602 değerleri arasında değişeceği,

Ortalama “roll” açısının reoryantasyon değerlerinin -0,3282 ile 0,6130 değerleri arasında değişeceği,

Ortalama “yaw” açısının reoryantasyon değerlerinin 0,0895 ile 1,6724 değerleri arasında değişeceği hesaplanmıştır.

Normal dağılım göstermeyen gruplarda üç veya daha fazla sayıda grubun ortalamaları arasındaki farklılığın anlamlılığını test etmek amacıyla Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Gruplar arasında “pitch”, “roll” ve “yaw” açısından farklılık olup olmadığı normallik sağlanmadığı için Kruskal Wallis testi ile test edilmiştir ve $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Tablo 4.3. Kruskal Wallis testi tablosu

	“Pitch”	“Roll”	“Yaw”
Ki-kare	,833	1,761	3,977
Sd	2	2	2
Anlamlılık (sig.)	,660	,415	,137

Kruskal Wallis testinin sonucunda “pitch”, “roll” ve “yaw” açılarında normal tomografi (A grubu), işlenmiş tomografi (B grubu) ve üç boyutlu yüz fotoğrafı (C grubu) yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı %95 güven düzeyinde bulunmuştur (“pitch” için $p=0,660$, “roll” için $p=0,415$, “yaw” için $p=0,137$ sonuçları 0,05 anlamlılık düzeyi).

4.3. Yöntemler İçin Gözlemciler Arası Korelasyon Katsayısı (ICC)

Sanal hastalarda üç boyutlu yüz oluşturma yöntemleri için hastalar reoryante edildiğinde elde edilen açıların, standart kabul edilen doğal baş oryantasyonu açısal değerlerine olan uyumuna ICC bakılmıştır.

Tomografiden üç boyutlu yüz yüzeysel görüntüsü oluşturulmuş sanal hasta grubunda (A grubu) ‘‘pitch’’ ‘‘roll’’ ve ‘‘yaw’’ açıları için ölçülen reoryantasyon değerlerinin standart kabul edilen oryantasyon değerlerine uyumu hesaplanmıştır. ‘‘pitch’’ ‘‘roll’’ ve ‘‘yaw’’ açılarının her biri için ICC ölçüm sonuçları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

‘‘Pitch’’

Tablo 4.4. A grubu için ‘‘pitch’’ hareket yönü korelasyon testi

	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
		Tekli Ölçümler	,927	,788	,976	26,262	13
Ölçüm Ortalamaları	,962	,881	,988	26,262	13	13	,000

‘‘Roll’’

Tablo 4.5. A grubu için ‘‘roll’’ hareket yönü korelasyon testi

	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
		Tekli Ölçümler	,834	,560	,943	11,037	13
Ölçüm Ortalamaları	,909	,718	,971	11,037	13	13	,000

‘‘Yaw’’

Tablo 4.6. A grubu için ‘‘yaw’’ hareket yönü korelasyon testi

	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
		Tekli Ölçümler	,885	,680	,961	16,347	13
Ölçüm Ortalamaları	,939	,809	,980	16,347	13	13	,000

A grubu için ICC değerlerine bakıldığında pitch açısının standart değere olan uyumunun en yüksek olduğu görülmektedir (0,962). Pitch açısında mükemmel

düzeyde uyum yakalanmıştır. A grubunda roll (0,909) ve yaw (0,939) açılarında da mükemmel düzeyde uyum vardır fakat pitch açısındaki uyum daha fazladır. Bu sebepten A grubunda reoryantasyon başarısı en yüksek olan açı pitch açısıdır.

Ham tomografi görüntüsü işlenmiş ve yüzeyi pürüzsüz hale getirilmiş işlenmiş tomografi grubunda (B grubu) “pitch” “roll” ve “yaw” açıları için ölçülen reoryantasyon değerlerinin standart kabul edilen oryantasyon değerlerine uyumu hesaplanmıştır. “pitch” “roll” ve “yaw” açılarının her biri için ICC ölçüm sonuçları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

“Pitch”

Tablo 4.7. B grubu için “pitch” hareket yönü korelasyon testi

	Sınıf İçi Korelasyon	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı					
		95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,940	,825	,980	32,491	13	13	,000
Ölçüm Ortalamaları	,969	,904	,990	32,491	13	13	,000

“Roll”

Tablo 4.8. B grubu için “roll” hareket yönü korelasyon testi

	Sınıf İçi Korelasyon	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı					
		95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,716	,319	,899	6,036	13	13	,001
Ölçüm Ortalamaları	,834	,484	,947	6,036	13	13	,001

“Yaw”

Tablo 4.9. B grubu için “yaw” hareket yönü korelasyon testi

	Sınıf İçi Korelasyon	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı					
		95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,886	,684	,962	16,574	13	13	,000
Ölçüm Ortalamaları	,940	,812	,981	16,574	13	13	,000

B grubu için de ICC bakıldığında standart değere olan en yüksek uyumun yine ‘‘pitch’’te olduğu görülmektedir (0,969). Yine ‘‘yaw’’ (0,940) açısında da mükemmel düzeyde uyum vardır fakat B grubunda da ICC değeri en yüksek olan istatistiksel olarak en uyumlu şekilde reoryantasyon yapılan açı ‘‘pitch’’ bulunmuştur.

Üç boyutlu yüz fotoğraflarıyla yüz yumuşak dokuları oluşturulan sanal hastaların bulunduğu grupta (C grubu) ‘‘pitch’’ ‘‘roll’’ ve ‘‘yaw’’ açıları için ölçülen reoryantasyon değerlerinin standart kabul edilen oryantasyon değerlerine uyumu hesaplanmıştır. ‘‘pitch’’ ‘‘roll’’ ve ‘‘yaw’’ açılarının her biri için ICC ölçüm sonuçları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

‘Pitch’

Tablo 4.10. C grubu için ‘pitch’ hareket yönü korelasyon testi

Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı							
	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,933	,806	,978	29,063	13	13	,000
Ölçüm Ortalamaları	,966	,893	,989	29,063	13	13	,000

‘Roll’

Tablo 4.11. C grubu için ‘roll’ hareket yönü korelasyon testi

Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı							
	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,865	,632	,955	13,813	13	13	,000
Ölçüm Ortalamaları	,928	,774	,977	13,813	13	13	,000

‘Yaw’

Tablo 4.12. C grubu için ‘yaw’ hareket yönü korelasyon testi

Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı							
	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,573	,084	,840	3,684	13	13	,013
Ölçüm Ortalamaları	,729	,155	,913	3,684	13	13	,013

C grubu için yapılan hesaplamalarda ICC en yüksek ‘pitch’ açısında olduğu görülmektedir ve (0,966) mükemmel düzeyde uyum göstermektedir. ‘roll’ açısı değerlendirildiğinde de (0,928) mükemmel uyum vardır fakat ‘pitch’ açısına göre ICC değeri daha düşük bulunmuştur. ‘yaw’ açısında (0,729) orta düzeyde uyum vardır ve her üç grupta yapılan açısal ölçümler arasında orta düzeyde uyum gösterilen tek ölçüm bu gruptaki ‘yaw’ açısıdır.

İstatistiksel analizler sonucunda her üç grupta da standart değere olan en yüksek uyumun (ICC) mükemmel düzeyde uyumla ‘pitch’ açısında olduğu bulunmuştur.

4.4. Gözlemci İçi Korelasyon Katsayısı (ICC)

Gözlemcinin birinci ölçümleri ve ikinci ölçümleri arasındaki uyuma ICC testiyle bakılmıştır. Hastaların doğal baş reoryantasyonu iki hafta sonrasında yapılan ikincil ölçümle kıyaslanmıştır. Kıyaslama için her gruptan (A, B ve C grupları) yedişer hasta olmak üzere toplamda yirmi bir hasta rastgele seçilmiştir. Sırasıyla ‘pitch’, ‘roll’ ve ‘yaw’ açıları için %98,4, %88,1 ve %88,8 uyum oranlarına ulaşılmıştır. ‘pitch’ için mükemmel ‘roll’ ve ‘yaw’ değerleri için iyi düzeyde uyum elde edilmiştir. Her üç gruptaki bütün ölçümler bir arada değerlendirildiğinde ölçümler arasında yüksek uyum ve tekrarlanabilirlik olduğu söylenebilir.

Tablo 4.13. “Pitch” hareketi için gözlemci içi korelasyon testi

Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı							
	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,968	,923	,987	61,858	20	20	,000
Ölçüm Ortalamaları	,984	,960	,993	61,858	20	20	,000

Tablo 4.14. “Roll” hareketi için gözlemci içi korelasyon testi

Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı							
	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,788	,548	,908	8,432	20	20	,000
Ölçüm Ortalamaları	,881	,708	,952	8,432	20	20	,000

Tablo 4.15. “Yaw” hareketi için gözlemci içi korelasyon testi

Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı							
	Sınıf İçi Korelasyon	95% Güven Aralığı		F Testi Gerçek Değer 0 ile			
		Alt Sınır	Üst Sınır	Değer	Sd1	Sd2	Anlamlılık
Tekli Ölçümler	,799	,568	,913	8,947	20	20	,000
Ölçüm Ortalamaları	,888	,725	,955	8,947	20	20	,000

5. TARTIŞMA

DFD'nin tedavisi için uygulanan ortognatik cerrahinin tarihi 19. yüzyıla kadar uzanmaktadır. 1849'da Hullihen'in gerçekleştirdiği ilk mandibula osteotomisinden sonra pek çok cerrah çeşitli deformitelerin düzeltimi için yeni modifikasyonlar ve cerrahi teknikler tanımlamışlardır. (15) Ortognatik cerrahide kafatası ve yüzdeki doğuştan veya sonradan oluşan deformitelerin cerrahi tedavisi amaçlanmaktadır. İlgilenilen bölgelerin kompleks anatomisi ve estetik kaygının da yüksek olması nedeniyle bu tür bir cerrahinin oldukça hassas planlamaya ihtiyacı vardır. (45) Cerrahi hazırlık ve planlama konusunda ortodontistle işbirliğinin önemini vurgulayan ilk kişi olan Blair 1912 yılında ağız ve yüz cerrahisi üzerine ilk ders kitaplarından birini yayınlamış ve ortognatik cerrahi alanında en baskın isimlerden biri olmuştur. (46)

Zamanla ortognatik cerrahideki ilerlemelerle ortodontist ve cerrah iş birliğinin önemi artmış, teşhis ve tedavi yaklaşımlarında sürekli iyileşmeler yaşanmıştır. Ameliyat öncesi planlamanın olmazsa olmaz parçaları iki boyutlu radyografiler ve manuel model cerrahisi haline gelmiştir. Bununla birlikte özellikle şiddetli iskeletsel deformite ve asimetri vakalarında bu iki boyutlu yöntemler üç boyutlu deformite paterni hakkında yeterince ayrıntı veremez. (47) Konvansiyonel iki boyutlu cerrahi planlamalar sonucunda ramus bölgesinde istenmeyen kemik temasları, "pitch" "roll" ve "yaw" rotasyonunda uyumsuzluk, orta hat problemleri ve çene ucu projeksiyonunda yetersizlikler gibi beklenmeyen sorunlar da ortaya çıkabilmektedir. (48)

Hem iki boyutlu araçlarla yaşanan teşhis ve planlanmalarda sorunlar hem de üç boyutlu teknolojilerdeki ilerlemelerle birlikte ortognatik cerrahi alanında da üç boyutlu teşhis ve tedavi yöntemleri yaygınlaşmıştır. KIBT'nin ortaya çıkışı sadece diş hekimliğindeki tanı yöntemlerinin çoğunu değiştirmekle kalmamış aynı zamanda ortognatik cerrahinin geliştirilmesine de katkıda bulunmuştur. (49) Ayrıca yüzün üç boyutlu kopyasını yüksek doğruluk ve iyi güvenlikle sağlayan üç boyutlu optik cihazlar sadece araştırma ve eğitim alanlarında değil aynı zamanda klinik pratiğinde de giderek daha fazla uygulanmaya başlanmıştır. (50) KIBT ile üç boyutlu yüz görüntülemesi birlikte kullanıldığında cerrahi sonuçlar da önemli iyileştirmeler

göstermiştir. Bunun gibi prosedürler face bow transferi ve model cerrahisinin kullanımını ihtiyacını minimuma indirmiş ve ortognatik cerrahinin doğruluğunu artırmıştır. Kemik segmentleri arasındaki kesileri ve boşlukları daha doğru şekilde oluşturmaya yardımcı olan cerrahi kılavuzlar ve çenelerin çok daha yüksek kesinlikte konumlandırılmasını sağlayan splintler üretilebilmektedir. Dahası yakın zamanda geliştirilen cerrahi navigasyon sistemleri ortognatik cerrahide büyük potansiyel göstermektedir. (51)

Yıllar içerisinde doğrudan antropometri ve iki boyutlu fotoğraflar gibi daha eski ve geleneksel yöntemlerin insan yüzünün karmaşık yapısını tam olarak kaydetmede yetersiz kaldığı gösterilmiştir. (52) Yüzün 3B kopyasını oluşturmak için kullanılacak cihazlara verebilecek en belirgin örneklerden biri 3dMD sistemi olabilir. 3dMD sistemi yapılandırılmış ışık ve stereofotometri kullanır. Sistem iki yüzey kamerası ve dört geometrik kamera içeren üç çift stereo kamera ile oluşturulur. Kameralar üçgen şekilde ortasında çekim yapılacak cisim olacak şekilde kurulur ve kişisel bir bilgisayar aracılığıyla kullanılır. (53) 3dMD sisteminin doğruluğunu ve güvenilirliğini inceledikleri çalışmalarında Lübbers ve ark. 3dMD sisteminin hassasiyetinin ve doğruluğunun klinik ihtiyaçlar için fazlasıyla yeterli olduğunu ve doğrudan antropometri, iki boyutlu fotoğraf gibi diğer yöntemlerden çok daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. (54) Üç boyutlu fotoğraf teknolojisinin ortodontik teşhis için kullanımda yüksek doğruluğu literatürde pek çok araştırmacı tarafından da araştırılmıştır. Ayoub ve ark., Littlefield ve ark., Khambay ve ark. gibi çeşitli yazarlar yüzdeki landmarkların belirlenmesinde 0,2 ile 0,5 mm arasında yüksek doğruluk bildirmişlerdir. (55-57) Bununla birlikte stereofotogrametri sistemleri klinik kullanımdaki popülerliklerini azaltan bazı sınırlamalar göstermektedir. Birden fazla kameradan oluşan sistem oldukça fazla yer kaplamaktadır, ekipmanları pahalıdır ve sık kalibrasyon gerektirir. (58) Bu gibi problemlerin üstesinden gelmek için Elbashti ve ark. ile Amornvit ve ark. yüz yumuşak dokularının görüntülenmesinde stereofotogrametriye alternatif olarak akıllı telefonların kullanımını önermişlerdir. (59, 60) D'Ettoire ve ark. akıllı telefon uygulamaları olan Bellus3d ve Capture programlarını kırk bireyin yüz taraması üzerinden 3dMD programıyla karşılaştırmıştır. Çalışmalarında yüzdeki çeşitli landmarklar aracılığıyla ölçümler yapılmış ve belirtilen

akıllı telefon uygulamalarının yüksek doğrulukta üç boyutlu yüz taramalarının elde edilmesini sağladığını bulmuşlardır. (61)

Ortognatik cerrahi tedavilerde cerrahi planlama ve uygulama için önemli olan bir diğer husus da hastanın DFD'sini doğru şekilde yansıtmak baş pozisyonunda kayıtların elde edilmesidir. Özellikle son yıllarda doğal baş pozisyonunun ortodonti pratiğinde ve araştırmalarında kullanılması daha fazla önerilmiştir. Doğal baş pozisyonu ve doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilirliği ortodonti hastalarında iki boyutlu görüntülerle yaygın olarak araştırılmıştır. Doğal baş pozisyonunun araştırılmasında sagittal yöndeki değerlendirmeler için genellikle lateral sefalometrik filmler kullanılırken transvers yöndeki değerlendirmeler için antero-posterior filmler kullanılmıştır. (62) Literatürde pek çok çalışma bireylerin doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilirliğini incelemiş ve sagittal düzlemde gerçek vertikal doğruya göre 1,5 ile 2,5 derece aralığında doğal baş pozisyonları tekrarlayabildiklerini göstermiştir. (63, 64) Tian ve arkadaşları otuz kişiyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında üç farklı yöntemle (hastanın kendisinin oluşturduğu, ayna yardımıyla oluşturulan ve hekimin oryante ettiği) doğal baş pozisyonunun "pitch" ve "roll" açılarında tekrarlanabilirliğini kıyaslamıştır. Buldukları sonuçlar doğrultusunda hekimin oryante ettiği doğal baş pozisyonunun daha yüksek doğrulukta tekrarlanabildiğini ve ortognatik cerrahi için referans düzlemlerin oluşturulmasında, hasta muayenesi gibi aşamalarda kullanılması daha uygun olacağı sonucuna varmışlardır. (4)

Literatürdeki bu bilgiler doğrultusunda çalışmamız sanal ortognatik cerrahi planlamasında sanal hastanın yüzünün oluşturulmasında kullanılan üç farklı yöntemin doğal baş reoryantasyonuna etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Reoryantasyonda kafanın her üç yöndeki hareketinin değerlendirilmesi "pitch", "roll" ve "yaw" açılarıyla yapılmıştır. Çalışmamızın ikincil amacı da doğal baş reoryantasyonunda tespiti en kolay ve zor olan hareket yönünün belirlenmesi olmuştur.

Doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilirliğine yönelik klinik çalışmalarda Tian ve ark. (4) otuz, Lundström ve ark. (65) yirmi yedi Weber ve ark. (66) yirmi sekiz hasta ile çalışmıştır. Çalışmamızda da benzer olarak kırk iki tane sanal ortognatik cerrahi hastası değerlendirilmiştir.

Çalışmamız için hasta seçim kriterlerine bakıldığında revizyon cerrahisi olmaması dikkate alınmıştır. Lin ve ark. (67) çalışmasında ortognatik cerrahi geçiren hastaların mandibulasının ilerletilmesinin ikinci servikal vertebranın öne doğru rotasyonu ile doğal baş pozisyonunda bir değişikliğe yol açacağını göstermiştir. Bu değişikliğin doğal baş oryantasyonunun kaydedilmesi sırasında karışıklık riski oluşturabileceği düşünülmüş ve çalışmaya revizyon cerrahisi hastaları dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda ortognatik cerrahi tedavisi sanal planlama aracılığıyla gerçekleştirilen hastalar değerlendirilmiştir. Bu hastaların doğal baş pozisyonları ve doğal baş oryantasyonları tecrübeli ortodontist tarafından kaydedilmiş ve Dolphin Imaging programına aktarılmıştır. Doğal baş pozisyonunun doğru bir şekilde aktarılması için hastanın çekilen klinik fotoğraflarından yararlanılmaktadır. Klinik fotoğraflar Bobek ve ark.'nın (68) çalışmasına benzer olacak şekilde lazer çizgileri ve yüzdeki bu çizgilerle uyumlu işaretler aracılığıyla kaydedilmiştir. Belirtilen çalışmadan farklı olarak doğal baş oryantasyonunun elde edilmesine yardımcı olacak radyopak ağız içi ısırma rehberi çalışmamızda bulunmamaktadır. Çalışmamızda sanal hastaların üç boyutlu yüzlerini oluşturma metodunun görsel olarak yarattığı farklılıkların doğal baş pozisyonu reoryantasyonunun başarısına etkisi araştırıldığı için gerçek vertikal ve gerçek horizontal çizgiler hariç herhangi bir yardımcı araç reoryantasyon gerçekleştirilirken kullanılmamıştır.

Çekilen klinik fotoğrafların hepsinin aynı kafa oryantasyonunu koruduğundan emin olmak için lazer ve işaretlemelere ek olarak su terazileri de kullanılmaktadır. Khan ve ark. (10) kırk sefalometrik film aracılığıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında ayna yardımcı doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilirliğiyle su terazisi kullanarak kaydedilen doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilirliğini kıyaslamıştır. Su terazisi kullanarak yapılan doğal baş pozisyonu kaydının çok daha yüksek doğrulukta tekrarlanabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Çalışmadaki sanal ortognatik cerrahi hastaları üç boyutlu yüz görüntüsünün oluşturulma şekline göre üç gruba ayrılmıştır. Üç gruptaki farklı yöntemlerin sanal ortognatik cerrahi hastalarının baş reoryantasyonunu etkileyebilecek çeşitli görsel

avantaj ve dezavantajları mevcut olabilir. Stereofotogrametrik üç boyutlu yüz fotoğrafları diğer tüm maksillofasiyal görüntüleme teknolojileri gibi kendi dezavantajlarına sahiptir. Görüntüler arasındaki postur değişiklikleri, saçtaki değişiklikler, yumuşak doku parlaması veya yansımaları, submental ve subnazal bölgeler gibi kavisli yüzeylerdeki ayrıntıların yeterince kaydedilememesi bu teknolojinin kraniyofasiyal tedavi planlamalarında kullanımının doğruluğunu ve kolaylığını etkilemektedir. (69)

Tomografiden oluşturulan üç boyutlu yüz görüntülerinde de yüzey artefaktları mevcut olabilir. Görüntü artefaktları görüntüdeki anormal bölgeler olarak tanımlanabilir yani gerçek anatomiye karşılık gelmez ve projeksiyon verilerine göre deterministiktir. KIBT'de çeşitli türde artefaktlar bulunur. KIBT'deki artefaktların başlıca kaynakları arasında gölgelendirme ve ışın sertleştirme etkilerine benzer görünümde çizgilere neden olabilen X-ışını saçılması bulunur. X-ışını saçılma artefaktları hastada Compton etkileşimlerine giren (fotoelektrik olay) ve dedektöre ulaşan X-ışını fotonlarıyla ilişkili verisel tutarsızlıklarından kaynaklanır. (70) Bu artefaktlar çeşitli boyut ve derecelerde olabilir ve hastanın yüzünün teşhisini ve kafa reoryantasyonunu olumsuz şekilde etkileyebilir. Çalışmamızdaki A grubundaki hastaların yüzlerin yüzeyindeki düzensizlikler artefaktlarla ilişkilendirilebilir.

Artefaktların yüzeyden eksiltme ya da ekleme yapılmayacak şekilde ‘‘Meshmixer’’ (Autodesk, Inc. San Rafael, California, U.S.) isimli bilgisayar destekli tasarım (CAD) programında düzenlenmesiyle de B grubundaki hastalar oluşturulmuştur. Diş hekimliğinde oldukça yaygın kullanım alanı bulunan Meshmixer programının kullanımına yönelik bazı örnekler verilecek olursa; restoratif diş hekimliğinde dijital preperasyon rehberleri üretimi (71), cerrahi alanda çeşitli rehberlerin üretimi (72), ortodonti alanında yine çeşitli cerrahi rehberlerin üretimi, bilgisayar destekli tasarım ve analiz işlemleri sayılabilir. (73)

Çalışmamızda sanal hastaların doğal baş reoryantasyonu Dolphin Imaging programı aracılığıyla her üç hareket yönünde (‘‘pitch’’, ‘‘roll’’ ve ‘‘yaw’’) açılmal olarak değerlendirilmiştir. Literatürdeki doğal baş pozisyonuna ilişkin çalışmalara bakıldığında ilk çalışmalar sadece sagittal yönü değerlendirmiş ve ‘‘pitch’’ hareketi

için analizler yapmıştır. (14, 74, 75) Zamanla üç boyutlu teşhis ve tedavi yöntemlerinin gelişmesiyle doğal baş pozisyonuna ilişkin araştırmalar da başın bütün hareketlerini kapsayacak şekilde uzayın her üç yönündeki hareketleri değerlendirmeye başlamıştır. Zhu ve arkadaşları üç boyutlu fotoğraflar aracılığıyla altı klinisyenle yaptıkları çalışmalarında kaydedilen doğal baş pozisyonuyla tahmin edilen doğal baş pozisyonunu kıyaslamış; “pitch”, “roll” ve “yaw” hareketleri değerlendirmiş ve gözlemciler arası uyumu araştırmıştır. (6) Zhu ve ark. çalışmadaki hastaların üçte birini iki haftalık aradan sonra tekrar ölçmüşken çalışmamızdaki sanal hastaların yarısı iki haftalık aradan sonra tekrar değerlendirilmiştir.

Araştırmamızın bulgularına bakıldığında her üç metot için (A, B ve C grubunda sanal hastaların yüzlerinin oluşturulma şekli) istatistiksel analiz olarak Kruskal-Wallis testi uygulanmış ve anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Her üç grupta doğal baş reoryantasyonunda hareket yönlerinin (“pitch”, “roll” ve “yaw”) istatistiksel analizi için gözlemciler arası korelasyon testi (ICC) uygulanmıştır. Her üç grupta da doğal baş reoryantasyonunda uyumun en yüksek olduğu hareket yönü mükemmel uyum gösterem “pitch” olmuştur.

Zhu ve ark. (6) da çalışmalarında çalışmamızın sonuçlarıyla uyumlu olacak şekilde gözlemci içi korelasyon testinde en başarılı hareket yönünü “pitch” olarak belirtmişlerdir. “Pitch” için 0.74 ile orta derece uyum tespit etmişlerdir ancak çalışmamızda her üç yöntem için de (A, B ve C grubu) “pitch” rotasyonunun gözlemci içi korelasyon testinde uyumu mükemmeldir. (Tablo 4.13, 4.14, 4.15)

Her iki çalışma için gözlemciler arası korelasyona bakıldığında Zhu ve ark. (6) zayıftan ortaya değişen uyum bulmuştur ve en yüksek uyum “yaw” hareket yönünde tespit edilmiştir. Çalışmamızda tek bir gözlemci mevcuttur ve gözlemciler arası korelasyon testi gözlemcinin ölçümlerinin standart kabul edilen ölçümlere ne kadar uyumlu olduğunu tespit etmek için yapılmıştır. En yüksek uyumun bulunduğu hareket yönü yine “pitch” olmuştur ve mükemmel uyum göstermiştir. Çalışmamızda C grubu Zhu ve ark. (6) çalışmasına benzer şekilde üç boyutlu yüz fotoğrafları olan hastaları içermektedir. Sadece C grubu özelinde bakıldığında “yaw” hareket yönü Zhu ve ark.

sonuçlarına zıt olacak şekilde en az başarılı reoryante edilen hareket olmuştur. (Tablo 4.12)

Tüm radyografik kayıtlar gibi, sefalogramlar da yalnızca endike olduklarında kullanılmalıdır ancak lateral sefalometrik radyografiler kapsamlı ortodontik tedavi için standarttır. Daha da önemlisi takip sefalogramları çekildiğinde ilerlemenin ve tedavi sonrası sonucun değerlendirilmesi sağlanabilir. Tedavi sonucundaki değişikliklerin analizinde de sefalometrik çakıştırmalar oldukça kullanışlıdır. Büyüme modifikasyonu tedavisi yapılacak bir çocukta doğru endikasyon ve büyüme potansiyelinin anlaşılması için de oldukça önemlidir. (23) Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında her üç grupta da 0,96 ile reoryantasyonda mükemmel uyum gösteren hareket yönü sagittal yönde analiz edilen “pitch” hareketi olmuştur. Ortodontistlerin yıllar boyunca hasta teşhis ve tedavisi için lateral sefalogramları kullanması, doğal baş pozisyonunun analizi için ilk çalışmaların profil fotoğrafları (76) ile sefalogramlar üzerinden (74, 75, 77, 78) ilerlemesi ortodontistler için sagittal yön değerlendirmelerinde daha yüksek başarı oranını açıklayabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre uyumu en düşük olan hareket yönü yüzeyel yüz yumuşak dokularının 3B fotoğraflarla oluşturulduğu C grubunda “yaw” olmuştur. C grubunda “yaw” 0.72 ile orta seviye uyumlu bulunmuştur. (Tablo 4.12) 3B fotoğraf grubunda (C grubu) “yaw” hareket yönünde uyumun diğer hareket yönlerine göre ve tomografi kaynaklı diğer gruplardaki (A ve B) değerlere göre daha düşük olmasının çeşitli muhtemel sebepleri olabilir. C grubunda hastalar 3B görüntü ile KIBT verisinin çakıştırılmasıyla elde edilmektedir. Plooij ve ark. çalışmalarında 3B yüz görüntüleriyle birleştirilen KIBT görüntülerinin sanal 3B hasta oluşturmak için kullanılabilir olduğunu, ortodontistlerle cerrahlar tarafından hastanın kraniofasiyal iskeletinin ve yumuşak dokusunun değerlendirilmesine yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir. (79) Ancak KIBT ve 3B fotoğrafların farklı kaynaklardan elde edilmesi, hastanın bu iki kayıt yöntemi sürecinde yüzünün ve mimiklerinin tamamen aynı olmaması ihtimalini ortaya çıkartmaktadır. Alınan bu iki görüntüdeki çok minimal olsa da mevcut olan yüzeyel farklılıklar, cerrahi planlamanın yapılacağı programda çakıştırma sırasında sorunlara sebep olabilir. İki verinin farklı yüzeyel çakışmaları ortaya çıkabilir ve doğal baş pozisyonunun reoryantasyonunda gözlemciden bağımsız problemlere sebebiyet verebilir.

Pek çok avantajına rağmen 3B fotoğraflar dokudan ışık yansımaları, saç ve kaş olan bölgeler görüntüleme sırasında en doğru yüz görüntülerini elde etme olasılığını azaltır. Ayrıca lazer veya ışık; aşırı eğimli, yansıtıcı yüzeylere nüfuz edemediğinden gözler ve kulaklar gibi belirli yapılar iyi bir görüntü veremez. (69) (80) 3B fotoğraf grubunda ‘yaw’ hareket yönünde uyumun daha düşük çıkmasının sebebi bu hareket yönünde değerlendirme yapılırken sanal hastanın başının alttan incelenmesi gerekliliği olabilir. Çenenin alt kısmı yukarıda belirtildiği gibi eğimli ve ışığın ulaşmasının yüzün diğer kısımlarına göre daha zor bir bölge olması sebebiyle ‘yaw’ açısında oryantasyon problemleri ortaya çıkmış olabilir.

Çalışmanın Limitasyonları

Çalışmanın tek bir gözlemci ortodontist tarafından yapılmış olması başlıca limitasyonlarından biri olarak gösterilebilir. Daha fazla sayıda, daha farklı tecrübe düzeylerinde ortodontist ve ortognatik cerrahi ekibinin diğer üyelerinden olan maksillofasiyal cerrahların gözlemci olduğu daha çok sayıda katılımcıyla daha genellenebilir sonuçlara ulaşılabilir.

Bir diğer limitasyon A, B ve C grubundaki hastaların çeşitli kraniyofasiyal farklılıkları bulunması ihtimalidir. Her üç gruptaki hastalar sagittal yön göz önüne alındığında homojen sayılabilir. (Sınıf 3 malokluzyon) Ancak gruplardaki hastaların transvers ve vertikal yöndeki malokluzyonlarıyla ilgili ayrıntılı değerlendirme yapılmamıştır. Transvers ve vertikal problemler reoryantasyonu zorlaştırabilir ve gruplar arasında yanlılık ihtimali ortaya çıkartabilir. Daha ileriki çalışmalarda grupların her üç yönde de benzer malokluzyonlara sahip hastalardan seçilmesi daha genellenebilir sonuçlar ortaya çıkartacaktır.

6. SONUÇLAR

1) Tecrübeli bir ortodontist tarafından alınan profil ve cephe fotoğraflarıyla gerçek vertikal ve gerçek horizontal düzlemler kullanılarak hastaların doğal baş oryantasyonu yüksek doğrulukta tekrarlanabilir.

2) Sanal ortognatik cerrahi planlamasında hastaların yüz yüzeysel yumuşak dokularını oluşturma şekli hastaların doğal baş pozisyonu oryantasyonunu istatistiksel olarak etkilememektedir. Bu durumda, araştırılan her üç yöntem; maliyet, zaman, performans, hız, kolaylık açısından değerlendirilerek klinisyenler tarafından sanal ortognatik cerrahi planlamasında güvenle kullanılabilir.

3) Doğal baş pozisyonu oryantasyonunda uzayın her üç düzlemindeki hareket yönlerinden en başarılı olarak tespiti yapılan "pitch" rotasyonu olmuştur. Ayrıca, standart kabul edilen ölçümlerle karşılaştırıldığında değerlendirilen yüz yüzeysel yumuşak dokularını oluşturma yöntemlerinin hepsinde en yüksek uyumu gösteren hareket yönüdür.

7. KAYNAKLAR

1. Leung MY, Lo J, Leung YY. Accuracy of Different Modalities to Record Natural Head Position in 3 Dimensions: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(11):2261-84.
2. Mangano C, Luongo F, Migliario M, Mortellaro C, Mangano FG. Combining Intraoral Scans, Cone Beam Computed Tomography and Face Scans: The Virtual Patient. *J Craniofac Surg.* 2018;29(8):2241-6.
3. Lin CY, Hsung TC, Khambay B. Reducing cone beam CT scan height as a method of radiation reduction for photorealistic three-dimensional orthognathic planning. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(6):907-12.
4. Tian K, Li Q, Wang X, Liu X, Wang X, Li Z. Reproducibility of natural head position in normal Chinese people. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2015;148(3):503-10.
5. Verma SK, Maheshwari S, Gautam SN, Prabhat K, Kumar S. Natural head position: key position for radiographic and photographic analysis and research of craniofacial complex. *Journal of oral biology and craniofacial research.* 2012;2(1):46-9.
6. Zhu S, Keeling A, Hsung T, Yang Y, Khambay B. The difference between registered natural head position and estimated natural head position in three dimensions. *International journal of oral and maxillofacial surgery.* 2018;47(2):276-82.
7. Alkhayer A, Piffkó J, Lippold C, Segatto E. Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a systematic review. *Head & face medicine.* 2020;16(1):1-9.
8. Meiyappan N, Tamizharasi S, Senthilkumar KP, Janardhanan K. Natural head position: An overview. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015;7(Suppl 2):S424-7.
9. Lundstrom A, Lundstrom F, Lebret LM, Moorrees CF. Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research. *Eur J Orthod.* 1995;17(2):111-20.
10. Khan AR, Rajesh R, Dinesh M, Sanjay N, Girish K, Venkataraghavan K. Comparison of reproducibility of natural head position using two methods. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(1):31-9.
11. Hsung T-C, Lo J, Li T-S, Cheung L-K. Automatic detection and reproduction of natural head position in stereo-photogrammetry. *PloS one.* 2015;10(6):e0130877.
12. Cassi D, De Biase C, Tonni I, Gandolfini M, Di Blasio A, Piacino MG. Natural position of the head: review of two-dimensional and three-dimensional methods of recording. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2016;54(3):233-40.

13. Cooke MS, Orth D. Five-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;97(6):489-94.
14. Peng L, Cooke MS. Fifteen-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(1):82-5.
15. Bell RB. A history of orthognathic surgery in North America. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018;76(12):2466-81.
16. Angle EH. Double resection of the lower maxilla. *Dental Cosmos*. 1898;40.
17. Berger P. *Du traitement chirurgical du prognathisme: Alexandre Rey, imprimeur de la faculté de médecine; 1897.*
18. Caldwell JB. Vertical osteotomy in the mandibular rami for correction of prognathism. *J Oral Surg*. 1954;12:185-202.
19. Obwegeser H. Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderer Unterkieferanomalien. *Dtsch, Z Mund Kieferheilk*. 1955;23:1-26.
20. Wassmund M. *Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer.* (No Title). 1935.
21. Proothi M, Drew SJ, Sachs SA. Motivating factors for patients undergoing orthognathic surgery evaluation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2010;68(7):1555-9.
22. Tüz HH, Ergezen E, Meral SE, Ekmekcioglu A, El H. Influence of orthognathic surgery on oral health and quality of life. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2022;33(2):548-51.
23. Proffit WR, Fields H, Larson B, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics-E-Book: Contemporary Orthodontics-E-Book: Elsevier Health Sciences; 2018.*
24. Naini FB, Gill DS. Preparatory and postoperative orthodontics: principles, techniques and mechanics. *Orthognathic Surgery: Principles, Planning and Practice*. 2016:270-312.
25. Perez D, Ellis E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2011;69(8):2217-24.
26. Graber T, Vanarsdall R, Vig K. *Current principles and techniques. Orthodontic Book, USA. 2005:607-11.*
27. Neo B, Lim L, Mohammed-Ali R. Time benefits of 3D planning in orthognathic surgery: a systematic review. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022;60(2):120-7.
28. Wilson A, Gabrick K, Wu R, Madari S, Sawh-Martinez R, Steinbacher D. Conformity of the actual to the planned result in orthognathic surgery. *Plastic and reconstructive surgery*. 2019;144(1):89e-97e.
29. Gaber RM, Shaheen E, Falter B, Araya S, Politis C, Swennen GR, et al. A systematic review to uncover a universal protocol for accuracy assessment of 3-

- dimensional virtually planned orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017;75(11):2430-40.
30. Zavattero E, Romano M, Gerbino G, Rossi DS, Gianni AB, Ramieri G, et al. Evaluation of the accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a morphometric study. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2019;30(4):1214-20.
 31. Schneider D, Kämmerer PW, Hennig M, Schön G, Thiem DG, Bschorer R. Customized virtual surgical planning in bimaxillary orthognathic surgery: a prospective randomized trial. *Clinical oral investigations*. 2019;23:3115-22.
 32. Zinser M, Zoeller J. Computer-designed splints for surgical transfer of 3D orthognathic planning. *Facial Plastic Surgery*. 2015;31(05):474-90.
 33. Tondin GM, Leal MdOCD, Costa ST, Grillo R, Jodas CRP, Teixeira RG. Evaluation of the accuracy of virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery: a systematic review. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022;60(4):412-21.
 34. De Vos W, Casselman J, Swennen G. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2009;38(6):609-25.
 35. Marchetti C, Bianchi A, Bassi M, Gori R, Lamberti C, Sarti A. Mathematical modeling and numerical simulation in maxillofacial virtual surgery. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2007;18(4):826-32.
 36. Swennen GR, Mollemans W, Schutyser F. Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2009;67(10):2080-92.
 37. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell R, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2014;43(8):957-65.
 38. Arnett GW, Jelic JS, Kim J, Cummings DR, Beress A, Worley Jr CM, et al. Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(3):239-53.
 39. Spradley FL, Jacobs JD, Crowe DP. Assessment of the anteroposterior soft-tissue contour of the lower facial third in the ideal young adult. *American journal of orthodontics*. 1981;79(3):316-25.
 40. Hernández-Alfaro F, Vivas-Castillo J, de Oliveira RB, Hass-Junior O, Giralt-Hernando M, Valls-Ontañón A. Barcelona line. A multicentre validation study of a facial projection reference in orthognathic surgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2023;61(1):3-11.
 41. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1993;103(4):299-312.
 42. Zebeib AM, Naini FB. Variability of the inclination of anatomic horizontal reference planes of the craniofacial complex in relation to the true horizontal line

- in orthognathic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;146(6):740-7.
43. Ackerman JL, Proffit WR, Sarver DM, Ackerman MB, Kean MR. Pitch, roll, and yaw: describing the spatial orientation of dentofacial traits. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(3):305-10.
 44. Kruskal WH, Wallis WA. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*. 1952;47(260):583-621.
 45. Gateno J, Xia JJ, Teichgraber JF, Christensen AM, Lemoine JJ, Liebschner MA, et al. Clinical feasibility of computer-aided surgical simulation (CASS) in the treatment of complex cranio-maxillofacial deformities. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2007;65(4):728-34.
 46. Blair VP. *Surgery and Diseases of the Mouth and Jaws*: CV Mosby; 1917.
 47. Ho C-T, Lin H-H, Liou EJ, Lo L-J. Three-dimensional surgical simulation improves the planning for correction of facial prognathism and asymmetry: A qualitative and quantitative study. *Scientific reports*. 2017;7(1):40423.
 48. Xia JJ, Gateno J, Teichgraber JF. New clinical protocol to evaluate craniomaxillofacial deformity and plan surgical correction. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2009;67(10):2093-106.
 49. Cao R-K, Li L-S, Cao Y-J. Application of three-dimensional technology in orthognathic surgery: a narrative review. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*. 2022;26(21).
 50. Secher JJ, Darvann TA, Pinholt EM. Accuracy and reproducibility of the DAVID SLS-2 scanner in three-dimensional facial imaging. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2017;45(10):1662-70.
 51. Farrell BB. Evolving management of dentofacial deformities with digital planning and patient-specific fixation. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2020;28(2):59-71.
 52. Altobelli DE, Kikinis R, Mulliken JB, Cline H, Lorensen W, Jolesz F. Computer-assisted three-dimensional planning in craniofacial surgery. *Plastic and reconstructive surgery*. 1993;92(4):576-85.
 53. Nord F, Ferjencik R, Seifert B, Lanzer M, Gander T, Matthews F, et al. The 3dMD photogrammetric photo system in cranio-maxillofacial surgery: Validation of interexaminer variations and perceptions. *J Craniomaxillofac Surg*. 2015;43(9):1798-803.
 54. Lübbers H-T, Medinger L, Kruse A, Grätz KW, Matthews F. Precision and accuracy of the 3dMD photogrammetric system in craniomaxillofacial application. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2010;21(3):763-7.
 55. Ayoub A, Garrahy A, Hood C, White J, Bock M, Siebert J, et al. Validation of a vision-based, three-dimensional facial imaging system. *The Cleft palate-craniofacial journal*. 2003;40(5):523-9.

56. Littlefield TR, Cherney JC, Luisi JN, Beals SP, Kelly KM, Pomatto JK. Comparison of plaster casting with three-dimensional cranial imaging. *The Cleft palate-craniofacial journal*. 2005;42(2):157-64.
57. Khambay B, Nairn N, Bell A, Miller J, Bowman A, Ayoub A. Validation and reproducibility of a high-resolution three-dimensional facial imaging system. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2008;46(1):27-32.
58. Gibelli D, Pucciarelli V, Cappella A, Dolci C, Sforza C. Are portable stereophotogrammetric devices reliable in facial imaging? A validation study of VECTRA H1 device. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018;76(8):1772-84.
59. Elbashti ME, Sumita YI, Aswehlee AM, Seelaus R. Smartphone application as a low-cost alternative for digitizing facial defects: is it accurate enough for clinical application. *Int J Prosthodont*. 2019;32(6):541-3.
60. Amornvit P, Sanohkan S. The accuracy of digital face scans obtained from 3D scanners: an in vitro study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(24):5061.
61. D'Etto G, Farronato M, Candida E, Quinzi V, Grippaudo C. A comparison between stereophotogrammetry and smartphone structured light technology for three-dimensional face scanning. *The Angle Orthodontist*. 2022;92(3):358-63.
62. Jakobson G, Vuollo V, Pirttiniemi P. Reproducibility of natural head position assessed with stereophotogrammetry. *Orthodontics & craniofacial research*. 2020;23(1):66-71.
63. Cooke MS, Orth D, Wei SH. The reproducibility of natural head posture: a methodological study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;93(4):280-8.
64. Huggare JÅV. A natural head position technique for radiographic cephalometry. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1993;22(2):74-6.
65. Lundström A, Lundström F, Le Bret L, Moorrees C. Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research. *European Journal of Orthodontics*. 1995;17(2):111-20.
66. Weber DW, Fallis DW, Packer MD. Three-dimensional reproducibility of natural head position. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;143(5):738-44.
67. Lin X, Edwards SP. Changes in natural head position in response to mandibular advancement. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017;55(5):471-5.
68. Bobek S, Farrell B, Choi C, Farrell B, Weimer K, Tucker M. Virtual surgical planning for orthognathic surgery using digital data transfer and an intraoral fiducial marker: the charlotte method. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2015;73(6):1143-58.
69. Romero-Delmastro A, Currier GF, and Onur Kadioglu. Craniofacial 3D Imaging: Current Concepts in Orthodontics and Oral and Maxillofacial Surgery. 2019:207.

70. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen J, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2015;44(1):20140224.
71. Marques S, Ribeiro P, Gama C, Herrero-Climent M. Digital guided veneer preparation: A dental technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2022.
72. Kobe T, Fidler A, Kuralt M, Gašpirc B. Retentive design of a small surgical guide for implant surgery: an in-vitro study. *Journal of Dentistry*. 2023;128:104384.
73. Gamil H, Marzouk E, Zaher A. Virtual bracket removal: a comparative assessment of different software packages. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):770.
74. Moorrees CF, Kean MR. Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs. *American Journal of Physical Anthropology*. 1958;16(2):213-34.
75. Bjehin R. A comparison between the Frankfort horizontal and the sella turcica-nasion as reference planes in cephalometric analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1957;15(1):1-12.
76. Halazonetis DJ. Estimated natural head position and facial morphology. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2002;121(4):364-8.
77. Moorrees C. Natural head position: the key to cephalometry. *Jacobsen A Radiographic cephalometry Chicago: Quintessence*. 1995:175-84.
78. Lundström F, Lundström A. Natural head position as a basis for cephalometric analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992;101(3):244-7.
79. Plooij JM, Maal TJ, Haers P, Borstlap WA, Kuijpers-Jagtman AM, Bergé SJ. Digital three-dimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery. A systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2011;40(4):341-52.
80. Karatas OH, Toy E. Three-dimensional imaging techniques: A literature review. *European journal of dentistry*. 2014;8(01):132-40.

8. EKLER

EK-1: Etik Kurul Onayı



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ETİK KURULU

KURUL KARARI

OTURUM TARİHİ	OTURUM SAYISI	KARAR SAYISI
02.04.2024	2024/07	2024/07-47
Araştırma Numarası : SBA 24/303		Değerlendirme Tarihi : 05.03.2024

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Hakan EL'in sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Dt. Enes ERDOĞAN'ın uzmanlık tezi olan, SBA 24/303 kayıt numaralı "*Sanal Planlanmış Ortognatik Cerrahi Vakalarda Farklı Yöntemlerle Elde Edilmiş Üç Boyutlu Yüz Görüntülerinin Baş Pozisyonunun Reoryante Edilebilirliğine Etkisi*" başlıklı araştırma önerisi gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 01 Ocak 2020 – 01 Ocak 2024 tarihleri arasındaki arşiv kayıtlarının 03 Nisan 2024 – 15 Temmuz 2024 tarihleri arasında geçerli olmak üzere incelenmesi etik açıdan **uygun bulunmuştur**.

Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

Prof. Dr. Nüket
PAKSOY ERBAYDAR
Kurul Başkanı

Prof. Dr. Güzide Burça
AYDIN
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Mehmet Özgür
UYANIK
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Ayşe KİN
İŞLER
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Burcu Balam
DOĞU
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Tolga
YILDIRIM
Kurul Üyesi

Prof. Dr. İpek GÜRBÜZ
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Betül ÇELEBİ
SALTIK
Kurul Üyesi

İZİNLİ

Doç. Dr. Merve BATUK
Kurul Üyesi

Doç. Dr. Gülten IŞIK
KOÇ
Kurul Üyesi

Doç. Dr. İbrahim Halil
ÖNCEL
Kurul Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Melike
Hacer ÖZKAN
Kurul Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Müge
DEMİR
Kurul Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Burcu
Ersöz ALAN
Kurul Üyesi

İZİNLİ

Dr. Öğr. Üyesi Güneş
GÜNER
Kurul Üyesi

EK-2: Orijinallik Raporu

ORJİNALLIK RAPORU

% 6	% 4	% 4	% 1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Gültekin, Gamze. "Psikolojik Görüşmede Sanal Simülasyon Uygulaması: Psikoloji Bölümü Öğrencilerinin öz-Yeterlik, Kaygı ve Beceri Düzeylerine Yönelik Karşılaştırmalı bir Değerlendirme", Dokuz Eylul Üniversitesi (Turkey), 2024 Yayın	% 1
2	Rüzgar, M. Emir. "Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Okuduğunu Anlama Düzeylerinin Öğrenme Stilleri Bağlamında İncelenmesi", Ankara Üniversitesi (Turkey), 2024 Yayın	% 1
3	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
6	www.acarindex.com İnternet Kaynağı	<% 1

EK-3: Dijital Makbuz



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: enes erdoğan
Assignment title: SANAL PLANLANMIŞ ORTOGNATİK CERRAHİ VAKALARDA FAR...
Submission title: turnitin tez.docx
File name: turnitin_tez.docx
File size: 2.19M
Page count: 50
Word count: 8,073
Character count: 57,648
Submission date: 14-Nov-2024 02:40PM (UTC+0300)
Submission ID: 2519327477

