

**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**SEFALOMETRİK RADYOGRAFİLERİN
ANALİZLERİNDE KULLANILAN DİJİTAL VE
MANUEL METOTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Ayla YILMAZ

ZONGULDAK

2018

**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**SEFALOMETRİK RADYOGRAFİLERİN
ANALİZLERİNDE KULLANILAN DİJİTAL VE
MANUEL METOTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Ayla YILMAZ

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ**

ZONGULDAK

2018

KABUL VE ONAY:

'SEFALOMETRİK RADYOGRAFİLERİN ANALİZLERİNDE KULLANILAN DİJİTAL VE MANUEL METOTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI' başlıklı bu çalışma 24.05.2018 tarihinde jürimiz tarafından Ortodonti Anabilim Dalı uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Selim ARICI

Üye: Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Nurhat ÖZKALAYCI

ONAY: Yukardaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Emre BODRURLU

DEKAN

TEŞEKKÜR

Ortodonti eğitimim boyunca üzerimde büyük emeği olan değerli hocam ve tez danıőmanım Sayın Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ'ye,

Uzmanlık süresince değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak yol gösteren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nurhat ÖZKALAYCI ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Savaş KAYASAN'a,

Tez çalıőmam ve uzmanlık sürem boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen başta Dt. Hande ERENER ve Dt. Soner ARUSOĐLU olmak üzere tüm bölüm arkadaşlarıma,

Sekreterimiz Selvin ÇALIK KESKİN'e ve tüm klinik alıőanlarımıza,

Bütün hayatım boyunca hep yanımda olan canım babam Erdoğan YILMAZ, sevgili annem Ayfer YILMAZ, abim Halil İbrahim YILMAZ, ablalarım Oya YILMAZ KORKMAZ, Leyla YILMAZ ÇELİK ve kardeőim Sergen YILMAZ'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Ayla YILMAZ

Nisan 2018, ZONGULDAK

ÖZET

Ayla Yılmaz, Sefalometrik Radyograflerin Analizlerinde Kullanılan Dijital Ve Manuel Metotların Karşılaştırılması, Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2018

Bu çalışmanın amacı, konvansiyonel elle çizim ve dijital sefalometrik çizim metotlarının, güvenilirlik ve tekrar edilebilirliğinin değerlendirilmesidir. Üç yüz adet tedavi öncesi sefalometrik radyografi çalışmaya dahil edilmiştir. Tedavi öncesi dijital sefalometrik radyografler Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 çizim programı ile ve çıktıları elle çizilmiştir. Aynı araştırmacı tarafından 24 anatomik nokta tanımlanmıştır ve 12 iskeletsel, 10 dişsel ve 3 yumuşak doku parametresi ölçülmüştür. Konvansiyonel ve dijital çizim ve ölçümler, rastgele seçilmiş 75 radyografi üzerinde, 1 ay aralıkla aynı araştırmacı tarafından tekrar yapılmıştır. Her bir metot için araştırmacı içi güvenilirlik ve metotlar arasında tüm ölçüm değerlerinin uyumunu belirlemek için Test-tekrar test (GA) ve sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) hesaplanmıştır. Katsayının 1'e yakın olması uyumun ve aynı grupta değerler arası güvenirliliğin yüksek olduğunu gösterir. Metotlar arası tekrar edilebilirlik Paired Sample T testi kullanılarak hesaplanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

Her iki metot için araştırmacı içi güvenilirlik tüm ölçümlerde SKK 0,90'ın üzerindedir (güçlü korelasyon). L1-NB açısı ($p=0,061$) ve Nasolabial açısı ($p=0,777$) haricinde açısal ve doğrusal ölçümlerin çoğunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Metotlar arasında, Gonial açısı (SKK=0,751) ve Nasolabial açısı (SKK=0,780) haricinde tüm ölçümlerde iyi bir uyum gözlenmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, konvansiyonel ve dijital sefalometrik analiz metotlarının her ikisinde de yüksek güvenilirlik bulunmuştur. İki metot arasında tekrar edilebilirlikler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmesine rağmen, farklılıkların çoğu klinik olarak anlamlı değildir.

Anahtar Kelimeler: Sefalometri, Manuel çizim, Dijital çizim, Güvenilirlik, Tekrarlanabilirlik.

ABSTRACT

Ayla Yılmaz, Comparison Of Digital And Manual Methods That Are Being Used For Cephalometric Radiographs Analysis, University of Bulent Ecevit, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Speciality Thesis, Zonguldak, 2018.

The purpose of this study was to evaluate the reliability and reproducibility of conventional hand-tracing and digital cephalometric tracing methods. Three hundred pretreatment lateral cephalometric radiographs were included in the study. Pre-treatment digital cephalometric radiographs were traced using Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 software programs and by hand tracing of the printouts. Twenty-four anatomic points were identified by the same investigator and 12 skeletal, 10 dental and 3 soft tissue parameters were measured. Conventional and digital tracings and measurements were repeated on the randomly selected 75 radiographs by the same investigator after 1 month interval. For each method, Test-retest (CI) and intraclass correlation coefficient (ICC) were calculated to determine the consistence of all measured values between intra-investigator reliability and methods. If the coefficient is close to 1, it indicates that there is a high correlation between the values in the same group. The reproducibility between methods was calculated by paired t-test. The level of statistical significance was set at $p < 0.05$. The intra-investigator reliability for all measurements were upon 0.90 ICC (strong correlation) for both methods. Significant differences between the two methods were observed for all angular and linear measurements except for L1-NB angle ($p = 0,061$) and Nasolabial angle ($p = 0,777$). Among these methods, good consistence was observed in all measurements except for the Gonial angle (ICC = 0.751) and Nasolabial angle (ICC = 0.780). According to the results of this study, both methods of conventional and digital cephalometric analysis are highly reliable. Although there is a statistically significant difference between the reproducibility of the two methods, most of the differences are not clinically significant.

Key Words: Cephalometry, Manual tracing, Digital Tracing, Reliability, Reproducibility.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
TABLO DİZİNİ	x
ŞEKİL DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sefalometri	3
2.2. Tarihçe.....	3
2.3. Sefalometrik Radyografi	5
2.3.1. Kullanım alanları	5
2.3.2. Kısıtlamaları.....	5
2.3.3. Sefalometrik radyografi çeşitleri	6
2.3.3.1. Konvansiyonel sefalometrik radyografi.....	6
2.3.3.2. Dijital sefalometrik radyografi.....	8
2.4. Dijital Görüntüleme Sistemleri	10
2.4.1. Direkt görüntüleme sistemleri	11
2.4.1.1. Sensörler (katı hal dedektörleri).....	11
2.4.1.2. Fosfor görüntü plaklar (PSP (photostimulable phosphor technology))	12
2.4.2. İndirekt görüntüleme sistemleri	12
2.5. Sefalometrik Analiz.....	12
2.5.1. Sefalometrik analiz yöntemleri.....	13
2.5.1.1. Geleneksel sefalometrik analiz	13
2.5.1.2. Dijital sefalometrik analiz	14
2.5.1.3. Otomatik landmark tanımlanması.....	14
2.5.2. Dijital sefalometrik analiz sistemleri	14
2.5.2.1. Birinci nesil sistemler.....	14
2.5.2.2. İkinci nesil sistemler	15
2.5.2.3. Üçüncü nesil sistemler	15

2.5.3. Dijital sefalometrik analiz programları ile ilgili çalışmalar	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1. Sefalometrik Radyografilerin Çekim Tekniği	18
3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	18
3.3. Çalışmada Kullanılan Analiz Teknikleri	19
3.3.1. Geleneksel analiz yöntemi (El ile çizim yöntemi)	19
3.3.2. Nemoceph bilgisayarlı sefalometrik analiz programı	19
3.4. Metot Hatası	20
3.5. İstatistiksel Yöntem	20
3.6. Çalışmamızda Kullanılan Sefalometrik Noktalar	21
3.7. Çalışmamızda Kullanılan Sefalometrik Doğrular	23
3.8. Çalışmamızda Kullanılan Sefalometrik Açılar	25
3.9. Çalışmamızda Kullanılan Sefalometrik Ölçümler	27
4. BULGULAR	31
4.1. Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi	31
4.2. Elle ve Nemoceph Çizim Programı ile Elde Edilen Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması	31
4.2.1. Çalışmaya dahil edilen radyografiler üzerinde yapılan analizlerin karşılaştırılması	31
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇLAR	42
7. KAYNAKLAR	43
8. EKLER	51
Ek 1: Etik Kurul Onayı	51
9. ÖZGEÇMİŞ	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

m	: Metre
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
μm	: Mikrometre
$^{\circ}$: Derece
BMP	: Bitmap format
CCD	: Charced coupled device
CMOS	: Complementary metal oxide semiconductors
%	: Yüzde
>	: 'den büyüktür
sn	: Saniye
=	: Eşittir
TFT	: Thin film transistor
p	: Anlamlılık değeri
kV	: Kilovolt
mA	: Miliamper

TABLO DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Ölçümcü içi güvenilirlik	32
Tablo 2. Elle ölçüm ve Nemoceph çizim programı ile yapılan ölçümlerin karşılaştırılması.	33
Tablo 3. Elle ölçüm ve Nemoceph çizim programı ile elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında sınıf içi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri... 34	



ŞEKİL DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Nemoceph çizim ekranı görüntüsü	20
Şekil 2. Sefalometrik noktalar.....	23
Şekil 3. Sefalometrik doğrular.	24
Şekil 4. İskeletsel, dişsel ve yumuşak doku açıları.	26
Şekil 5. İskeletsel ve dişsel açıları.....	26
Şekil 6. U1-NA ve L1-NB uzaklığı.	28
Şekil 7. Arka ve ön yüz yüksekliği.	28
Şekil 8. Üst ve alt dudak protrüzyonu.....	29
Şekil 9. Wits değeri.....	29
Şekil 10. Overjet ve Overbite.....	30

1. GİRİŞ

Sefalometri, ortodontistin dental maloklüzyonu ve altta yatan iskeletsel uyumsuzluğu değerlendirmesinde önemli bir tekniktir. Sefalometrik analiz için, standart yöntemle elde edilmiş lateral sefalometrik radyografiler üzerinde farklı anatomik noktalar belirlenir ve bu noktalar birleştirilerek doğrusal ve açısal ölçümler gerçekleştirilir. Elde edilen verilerle, vaka teşhisi, tedavi planı, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi ve büyümenin tahmini yapılabilmektedir. Aynı zamanda farklı ortodontik tedavilerin takipleriyle ilgili longitudinal çalışmalarda da kullanılmaktadır (1-5).

Geleneksel olarak, sefalometrik analizde radyografinin üzerine asetat kağıt koyularak radyografik noktalar işaretlenir, bu noktalardan istenen düzlemler ve açılar ölçülür. Düzlemsel ve açısal ölçümler, cetvel ve açıölçer kullanılarak elde edilir. Ancak ortodontide yaygın kullanımına rağmen bu süreç zaman alıcıdır. Çizim, noktaları belirleme ve ölçümde hata riskinin yüksek olması gibi bir kaç dezavantajı da vardır (1, 6).

Hataların çoğu, klinisyenin deneyimi, görüntü kalitesi gibi faktörlerden etkilenen landmarkların belirlenmesi aşamasında meydana gelmektedir (6, 7).

Ayrıca üç boyutlu yapının iki boyuta indirgenerek görüntü oluşturulması da sefalometrik analizleri zorlaştırmaktadır (8).

Son zamanlarda teknolojik gelişmeler, bilgisayarlar kullanarak sefalometrik çizim yapmayı mümkün kılmıştır. Tedavi planlamasında bilgisayarların kullanımı sadece bireysel hataları azaltmamakta aynı zamanda standardizasyonu sağlamakta, hızlı ve yüksek oranda tekrar edilebilirliğiyle kesinliği değerlendirilebilmektedir. Ayrıca dijital radyografilerin kullanılması görüntüyü anlık elde etme, radyasyon dozunu azaltma, görüntü iyileştirilmesi, arşivlenmesi, paylaşılabilirliği ve teknik hassasiyeti azaltması gibi avantajlar sunmaktadır (9, 10).

Günümüze kadar; taranmış, dijitale çevrilmiş ve dijital olarak elde edilmiş radyografilerle, geleneksel analog radyografilerin ölçümlerinin kesinliğinin karşılaştırıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (8, 11-17).

Sefalometrik analiz için çizim programları kullanıldığında genellikle önce noktalar kullanıcı tarafından belirlenir. Daha sonra sefalometrik analiz programı, gerekli tüm noktalar seçildikten sonra değerleri anlık olarak oluşturabilmektedir. Dijital sefalometik film, bilgisayar programında doldurulan hasta kayıtlarıyla entegre edilebilir ve depolama, görüntüleme ve aktarma avantajlarından yararlanılabilir (18).

Bilgisayar destekli sefalometrik çizim programlarının klinik ortodontide kullanımının artmasıyla, klinisyenlere hangi çizim programını ve analiz metodunu kullanacağını seçmesine olanak sağlamak için, yaygın olarak kullanılan çizim programlarının kesinliğini değerlendirme ihtiyacı oluşmuştur. Herhangi bir analiz metodunun kesinliğine karar vermede ölçümlerin operatör tarafından tekrar edilebilirliği belirleyici bir faktördür. Birçok çalışmada, elle çizim ve dijital çizim metotlarında noktaların ve ölçümlerin tekrar edilebilirliği incelenmiştir (14, 19).

Bu çalışmanın amacı; doğrusal ve açısal sefalometrik ölçümlerin, geleneksel çizim yöntemi (el ile çizim) ve Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 sefalometrik analiz programı ile karşılaştırılması ve gözlemci içi tekrar edilebilirliğin değerlendirilmesidir. Çalışmamızın yokluk hipotezi; 'Dijital çizim programları ve elle çizim yöntemiyle elde edilen ölçümler arasında bir uyum yoktur.'

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sefalometri

Sefalometri; baş ve yüzün, boyut ve açılarının ölçülmesidir. Bu ölçümler direkt baş ve yüz üzerinde yapılabileceği gibi, baş ve yüzden alınan kalıplar, fotoğraflar ve röntgenler üzerinde de yapılabilir. Röntgen üzerinde yapılan ölçümler diğerlerine göre daha fazla tercih edilmektedir. Çünkü röntgenler üzerinde kemik ölçümleri yapmak mümkündür. Bu nedenle sefalometri denince akla röntgen resimleri üzerinde yapılan ölçümler gelmektedir (20).

2.2. Tarihçe

İnsan kraniyofasiyal paterninin incelenmesi ilk olarak, antropologlar ve anatomistler tarafından eski kuru kafatasları üzerinde yapılmıştır. Kuru kafataslarında osteolojik referans noktalarının belirlenip, ölçülmesi '*craniometry*' olarak adlandırılmıştır. Bu yöntemle daha sonra, yaşayan örnekler üzerinde, dokunarak veya üzerindeki yapışık olan dokuya baskı uygulayarak referans noktalarının belirlenmesi ile ölçümler yapılmış ve '*cephalometry*' olarak adlandırılmıştır. Ancak, ölçümler cilt ve yumuşak doku üzerinden yapıldığı için bu yöntem tamamen kesin sonuçlar vermemiştir (21).

Wilhelm Conrad Roentgen, 1895 yılında x ışınlarını keşfetmiştir. Işınlardan keşiften yaklaşık 1 yıl sonra dişlerin görüntülenmesi için kullanılmıştır. C. Edmund Kells, 1896 yılında Amerika'da ağız içi röntgen filmini ilk kez kliniğinde kullanmıştır (22).

Welcker, 1918 yılında profilden alınan kafa filmlerinin antropolojik değerlendirmede kullanılabileceğini ortaya atmıştır. Ketchman ve Ellis, 1919 yılında, çalışmaları ile ilk kez sefalometrik filmleri, ortodontide tanı aracı olarak kullanmaya başlamışlardır. Daha sonra Pery Brown 1921 yılında çalışmasında aynı teknikten faydalanmıştır (23).

A.J. Pacini, 1922 yılında lateral kafa filmleri oluşturmak için teleröntgenografik tekniği tanıtmıştır. Bu metotla, tüp-film uzaklığı artırılarak görüntü boyutu küçültülmüştür. Ancak, yine de uzun ışınlama süresinde oluşan kafa

hareketi dolayısıyla röntgen görüntüsünde bazı bozulmalar oluşmuştur. A.J. Pacini ayrıca profil röntgeninin insan gelişiminin incelenmesi, sınıflandırılması ve gelişim bozukluklarının saptanmasında kullanılabileceğini belirtmiştir. Pacini, röntgenler üzerinde Pogonion, Gonion, Nasion ve Spina Nasalis Anterior noktalarını içeren bazı klasik antropolojik işaret noktalarını saptamıştır. Ayrıca Gonial açı ve maksiller protrüzyon derecesi gibi açısal ölçümler de belirlemiştir (21).

Charles McCowen, 1923 yılında, profil röntgenini, ortodonti pratiğinde sert ve yumuşak doku profili arasındaki ilişkiyi, tedaviyle profilde görülen değişimleri incelemekte kullanmıştır. Dr. Carter, Charles McCowen'in çalışmalarına karşılık, seri olarak alınan filmlerin karşılaştırılabilmesi için hasta konumunun standardize edilmesinin gereğini vurgulamıştır. Clarence O. Simpson, 1923 yılında, yeni bir yöntem tanımlamış ve profil röntgenlerinde deformasyonları azaltmaya, sert ve yumuşak dokuları aynı filmde kaydetmeye çalışmıştır (23).

Broadbent, 1931 yılında, kafayı sabitleyip, yüksek güçlü x ışını makinesi kullanarak röntgenleri standardize etmiştir. Bu teknikle elde edilen röntgenlerle, büyüme ve ortodontik tedaviyle oluşan değişimlerin tanımlanabilmesinin mümkün olduğunu öne sürmüştür (2).

Broadbent'le eş zamanlı olarak, Hofrath da standardize kafa radyografileri metoduyla ilgili çalışmalar yayınlamıştır (24).

Björk, 1968 yılında, dahili bir 5 inçlik (12.7 cm) görüntü yoğunlaştırıcı ve sefalostatlı araştırma ünitesi tasarlamış ve hastanın kafasının pozisyonunun bir televizyon ekranında izlenmesini sağlamıştır. Sefalostatlarla hasta kafa pozisyonu yüksek oranda tekrarlanabilir. Bu ünite ile Björk büyüme ile ilgili çalışmıştır (25).

Sonraki yıllarda Tweed (26), Margolis (27), Downs (28), Steiner (29), Sassouni (30), Ricketts (31), Holdaway (32), McNamara (33) ve Arnett (34) gibi birçok araştırmacı tarafından farklı sefalometrik analizler oluşturulmuştur (35).

1980 yılları itibariyle dijital radyografik sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler ile görüntüler sensörler ya da plaklar yardımıyla alınarak bilgisayar ortamına aktarılır. Bu sayede banyo ve film gereksinimleri ortadan kalkmış ve radyografiler daha pratik hale gelmiştir (24).

2.3. Sefalometrik Radyografi

Sefalometrik radyografi, 3 boyutlu olan kraniyofasiyal yapıların görüntüsünü 2 boyutlu olarak oluşturmakta ve dişler, kemik, yumuşak doku ve boş alanlar arasındaki ilişkinin sagittal, horizontal ve vertikal olarak incelenmesini sağlamaktadır (21).

Lateral sefalometrik radyografi: kafanın lateralden görüntülenmesidir. Sagittal ve vertikal ilişkilerle ilgili bilgi sağlayan ortodontik kayıtlardan biridir. Kraniyofasiyal iskelet, yumuşak doku profili, dentisyon, farinks ve servikal vertebralarla ilgili incelemeler yapılabilir.

Frontal sefalometrik radyografi: kafanın antero-posterior olarak görüntülenmesidir. Horizontal ve vertikal değerlendirmeler yapılır.

2.3.1. Kullanım alanları

Sefalometrik radyografilerde, dişler birbirleriyle, çene kemikleriyle ve diğer yüz yapılarıyla ilişkilidir. Maksilla ve mandibula, birbirleriyle ve diğer yüz yapılarıyla ilişkilidir ve yumuşak doku profili değerlendirmesi yapılabilir. Sefalometrik radyografiler, ortodontide diagnostik olarak, hastanın tedavi öncesi dental ve fasiyal ilişkilerinin değerlendirilmesinde, tedavi esnasında oluşan değişiklikleri incelemede ve tedavi sonunda fasiyal büyüme ve diş hareketlerini belirlemede kullanılır (36).

Seri sefalometrik radyografiler, yüz iskeletinin büyüme ve gelişimini değerlendirme ve tedavi öncesi ve sonrası ölçümlerle tedavinin değerlendirilmesinde kullanılır (4, 37).

2.3.2. Kısıtlamaları

Sefalometrik radyografilerde, 3 boyutlu kraniyofasiyal yapıların görüntüleri 2 boyutlu olarak elde edilir. Anatomik yapılar üst üste çakışır ve görüntüde her bir yapının ayırt edilebilirliği zorlaşır. Bu nedenle, lateral sefalometrik radyografiye ek olarak frontal sefalometrik radyografi ve submentoverteks görüntünün de değerlendirildiği kapsamlı bir analiz ile planlama yapmak daha doğru sonuçların alınmasına olanak sağlamaktadır (38-40).

Sefalometrik radyografilerin belirli bir prosedürle alınması standardizasyonunun sağlanması için önemlidir. Elde edilen görüntüler üzerinde yapılan sefalometrik ölçümlerin normal değerlere göre değerlendirilebilmesi ve röntgenlerin çakıştırılabilmesi önemli diagnostik yöntemlerdir. Farklı yöntemlerle alınan radyografilerin birbirleriyle kıyaslanması hatalı sonuçlar verecektir (38).

Küçük bir kaynaktan çıkan x ışınlarının birbirlerine paralel olmaması ve diverjan bir şekilde yayılması dolayısıyla görüntüde genişlemeler meydana gelir. Bu genişlemeyi en aza indirmek için obje ve film arasındaki mesafe mümkün olduğunca azaltılmalı ve obje ve x ışın kaynağı arasındaki mesafe artırılmalıdır (41).

Landmarklar ve yapılar midsagittal düzlem üzerinde değildir ve genellikle bilateraldir. Bu nedenle radyografi üzerinde çift görüntü verirler. Bilateral yapılar simetrik olsa dahi x ışınlarının diverjan bir şekilde geçmesi ve bu referans noktaların filme uzaklıklarının aynı olmaması nedeniyle farklı oranda magnifikasyon gösterirler ve film üzerinde çakışmazlar (42).

İyi tanımlanmış anatomik yapıların eksikliği, zor ayırt edilen kenar ve gölgeler ile hasta pozisyonunun çeşitliliği nedeniyle anatomik işaret noktalarını belirlemede hatalar oluşabilmektedir. Bu hatalar bazı araştırmacılar tarafından sefalometrik analizdeki yanlışlıkların en büyük sebebi olarak gösterilmektedir (39, 43, 44).

2.3.3. Sefalometrik radyografi çeşitleri

Sefalometrik radyografiler elde edilme yöntemine göre 2'ye ayrılırlar;

- Konvansiyonel sefalometrik radyografi
- Dijital sefalometrik radyografi

2.3.3.1. Konvansiyonel sefalometrik radyografi

Geleneksel sefalometrik radyografi; çenelerin, yüzün ve kafa kemiklerinin lateral yönden görüntülenebildiği ağız dışı radyografilerdir. Bu radyografiler elde edilirken, görüntü (imaj) reseptörü olarak kaset içerisine yerleştirilen röntgen filmleri kullanılır. Filmler kaset içerisinde bulunan iki ranforsatör (intensifying screen) arasında bulunmaktadır. Filmlerin yapısı 4 tabakadan oluşmaktadır. Dıştan içe doğru sırasıyla;

1. Koruyucu tabaka; jelatin dış kılıf, röntgen filminin en dış tabakasını oluşturur, emülsiyon tabakasını dış etkenlerden korur. Röntgen filmi banyo edilirken, banyo solüsyonlarını emer ve kimyasal maddelerin gümüş halid kristalleri ile reaksiyona girmesini sağlar.
2. Emülsiyon tabakası; x ışınlarına duyarlı gümüş halid kristalleri bu tabakada bulunur, kristallerin banyo solüsyonuyla reaksiyonu sonucunda görüntü bu tabakada oluşur,
3. Yapıştırıcı tabaka; emülsiyonun baz tabakaya yapışmasını sağlar, ve
4. Baz tabaka; yaklaşık 0.2 mm kalınlığında polyester polietilen veya selüloz asetattan oluşmaktadır.

Dokular arasında x ışınlarına karşı oluşan absorpsiyon farklılığı röntgen filmi üzerinde radyopak (açık renk) ve radyolüsent (koyu renk) alanların oluşmasını sağlar. Daha sonra karanlık odadaki banyo işlemleriyle geleneksel sefalometrik radyografi elde edilmiş olur (45).

Avantaj ve dezavantajları

Geleneksel röntgen filmleri güvenilir ve ucuz olduğu için uzun yıllar boyunca kullanılmıştır.

Ancak bu tekniğin bazı dezavantajları bulunmaktadır;

- Film elde etme süreci zaman alıcıdır,
- Kimyasal film işleme prosesine bağlı olarak görüntü kalitesi değişkenlik gösterir,
- Film işleme ve depolama için daha fazla alan gerektirir ve
- Görüntü, film üzerinde oluşturulduktan sonra manipülasyonu mümkün değildir (46).

Radyografik görüntü kalitesini etkileyen faktörler

Genel görüntü kalitesi ve radyografik görüntüde gösterilen detay miktarı, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler;

- Kontrast; çeşitli siyah, beyaz ve gri gölgeler arasındaki görsel fark,

- Görüntü geometrisi; film, nesne ve x ışını tüpünün göreceli pozisyonları,
- X ışını demetinin karakteristiği; magnifikasyonu engellemek için birbirine paralel seyretmelidir ve hastayı geçtikten sonra film emülsiyonu ile reaksiyona girip, farklı yapılar arasında kontrast oluşturacak yeterli penetrasyona sahip olmalıdır.
- Görüntü netliği ve çözünürlük (47).

2.3.3.2. Dijital sefalometrik radyografi

Dijital radyografi; sensör yardımıyla radyografik imaj elde etmeyi, bu imajı elektronik parçalara ayırmayı, bilgisayarda göstermeyi ve saklamayı sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Film kullanılarak elde edilen geleneksel radyografilerle dijital radyografiler arasındaki en büyük farklılık görüntü alımında kullanılan reseptörler ve görüntüyü oluşturmak için kullanılan yöntemlerden kaynaklanır (9).

Dijital görüntü matriksi, orijinal görüntünün görsel ekranda yeniden oluşmasını sağlayacak mozaik formda resim elementi ya da piksellerden oluşur. Pikseller dijital görüntü içinde düzenlenmiştir. Görüntüyü oluşturan piksel boyutları küçülürse, yüksek çözünürlüklü ve detaylı görüntü elde edilir (48).

Dijital radyografi, sistemlerindeki hızlı gelişmelerin etkisiyle geleneksel röntgen filmlerinin yerini almaya başlamıştır (8).

Avantaj ve dezavantajları

Dijital radyografi sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmıştır ve konvansiyonel film tekniğine göre pek çok avantaj sağlamaktadır;

- Verilerin işlenmesi daha hızlıdır,
- Kimyasalların kullanımını ortadan kaldırır ve çevreye verdiği zararı elimine eder,
- Elde edilen görüntüyü değiştirme ve geliştirme imkanı sunar ve
- Ekspozür hatalarını düzeltir, bu sayede tekrarlayan ekspozür ihtiyacını ortadan kaldırır (10).
- Ek olarak seri radyografilerin çakıştırması hızlıca yapılabilir ve
- Görüntünün duplikasyonu masrafsızdır (49).

- Dijital radyografik görüntülerin depolanması, taşınması ve başka merkezlere iletilmesi kolaydır.
- Ayrıca bazı sistemlerde radyasyon oranı konvansiyonel tekniğe göre daha azdır (50).
- Dijital radyografi ile çalışma süresi önemli ölçüde azalmıştır (9).

Ancak bu avantajlarının yanında;

- Dijital görüntüleme sistemlerinin başlangıç kurulum maliyetlerinin yüksek olması,
- Dijital görüntünün kağıda aktarılırken baskı kalitesinin azalması ve görüntü güvenliği gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Dijital görüntü kalitesini etkileyen faktörler

Dijital görüntülerin avantajlarından faydalanabilmek için, radyografi üzerindeki tüm bilgilerin seçilebilmesi gereklidir. Konvansiyonel radyografik filmlerin, yüksek uzaysal çözünürlük, geniş dinamik aralık ve görüntü elde etme ve depolama için eşleşmesi zordur.

Dijital görüntünün kalitesini etkileyen en önemli faktörler;

- Uzaysal çözünürlük,
- Optik yoğunluk (densite) ve
- Görüntü ekranıdır.

Piksel sayıları ve gri tonlama seviyeleri, kabul edilebilir kalitede bir görüntü elde etmek için gereklidir. Daha fazla detay içeren görüntüler, gri seviyelerinin yoğunluğundan çok piksel sayısının çokluğuna bağlıdır (48).

Uzaysal çözünürlük

İnce detayların ayırt edilebilirliği olarak tanımlanmaktadır. Çözünürlük, genellikle mm'deki çizgi çifti (lp/mm) olarak ifade edilmektedir. Çizgi ve ilişkili olduğu boşluk, çizgi çifti (lp) olarak adlandırılır. Dolayısıyla 1 çizgi çiftini görebilmek için 2 piksel sütununa –biri koyu çizgi, diğeri daha açık boşluk- ihtiyaç vardır (51).

Dijital matriksi oluşturan piksel sayısının artmasıyla, çözünürlük artar. Böylece her bir piksel daha az fark edilir ve daha net bir görüntü oluşur. İnsan gözü $0,1 \times 0,1 \text{ mm}^2$ büyüklüğün altındaki detayı ayırt edebilir. Orijinal görüntü kalitesine ulaşabilmek için hem çözünürlük miktarının yüksek olması hem de dijital görüntüyü oluşturan piksel boyutlarının $0,1 \text{ mm}$ 'den küçük olması gerekir (18).

Gözlemci, görüntüyü büyütmeden 6 lp/mm 'yi ayırt edebilirken, intraoral filmler çoğunlukla 20 lp/mm 'den daha yüksek çözünürlükte dirler. Bu nedenle, bilgisayar üzerinde görüntülerin büyütülmesi, detayların daha iyi görüntülenmesine olanak sağlar (51).

Optik densite (yoğunluk)

Radyografinin siyahlık miktarının ölçüsüdür ve filme düşen ışık miktarının filmde geçen ışık miktarına oranı ile hesaplanır. Gri tonlar arasındaki farklar radyografinin siyahlık oranını belirler. Dijital ortamda bilgi aktarımı en küçük birim olan "bit" ile gerçekleştirilir. Bilgisayarlar çok sayıda bit içeren parlaklık değeri kullanırlar. Örneğin, 8-bit sistemde 256 gri değeri vardır (0 en koyu siyah, 255 en açık beyaz değerk en, aradaki 254 değerk farklı koyulukta gri tona tekabül eder). Dijital görüntü kalitesini işte bu gri ton yelpazesinin (gri skalası) genişliği etkiler (18).

Görüntü ekranı

Görüntü ekranlarının uzaysal çözünürlükleri, *raster lines* (çizgiler) tarafından belirlenir. Dijital görüntüler rutin olarak 625 çizgiye sahip ekranlarda görüntülenirler. Görüntü kalitesinin özellikle önemli olduğu durumlarda, 2048 çizgiye sahip ekranları kullanmak, radyografik filmlerle karşılaştırılabilir çözünürlüğü verebilecektir (18).

2.4. Dijital Görüntüleme Sistemleri

Dijital görüntüleme sistemleri direkt ve indirekt sistem olarak 2'ye ayrılır.

Dijital radyografi (direkt) ve radyografinin dijitalizasyon yöntemlerinin (indirekt) her ikisi de konvansiyonel radyografi yönteminden daha az depolama alanına ihtiyaç duyar. Dijital arşiv yöntemi aynı zamanda, kraniyofasiyal yapılarda bilgi kaybının en önemli kaynağı olan film bozulmalarının önüne geçmekte değerli bir yöntemdir (52). Ancak, analog filmleri dijital formata çevirmek için ek aşamalar gerekmektedir. Bu işlemler zaman alıcıdır ve aynı zamanda magnifikasyon hataları

oluşabilir. Bu sorunlar, direkt dijital radyografi kullanarak çözülebilir. Dijital sefalometrik ölçümlerin ve elle çizim metodunun karşılaştırıldığı çeşitli çalışmalar mevcuttur (8, 12, 13).

2.4.1. Direkt görüntüleme sistemleri

Bu teknikte sert ve yumuşak dokular radyografi gibi bir ara forma aktarılmadan dijital veri olarak alınır. Dijital görüntü reseptörleri farklı şekil ve boyutlarıyla çeşitli teknolojileri kapsamaktadır.

Genellikle 2 temel gruba ayrılır:

- Sensörler (Solid state technology)
 - CCD
 - CMOS
 - Plat Panel Detectors
- PSP (Photostimulable phosphor technology)

2.4.1.1. Sensörler (katı hal dedektörleri)

Katı, yarı iletken materyalden yapılmışlardır ve x ışınları ile enerji toplarlar. Bu dedektörlerin anahtar özelliği, ışınlama sonrasında görüntünün birkaç saniye içinde, ek işleme gerek olmaksızın oluşmasıdır (51).

CCD (charged coupled device)

İçerisinde elektronik devre bulunan silikon bir çip içerirler. X ışını uygulandığında, silikondan, elektronlar serbestleşir ve elektronik bir şarj oluşur. Böylece elektronik latent görüntü elde edilir. Çoğu CCD tekniğinde bu analog data elektronik kablo yardımı ile bilgisayara aktarılır. Mevcut data bilgisayarda yazılım programları ile radyografi haline getirilir (53).

CMOS (Complementary metal oxide semiconductors)

Merkezi işlemci çipleri ve video kamera dedektörlerinin yapımında kullanılmaktadır. Bu dedektörler, CCD teknolojisinde olduğu gibi silikon bazlı semikondüktörlerdir; fakat piksel şarjlarının okunması bakımından farklılık gösterirler (51).

Plat panel detectors

Ekstraoral radyografilerin alınmasında kullanılmaktadır. Daha büyük matriks alanı ve 100 µm'den ufak piksel boyutu ile baş gibi daha büyük boyutta anatomik yapıların görüntülenmesine imkan vermektedir. Sensör materyali ince film transistör (TFT) demeti ile amorf silikondan yapılmıştır. Yüksek maliyetlidir ve konik ışıklı bilgisayarlı tomografi gibi özel görüntüleme yöntemlerinde kullanılmaktadır (51).

2.4.1.2. Fosfor görüntü plaklar (PSP (photostimulable phosphor technology))

Bu metot ise görüntüyü elde etmek için fosfor plaklar kullanır. Fosfor plaklar yaklaşık 1 mm kalınlığındadır ve ince plastik plaka üzerine kaplanmış baryum florit kristalleriyle radyasyonu yakalarlar. Plaklar, radyografik makine tarafından üretilen radyasyon enerjisini latent imaj olarak saklar ve bu latent imaj lazer tarayıcı ile bilgisayara dijital formatta aktarılır. Plaklar tarayıcıdan geçtikten sonra fosfor kristalleri ışınlanmamış durumuna geri döner ve plak yeniden kullanıma hazır hale gelir (8).

2.4.2. İndirekt görüntüleme sistemleri

Bu teknikte görüntü geleneksel radyografiler ile elde edilir ve tarayıcı ile dijital ortama aktarılır. Tarayıcının cam panelinin yüzeyine yerleştirilen radyografinin üzerinden ışıklı parça geçer. Alt yüzeyde bulunan çipli sistem, filmi geçen ışığı algılar ve bunu yoğunluğuna göre dijital sinyallere çevirerek monitörde gri skalası ile görüntüyü oluşturur.

2.5. Sefalometrik Analiz

Basitçe anlatmak gerekirse, 'büyük' ya da 'küçük', 'iyi' ya da 'kötü' herkes için aynı anlama gelmemektedir. Daha açıklayıcı bir ifade şekli için lineer ve açısız ölçümler kullanılmalıdır (54).

Sefalometrik analiz, ortodontide kullanılan çeşitli analiz araçlarından biridir. Ortodontik diagnozda, sefalometrik değerlendirme olmaksızın diğer tanı metotlarının tek başlarına kullanımı ile yapılması klinisyenleri hataya sürükleyebildiği gibi sadece sefalometriden temel alması da olası değildir. Sefalometrik analiz, doğru bir şekilde ölçüldüğünde ve diğer teşhis araçlarıyla birlikte yorumlandığında ortodontik diagnozun önemli bir parçasıdır. Sefalometrik değerlendirmede, radyografi üzerinde

belirli noktalar dikkatle lokalize edilir ve lineer ve açısal ölçümler bu noktalara göre yapılır. Referans düzlemler oluşturularak aynı hastadan elde edilmiş birden çok röntgen üzerinde karşılaştırma yapılabilmektedir. Bu ölçümlerin çeşitli şekillerde ifadesiyle iskelet boyutunun ve formunun analizleri üretilir (36).

Analizler objektif olmalıdır ve sefalometrinin 4 C'sini kapsamalıdır:

- *Characterize*; mevcut durumu tanımlamalı,
- *Compare*; bireyi başka örneklerle veya aynı bireyin farklı zamanlarda alınan radyografileriyle karşılaştırabilmeli,
- *Classify*; çeşitli durumlara belirli tanımlamalar getirebilmeli ve
- *Communicate*; klinisyenin tüm bu görüşlerini başka araştırmacılarla paylaşabilmelidir (54).

2.5.1. Sefalometrik analiz yöntemleri

Sefalometrik analiz uygulamaları için 3 yaklaşım söz konusudur.

- Geleneksel sefalometrik analiz
- Dijital sefalometrik analiz
- Otomatik landmark tanımlanması (39).

2.5.1.1. Geleneksel sefalometrik analiz

Bu yöntem, sefalometrik değerlendirmeler için en uzun süredir ve yaygın olarak kullanılan çizim tekniğidir. Radyografinin manuel olarak çizilmesiyle analiz yapılır. Radyografik filmin üzerine yerleştirilen asetat kağıt filminden kaymayacak şekilde birleştirilir, analiz için gerekli anatomik noktalar işaretlenerek düzlemler çizilir ve noktalar arasındaki uzaklık ve açılar ölçülür.

Bu yöntem zaman alıcıdır ve sefalometrik analizde; referans noktaların belirlenmesinde, radyografik ekspozür ve görüntünün oluşturulması ve ölçüm tekniğinde hatalar olabilir. Hataların çoğu, araştırmacı deneyimi, referans noktaların tanımlanması ve görüntünün densite ve netliği gibi pek çok faktörün etkilediği referans noktaların belirlenmesi esnasında görülmektedir (43, 55).

2.5.1.2. Dijital sefalometrik analiz

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte, dijital çizim yöntemleri gelişmiştir. Dijital radyografilerde, bilgisayar görüntüleri, boyutu ve renk değerleri farklı renkler ve gri tonları üreten bir piksel topluluğundan oluşur. Görüntünün son boyutu, piksellerinin sayı ve renk değerlerine göre belirlenir (8).

Direkt ve indirekt görüntüleme yöntemleriyle elde edilen dijital sefalometrik röntgenler üzerinde yapılan çizimlerin her ikisinde de landmarklar manuel olarak belirlenir ve bu nedenle, noktaların belirlenmesi aşamasında yapılacak hatalar konvansiyonel yöntemle benzerdir (6, 40, 56).

Sistemlerin çoğunda, kullanıcı landmarkları farenin imleci ile ekran üzerinde belirler. Bilgisayar belirlenen noktalara göre uzaklıkları ve açıları ölçer. Bazı sistemler, tedavinin, büyümenin ya da cerrahi girişimin etkilerini göstermek amacıyla dokuları simülasyon olarak hareket ettirme özelliğine sahiptir (55).

2.5.1.3. Otomatik landmark tanımlanması

Bu teknik tamamen otomatiktir. Sefalometrik görüntü bilgisayara aktarıldıktan sonra bilgisayar otomatik olarak landmarkları belirleyip, sefalometrik analizi tamamlar (44, 55).

2.5.2. Dijital sefalometrik analiz sistemleri

Bilgisayar sistemlerindeki gelişmelerle, sefalometrik çizim, dijitalizerlerin kullanımı veya direkt ekranda görüntülenen radyografi üzerinde analiz yapılması mümkün hale gelmiştir.

2.5.2.1. Birinci nesil sistemler

Anatomik işaret noktalarını bilgisayara aktarmak için '*dijitizer (dijitasyon tablası)*' ve '*cursor*' denilen cihazlar kullanılır. *Cursor*, anatomik işaretleme noktalarını belirtmek için kullanılır. *Dijitizer*, X-Y koordinatlarına göre, anatomik noktaları koordinat sistemine aktarır. Dijitizer üzerine cursor temas ettirildiğinde tabla üzerinde oluşan elektrik akımı kablolar ile bilgisayara aktarılmaktadır. Dijitizerler opak, radyolüsent veya transparant olabilirler ve asetat kağıda ihtiyaç duyulmaz. Bu şekilde çizime bağlı oluşabilecek hataları elimine edilir (57).

Dijitizerler iki tiptir:

- Off-line Dijitizer: Bu sistemde önce radyografi dijitize edilir. Daha sonra depolanan bilgiler sabit diske kaydedilir. Kayıt üzerinde gereken ölçümler yapılır.
- On-line Dijitizer: Dijitize edilen işaretleme noktaları direkt bilgisayar ortamına aktarılır ve analiz direkt olarak ekrandan izlenebilir.

İki çeşit dijitalizasyon modeli ile elde edilen bilgiler dijitalizerlerle kaydedilir:

- Point mode dijitalizasyon: İşaretleme noktaları tek tek ve ayrı ayrı şekilde belirlenir. Operatör cursor ile önceden tanımlanmış işaretleme noktalarının konumlarını tespit eder. Tespit edilen noktalar X-Y koordinat sistemine uygun olacak şekilde bilgisayar ortamına taşınır. Radyografinin sanal hali, filmin orijinal konturlarına korunarak ayrı ayrı halde olan işaretleme noktalarının birleştirilmesi ile oluşur.
- Stream mode dijitalizasyon: Radyografik konturlar manuel olarak çizilir. Point mode dijitalizasyona göre daha az zaman alıcıdır ancak konturların doğru tespiti zor olup tecrübe gerektirir (57).

2.5.2.2. İkinci nesil sistemler

Bu sistemlerde, sefalometrik görüntüyü bilgisayara aktarmak için tarayıcı ya da dijital kameralar kullanılır. Dijitalizerlere ihtiyaç yoktur (58).

2.5.2.3. Üçüncü nesil sistemler

Bu sistemler, PSP, CCD reseptör ya da direkt dijital sistem kullanarak radyografileri direkt bilgisayara aktarırlar. Dijital görüntüyü elde etmek için tarayıcı ya da kameraya ihtiyaç duymazlar. Direkt dijital görüntülerin kullanılması, görüntüyü anlık elde etme, radyasyon dozunu azaltma, görüntülerin arşivlenmesini ve paylaşılmasını kolaylaştırma gibi avantajları vardır (9, 10, 58).

2.5.3. Dijital sefalometrik analiz programları ile ilgili çalışmalar

Sandler ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sefalometrik radyografi üzerinde, konvansiyonel çizim tekniği, çizimin dijitalizasyonu ile elle ölçüm ve radyografinin direkt dijitalizasyonu metodları karşılaştırmışlardır. 25 radyografi her üç yöntemde de

ikişer kez çizilmiştir. Metotların hepsinde, Nasion-A noktası, Menton-Gonion ve Artiküler-Pogonion noktaları arasındaki lineer ölçümlerde 1 mm'lik hata gözlenmiştir. Üst kesici-maksiller düzlem açısı, üst kesici- SN düzlem açısı ve interinsizal açı ölçümlerinde 2°'den daha büyük hata tüm metotlarda gözlenmiştir. Genel olarak bakıldığında, radyografinin direkt dijitalizasyonu metodu en düşük hata oranına sahiptir (6).

Daha önce yapılan çalışmalar Dentofacial Planner, Dolphin Imaging ve Quick Ceph® gibi sistemleri değerlendirmiştir. Bu çalışmalarda ortak sonuç, bilgisayar programlarıyla elle çizim arasında, bazı durumlar istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen, diğerleri anlamlı olmaktadır. Bazı landmark lokalizasyonları ve ölçümleri, SNA, Wits, E-plane, yumuşak doku B noktası, Gonion, Artiküler nokta gibi, elle çizime göre daha tekrarlanabilirken, üst kesici apeksi gibi diğer bazı noktaların dijital yöntemle belirlenmesi daha kolaydır (16, 56, 59-63).

Elle çizim yöntemi özellikle Artiküler ve Gonion noktalarında daha tekrarlanabilir sonuçlar vermiştir. Bu noktalar elle çizilirken çeşitli doğruların yardımıyla oluşturulabilirken, dijitalizerlerde tahmini olarak belirlenir (6).

Landmark tanımlama hatalarını, elle ve bilgisayar destekli analiz programları arasında karşılaştıran önceki çalışmalar istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır (64).

Ancak Chen ve ark., orijinal radyografi ve dijitalize edilmiş görüntüsüyle yapılan landmark tanımlanmasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulmuştur (65).

Aynı araştırmacılar tarafından sonradan yapılan çalışma ise, orijinal sefalometrik radyografi ve sonradan dijitalize edilmiş görüntüsüyle yapılan landmark tanımlaması ve ölçümlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunurken, bu farklılıklar klinik olarak kabul edilebilirdir. Dijitalize edilmiş görüntüyle yapılan analizlerde araştırmacılar arası hatalar genellikle orijinal radyografiyle karşılaştırılabilir sonuçlar vermiştir (66)

Birkaç çalışma yumuşak doku açısal ve lineer ölçümlerini karşılaştırmıştır, bu ölçümlerin analizlerinin tekrarlanabilirliğinin karşılaştırılması, landmark çalışmalarından daha zordur (16, 59, 67).

FACAD® (Ilexis AB, Linköping, Sweden), ortognatik cerrahide sert ve yumuşak doku değişimlerini tahmin eden ve değerlendiren sefalometrik analizleri

kullanan dijital programdır. FACAD® programı ile elle çizim tekniğinin değerlendirildiği çalışmada, genel olarak, dijital sefalometrik ölçümlerde daha büyük değişkenlik bulunmuştur. Bazı nokta ve ölçümlerde (Gn', Li, Si ve li-Li) iki yöntem arasındaki farklar istatistiksel olarak ($P < 0.05$) anlamlı bulunmuştur, ancak klinik olarak anlamlı değildir (49).

Sefalometrik analiz yöntemleri landmark tanımlanmasından etkilenmektedir. Birçok araştırmacı, bu problemi incelemiştir. Landmark tanımlanmasının doğruluğunun film kalitesinden etkilendiğini öne sürmüşlerdir. Film kalitesini artırmak için çeşitli teknikler önermişlerdir. Xeroradiography (film yerine kağıt kullanan x ışını görüntüleme yöntemidir, plakaları selenyum ve alüminyum oksit içerir), görüntüler üzerinde daha keskin kenarlar oluşturduğu için, konvansiyonel radyografilere alternatif olarak gösterilmiştir. Hataları azaltma üzerine olumlu etkileri rapor edilmiştir (68, 69). Ancak özel ekipman gerektirir ve radyasyon dozu daha yüksektir (70).

Cohen ve ark., menton ve sella sefalometrik landmarklarını otomatik olarak belirlemek için, *cellular logic image processing system* (CLIP4) geliştirmişlerdir (71).

Geelan ve ark., fosfor görüntü plakaları, video ile görüntünün yakalanması ve normal çizim tekniğini karşılaştırmışlardır. Gruplar arasında büyük bir farklılık bulamamışlardır (56).

Ölçümlerin tekrar edilebilir olması, analiz metotlarından herhangi birinin doğruluğunu değerlendirmede ön koşuldur. Tedavi planlamasında bilgisayarların kullanılmasının, kullanıcı yorgunluğu gibi nedenlerle oluşabilecek hataları elimine etmesi beklenir ve standart, hızlı ve tekrarlanabilirliği yüksek sonuçlar sunar. Klinik ortodontide, genellikle kullanılan sefalometrik çizim programlarının ve sefalometrik analizlerin etkinliğinin incelenmesine ve klinisyene uygun analiz programı ve analiz metodunu seçmesine olanak sağlayacak değerlendirmelere ihtiyaç vardır. Taranmış, dijitize edilmiş ve dijital olarak elde edilmiş radyografilerin doğruluğunun, analog metotlarla karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur (13-17, 65, 66, 72).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda, Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniğine, tedavi olmak amacıyla başvurmuş ve tedavisi devam eden ve/veya biten hastalardan tanı ve tedavi amacıyla elde edilmiş yaklaşık 2000 sefalometrik radyografi arasından 300 adet seçildi. Kocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 11.05.2016 tarih ve 2016/141 sayılı etik kurul onayı alındı.

3.1. Sefalometrik Radyograflerin Çekim Tekniği

Radyograflerin tümü, Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda aynı röntgen cihazı (Gendex-9200 DDE, Orto Ralix) kullanılarak çekildi. Radyograflerin çekimi için 72 kV ve 7 mA güç ayarında ışınlama yapıldı.

Lateral sefalometrik radyografi çekilirken, hastanın kafasının sol tarafı film kasetine karşı olacak şekilde konumlandırıldı. Hastanın mid sagittal düzlemi yere dik ve film kasetine paralel olacak şekilde ayarlandı. Hastanın kafası, kulak, orbita ve nasion noktalarından sefalostatlar yardımıyla sabitlendi. Dişler oklüzyonda iken film çekildi.

Tüm kayıtlar dijital ortamda "BMP" formatında dosyalararak arşivlendi. Elle çizim yönteminde kullanılacak olan dijital radyografler, Adobe Photoshop programı ile normal sefalometrik film boyutlarına getirildi, A4 büyüklüğünde kağıda, yazıcı ile basıldı. Röntgen kasetinin sağ köşesinde bulunan cetvel ile hem dijital analiz, hem de elle çizim yapılırken, lineer ölçümlerde kalibrasyon yapıldı.

3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Tüm lateral sefalometrik radyografler aynı cihaz kullanılarak alınmış olmalıdır.
- Röntgeni alınan hastada kraniyofasiyal deformite ve asimetri bulunmamalıdır.
- Bireylerin, ortognatik cerrahi geçmişi olmamalıdır.
- Daimi dişlenme döneminde olmalıdır.

- Ağızda anatomik noktaların belirlenmesini etkileyecek protez bulunmamalıdır.
- Gömülü, eksik diş ve herhangi bir patolojik durum bulunmamalıdır.
- Ortodontik tedavi öncesi alınmış radyografiler seçilmiştir.
- Yaş ya da cinsiyet ayrımı uygulanmamıştır.
- Anatomik noktaların belirlenmesini etkileyecek kalın yumuşak doku, netlik sorunu ya da artifakt olmamasına dikkat edilmiştir.

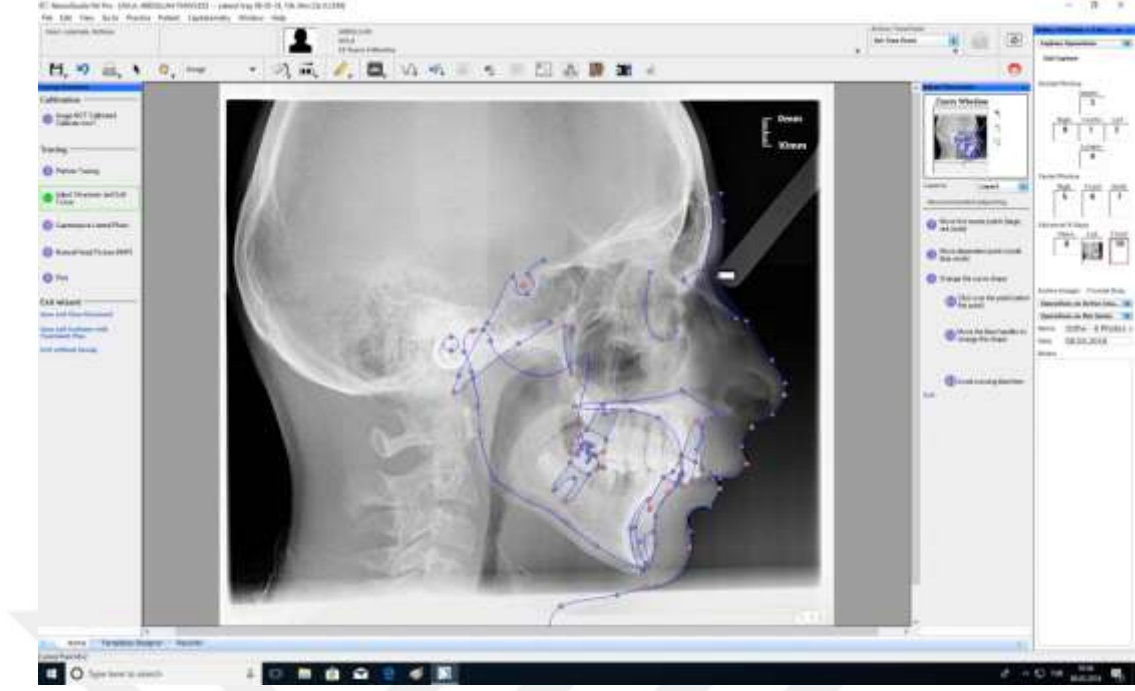
3.3. Çalışmada Kullanılan Analiz Teknikleri

3.3.1. Geleneksel analiz yöntemi (El ile çizim yöntemi)

Yazıcı (hp Laser Jet Pro 400 m401dn) ile çıktısı elde edilen röntgen filmleri üzerine yarı şeffaf asetat çizim kağıdı (G&H Wire Company) yerleştirilerek, 0,3 mm kalınlığındaki çizim kalemi (rotring Tikky 0,35) ile çizim yapıldı. Ölçümler cetvel ve açıölçer kullanılarak tek bir çalışmacı tarafından (AY) gerçekleştirildi. Sefalometrik analiz sonucu elde edilen doğrusal ölçümler görüntü üzerindeki cetvel ile kalibrasyon yapılarak hesaplandı.

3.3.2. Nemoceph bilgisayarlı sefalometrik analiz programı

İspanya, Madrid merkezli bir firmanın analiz, planlama ve öngörü programı olan Nemoceph NX 2006 model çizim programı kullanılarak dijital rayograflar üzerinde Ricketts, Jarabak, Roth, Steiner, Tweed gibi standart analizler yapılabildiği gibi, farklı analizler birleştirilerek yeni bir analiz oluşturabilir. Hasta bilgileri sisteme aktarıldıktan sonra çizilecek röntgen sisteme aktarılır ve kullanılacak analize göre gerekli noktalar belirlenir. Landmarkların tanımlanmasının ardından ölçümler program tarafından otomatik olarak hesaplanıp anlık olarak oluşturulur. Bu yöntemle çizilen röntgenlerin tümü tek bir çalışmacı tarafından (AY) yapıldı.



Şekil 1. Nemoceph çizim ekranı görüntüsü

3.4. Metot Hatası

Ölçümlerin tekrar edilebilirliği ve ölçümcü içi güvenilirliğinin belirlenebilmesi için, çalışma kapsamında analizi gerçekleştirilen radyografiler arasından rastgele seçilen 75 radyografi tekrar çizilmiştir. Çizimler, hem el ile hem de Nemoceph çizim programı kullanılarak, ilk çizimlerden 1 ay sonra tekrarlanmıştır.

3.5. İstatistiksel Yöntem

Araştırmada elle çizim ve Nemoceph çizim değerlerinin kendi içerisinde sınıf içi korelasyonunun ölçülebilmesi için Test-tekrar test yöntemi kullanılmış, bu yöntemle tüm hastalara ilişkin radyografi çizimleri karşılaştırılarak kabul düzeyleri saptanmıştır.

Elle çizim ile Nemoceph çizim sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının saptanması için Paired Sample T testi kullanılmış ve bu tekniklerle elde edilen değerler arasındaki farklılıklar istatistikî olarak yorumlanmıştır.

Elle çizim ile Nemoceph çizim sonuçlarının uyumluluğunun saptanması amacıyla sınıf içi korelasyon katsayıları saptanmış, ortalama ile standart sapma

değerleri belirlenmiş ve her iki çizim sonucunda elde edilen değerler arasındaki değişim oranları tespit edilmiştir.

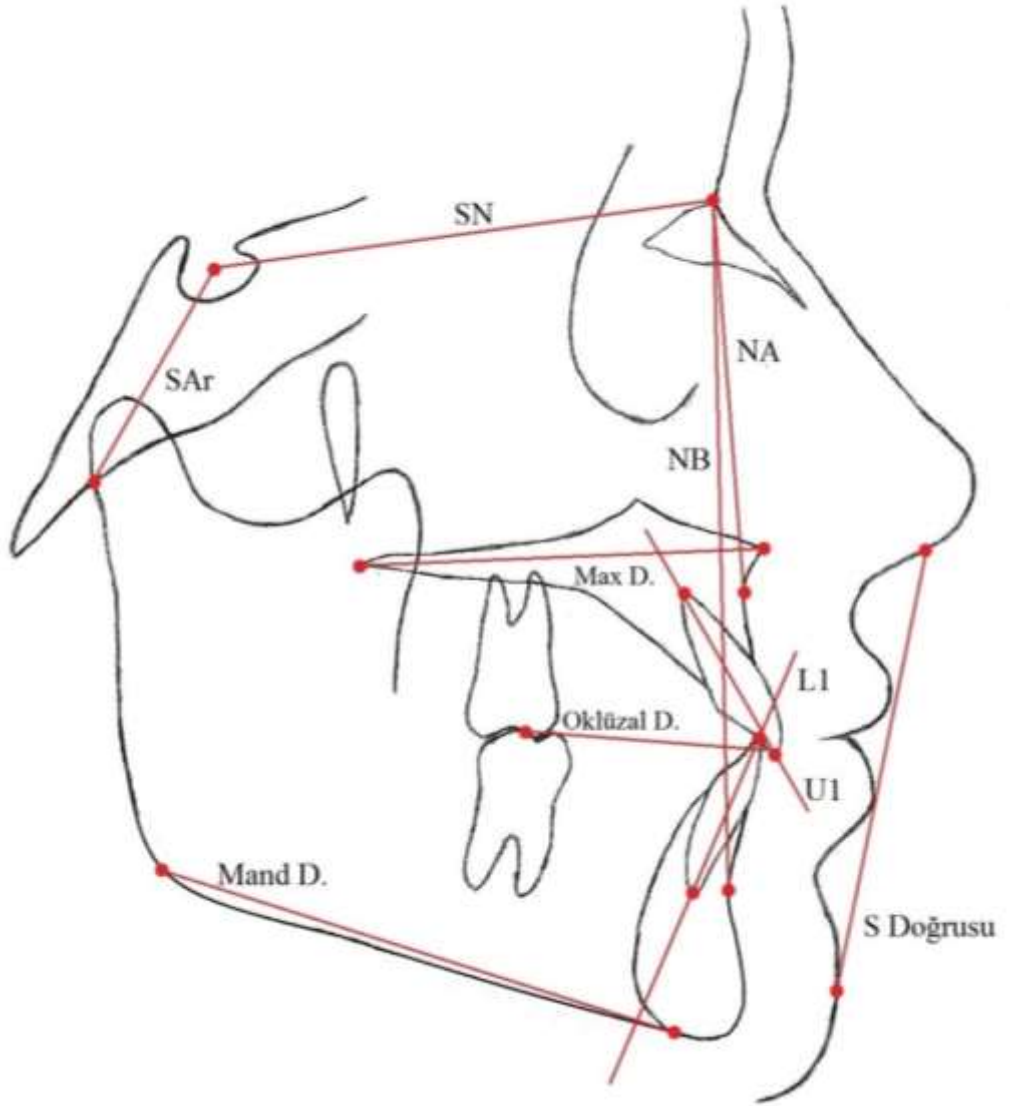
3.6. Çalışmamızda Kullanılan Sefalometrik Noktalar

Çalışmamızda, aşağıdaki sefalometrik noktalar kullanıldı (36) (Şekil 2):

1. S- Sella noktası; Sella turcica'nın merkezidir.
2. N- Nasion; Sutura frontonasalin en ön ve o bölgedeki girintinin en derin noktasıdır.
3. ANS- Anterior Nasal Spine; Mid sagital düzlemde, anterior nasal spine kemiğinin en çıkıntılı yeridir.
4. A- Subspinal Nokta; Anterior Nasal Spina (ANS) altındaki üst çene ön alveolar kemik girintisinin en derin noktasıdır.
5. PNS- Posterior Nasal Spine; nasal taban ve pterygopalatin fossa ön duvarının devamında kesiştiği noktadır. Palatin kemiğin horizontal parçasının, sagital düzlemde, en posterior çıkıntısıdır.
6. Isi- Incision Superius Incisalis; en ön, maksiller santral keser dişin insizal uç noktasıdır.
7. Isa- Incision Superius Apicalis; en ön, maksiller santral keser diş kökünün apeks noktasıdır.
8. Iii- Incision inferius incisalis; en ön, mandibular santral keser dişin insizal noktasıdır.
9. Iia- Incision inferius apicalis; en ön, mandibular santral keser diş kökünün apeks noktasıdır.
10. APooc- Anterior point of occlusion; Oklüzyonda keser overbite'nin orta noktasıdır.
11. PPooc- Posterior point of occlusion; oklüzal düzlemde, üst birinci molar dişin, mesio-vestibüler tüberkülünün distal kenarının orta noktasıdır.
12. U1- Maksiller santral keser diş; maksiller santral keser diş kuronunun en labial noktasıdır.
13. L1- Mandibular santral keser diş; mandibular santral keser diş kuronunun en labial noktasıdır.

14. B- Supramental nokta; Pogonion noktasının üzerindeki alt çene ön alveolar kemik girintisinin en derin noktasıdır.
15. Pog- Pogonion; mandibular simfizin en ön noktasıdır.
16. Gn- Gnathion; mandibular simfizin ön ve alt kenar görüntü çizgisinin Pogonion ve Menton noktaları arasında kalan parçasının ortasıdır. Nasion ve Pogonion noktalarının belirlediği doğru ile Menton ve Gonion noktalarının belirlediği doğru arasında kalan açının açıortayının kemik çene ucunun ön kenarını kestiği noktadır.
17. Me- Menton; alt kesici dişlerin köklerinin lingual tarafını örten alveol kemiği görüntüsünün en arka çizgisini (kemiğin kompakt kısmı) aşağıya doğru takip ettiğimizde, bu çizginin mandibula alt kenarıyla birleştiği nokta, Menton noktasıdır.
18. Go- Gonion; Alt çene ramusunun arka kenarına çizilen teğet ile alt çenenin alt kenarına çizilen teğetin oluşturduğu açının açıortayının alt çene kemiği üzerindeki izdüşümüdür. Çift görüntü olduğu zaman ortalınır.
19. Ar- Artiküler; Alt çene kemiğinin artiküler çıkıntısının (processus articularis ossis mandibularis) arka kenarı ile kafa kaidesi dış (alt) sınırının kesişme noktasıdır. Çift görüntü olursa, ortalınır.
20. Sn/ SN/ sn- Subnasale; midsagittal düzlemde, nostriller arasındaki nasal septum ile üst dudak deri kısmının birleşme bölgesinde meydana gelen iç bükeyliğin en derin noktasıdır.
21. Ls- Labiale superius; üst dudağın deri- mukoza sınır çizgisinin sagittal düzlem ile kesişme noktasıdır.
22. Li- Labiale inferius; alt dudağın deri- mukoza sınır çizgisinin sagittal düzlem ile kesişme noktasıdır.
23. Pogs/ Pog'- Yumuşak doku pogonion; mid sagittal düzlemde, çene ucunun en ön ya da en çıkıntılı noktasıdır.
24. Cm- Columella; Burun kolumellası (burnun altında kalan kıvrım) üzerindeki en ön noktadır.

6. Üst keser eksenini (U1); üst santral keser diş insizal ve apikal noktaları arasından geçen doğrudur.
7. Alt keser eksenini (L1); alt santral keser diş insizal ve apikal noktaları arasından geçen doğrudur.
8. NA doğrusu; Nasion ve A noktası arasından geçen doğrudur.
9. NB doğrusu; Nasion ve B noktası arasından geçen doğrudur.
10. S doğrusu; Burun ucu ile üst dudağın üst kısmının oluşturduğu 'S' harfinin orta noktasından ve yumuşak doku çene ucundan geçen doğrudur.

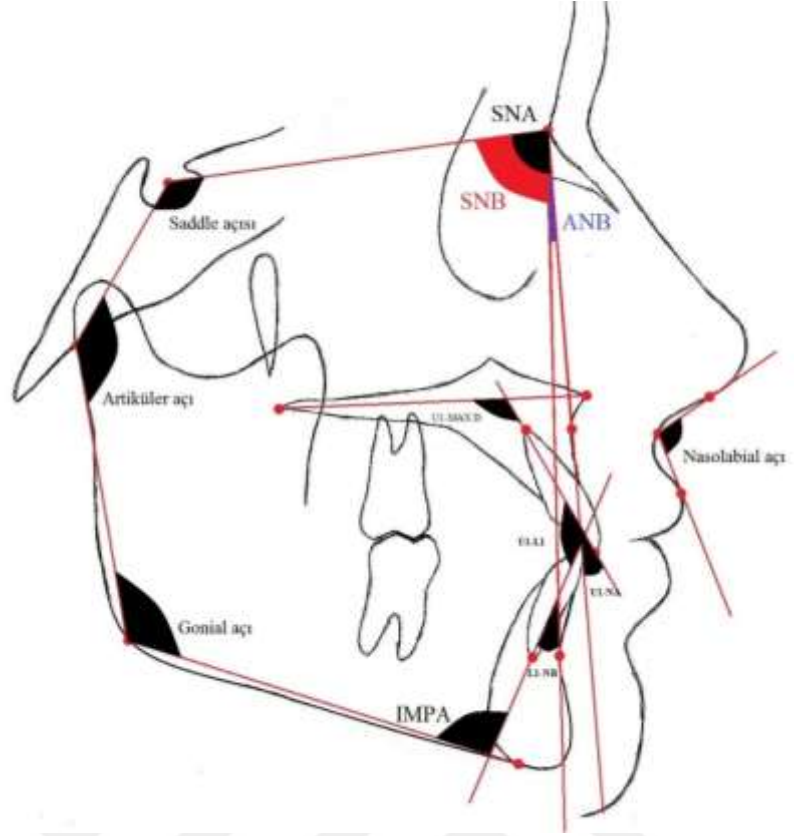


Şekil 3. Sefalometrik doğrular.

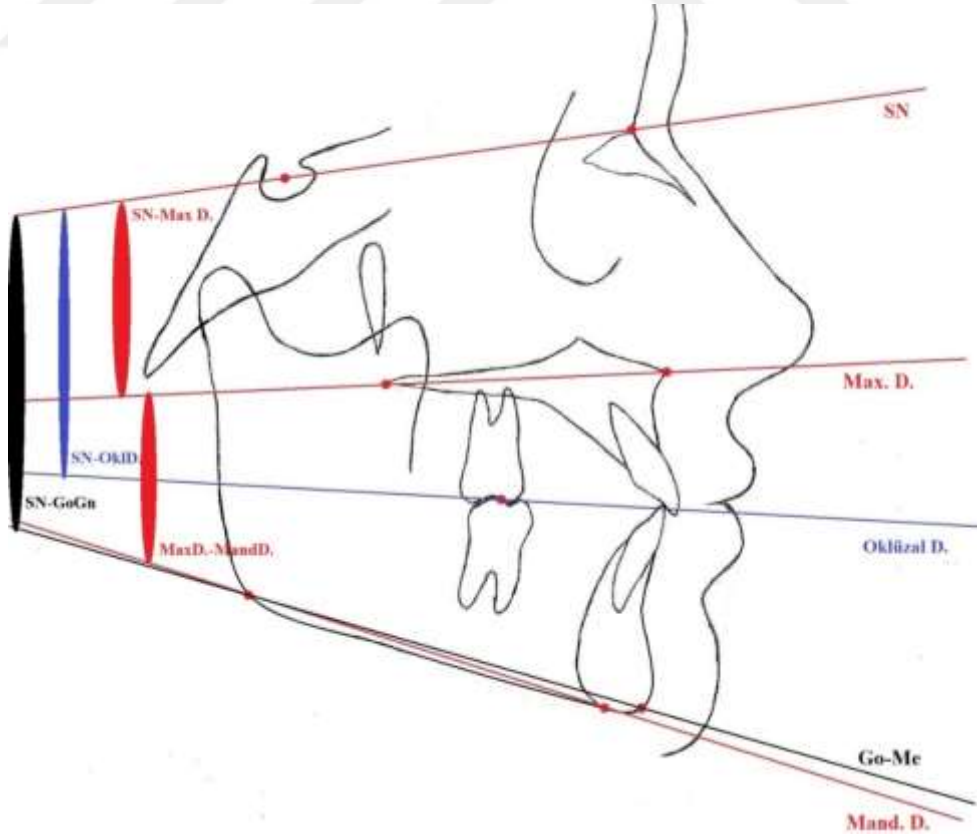
3.8. Çalışmamızda Kullanılan Sefalometrik Açılar

Çalışmamızda, aşağıdaki sefalometrik açılar (20) (Şekil 4, 5) kullanıldı:

1. SNA açısı; SN ve NA doğruları arasında yer alan açıdır. Maksiller apikal kaidenin, ön kafa kaidesine göre sagittal konumunu belirler.
2. SNB açısı; SN ve NB doğruları arasında yer alan açıdır. Mandibular apikal kaidenin, ön kafa kaidesine göre konumunu belirler.
3. ANB açısı; SNA ve SNB açılarının farkı olup, sagittal düzlemde maksiller ve mandibular kaidelerin birbirine göre ilişkisini belirler.
4. U1-NA açısı; üst kesici uzun eksenini ile NA doğrusu arasında yer alan açıdır.
5. L1-NB açısı; alt kesici uzun eksenini ile NB doğrusu arasında yer alan açıdır.
6. U1- Maksiller düzlem açısı; üst kesici dişin uzun eksenini ile maksiller düzlem arasında oluşan açıdır.
7. IMPA; alt kesici dişin uzun eksenini ile mandibular düzlem arasında oluşan açıdır.
8. U1/L1- interinsizal açı; alt ve üst kesici diş uzun eksenleri arasında oluşan açıdır.
9. Nasolabial açı; Columella, Subnasal ve Labiale süperior arasında oluşan açıdır.
10. Saddle açısı; Nasion, Sella ve Articulare noktaları arasındaki açıdır.
11. Artiküler açı; Sella, Articulare ve Gonion noktaları arasındaki açıdır.
12. Gonial açı; Articulare, Gonion ve Menton noktaları arasında kalan açıdır.
13. SN/ GoGn açısı; Gonion- Gnathion noktaları arasındaki doğru parçası ile ön kafa kaidesi arasında oluşan açıdır.
14. SN/ Oklüzal düzlem; ön kafa kaidesi ile oklüzal düzlem arasında kalan açıdır.
15. SN/ ANS-PNS; ön kafa kaidesi ile maksiller düzlem arasında kalan açıdır.
16. ANS- PNS/ GoMe açısı; maksiller ve mandibular düzlem arasında kalan açıdır.



Şekil 4. İskeletsel, dişsel ve yumuşak doku açıları.

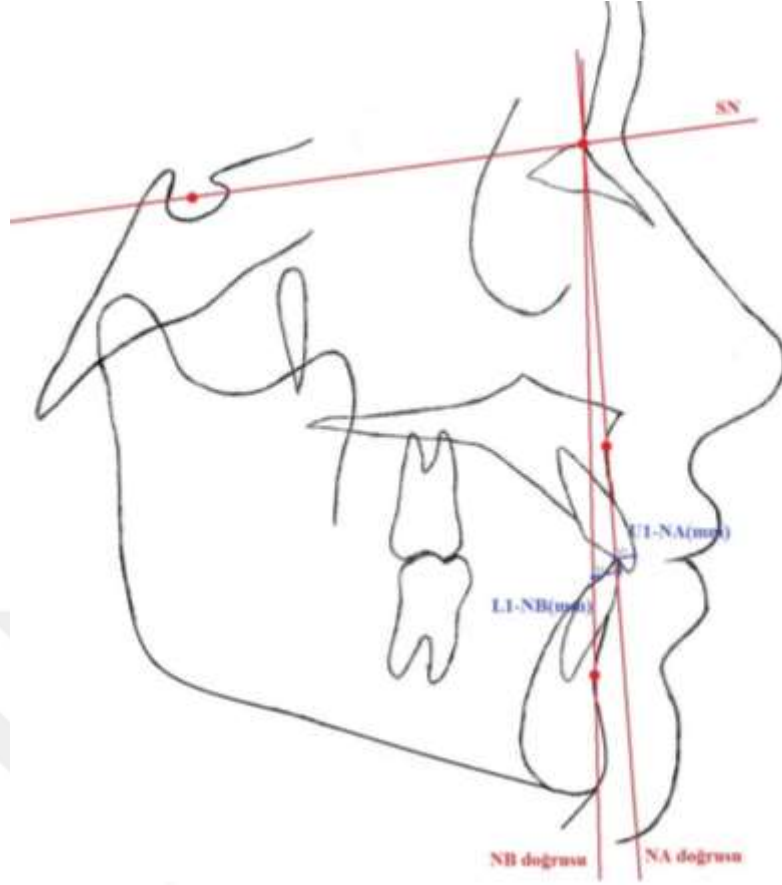


Şekil 5. İskeletsel ve dişsel açıları.

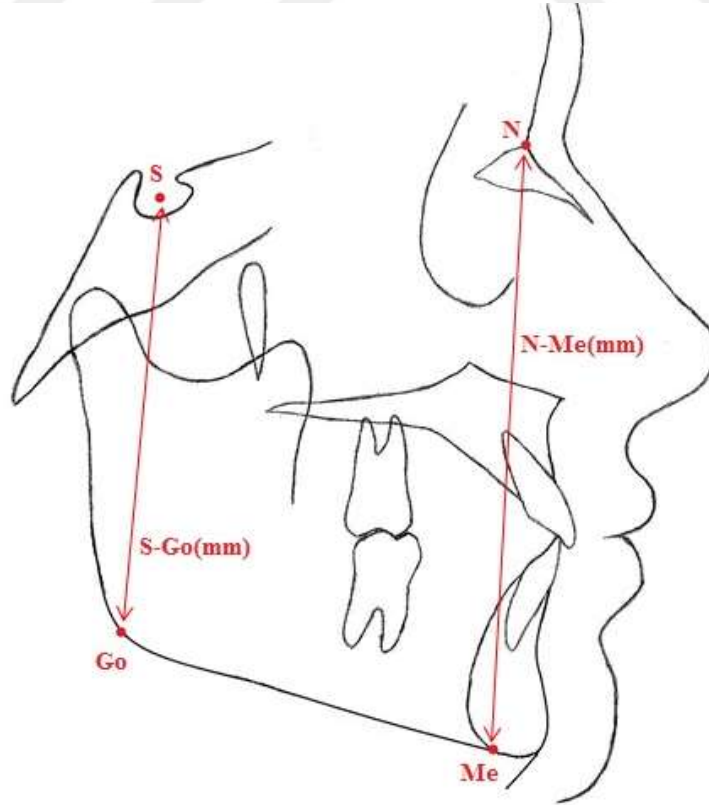
3.9. Çalışmamızda Kullanılan Sefalometrik Ölçümler

Çalışmamızda, aşağıdaki sefalometrik ölçümler (Şekil 6-10) kullanıldı:

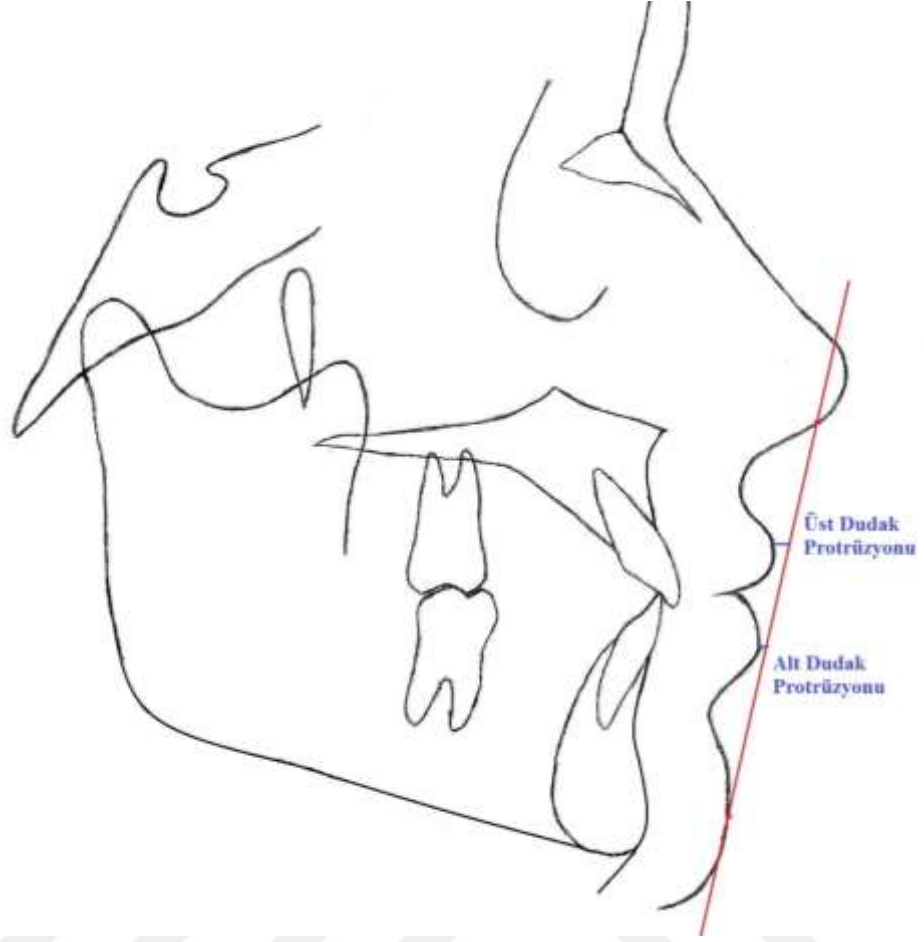
1. U1-NA uzaklığı; üst kesici dişin labial yüzeyinin en ön noktasının NA doğrusuna dik uzaklığıdır.
2. L1-NB uzaklığı; alt kesici dişin labial yüzeyinin en ön noktasının NB doğrusuna dik uzaklığıdır.
3. Üst Dudak Protrüzyonu; Labiale superior noktasının, S doğrusuna en yakın mesafesidir.
4. Alt dudak protrüzyonu; Labiale inferior noktasının, S doğrusuna en yakın mesafesidir.
5. Overjet; Alt ve üst santral dişlerin insizal kenarları arasındaki uzaklığın oklüzal düzlem üzerindeki ölçümüdür.
6. Overbite; Alt ve üst santral dişlerin insizal kenarları arasındaki uzaklığın oklüzal düzleme göre dik yöndeki ölçümüdür.
7. Wits değeri; A ve B noktalarından oklüzal düzleme indirilen dikmeler ile oluşan iki nokta arasındaki mesafedir.
8. Arka yüz yüksekliği; Sella ve Gonion noktaları arasındaki mesafedir.
9. Ön yüz yüksekliği; Nasion ve Menton noktaları arasındaki mesafedir.



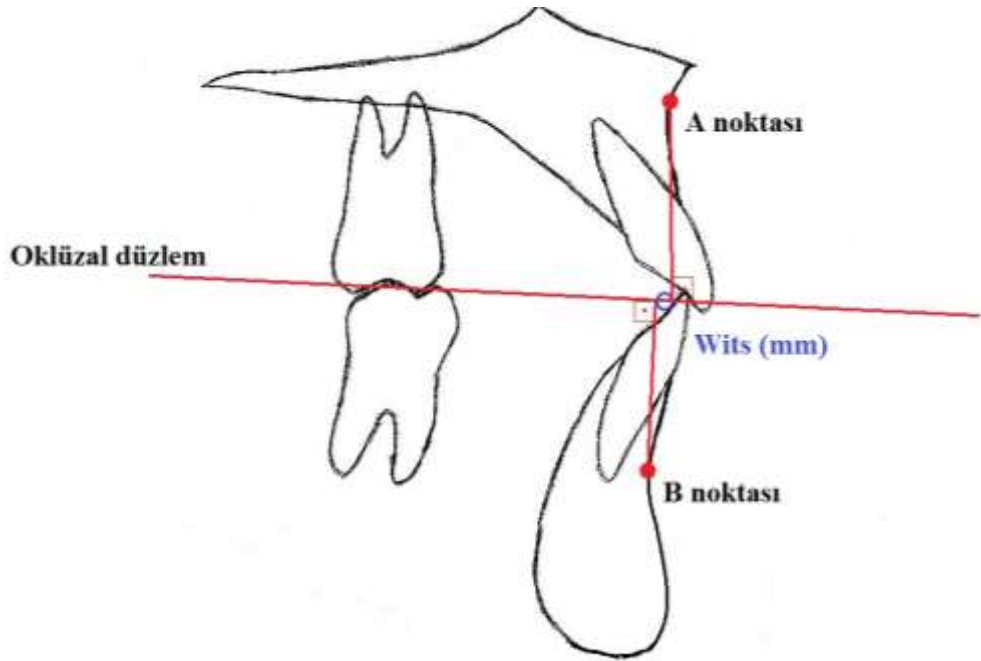
Şekil 6. U1-NA ve L1-NB uzaklığı.



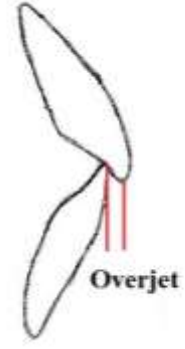
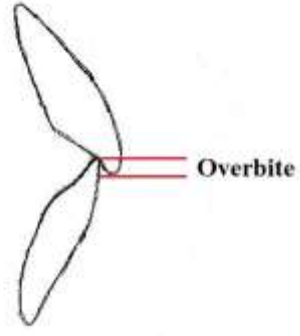
Şekil 7. Arka ve ön yüz yüksekliği.



Şekil 8. Üst ve alt dudak protrüzyonu.



Şekil 9. Wits değeri.



Şekil 10. Overjet ve Overbite.



4. BULGULAR

4.1. Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen 300 radyografi içinden rasgele seçilen 75 film hem elle hem de Nemoceph çizim yöntemi ile 1 ay sonra aynı araştırmacı tarafından tekrar değerlendirilmiştir. Test-tekrar test yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 1’de yer almaktadır. Bu tablo incelendiğinde; örneklemden rasgele seçilen 75 hastaya ait radyografi üzerinde elle çizim ile yapılan analiz değerlerinin tümünün sınıf içi korelasyon katsayısının 0,923 ile 0,991 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu, Nemoceph çizim yöntemi ile yapılan analiz değerlerinin tümünün sınıf içi korelasyon katsayısının 0,914 ile 0,993 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu saptanmıştır.

4.2. Elle ve Nemoceph Çizim Programı ile Elde Edilen Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması

4.2.1. Çalışmaya dahil edilen radyografiler üzerinde yapılan analizlerin karşılaştırılması

Çalışmaya dahil edilen radyografiler üzerinde gerçekleştirilen geleneksel sefalometrik analiz ve Nemoceph programı ile yapılan sefalometrik çizim değerlerine yönelik analizler Tablo 2’de ifade edilmiştir. Bu tabloya göre; L1-NB° ve Nasolabial açı° değerleri haricindeki diğer tüm ölçümlerin çizim tekniğine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen 300 radyografi üzerinde gerçekleştirilen geleneksel sefalometrik analiz ve Nemoceph programı ile yapılan sefalometrik çizim değerleri arasındaki sınıf içi korelasyon değerleri Tablo 3’de ifade edilmektedir. Bu tablo incelendiğinde; geleneksel analiz yöntemi ve Nemoceph çizim programı ile ölçülen değerlerin Gonial açı° ve Nasolabial açı° haricindeki tümünün sınıf içi korelasyon katsayısının 0,809 ile 0,977 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu, Gonial açı° ve Nasolabial açı° değerlerinin ise sınıf içi korelasyon katsayısının 0,700’den yüksek olduğu ve kabul edilebilir uyumluluğa sahip olduğu saptanmıştır.

Tablo 1. Ölçümcü içi güvenilirlik

	Elle Çizim		Nemoceph Çizim	
	SKK	% 95 GA	SKK	% 95 GA
SNA°	0,987	(0,979 – 0,992)	0,981	(0,970 – 0,988)
SNB°	0,991	(0,986 – 0,994)	0,991	(0,986 – 0,994)
ANB°	0,955	(0,929 – 0,972)	0,950	(0,921 – 0,969)
Wits (mm)	0,986	(0,978 – 0,991)	0,993	(0,989 – 0,995)
SGo (mm)	0,987	(0,980 – 0,992)	0,989	(0,982 – 0,993)
NMe (mm)	0,982	(0,972 – 0,989)	0,978	(0,966 – 0,986)
Saddle açısı°	0,975	(0,960 – 0,984)	0,963	(0,942 – 0,977)
Artiküler açısı°	0,929	(0,887 – 0,955)	0,955	(0,929 – 0,972)
Gonial açısı°	0,959	(0,936 – 0,974)	0,914	(0,864 – 0,946)
SN-GoGn°	0,977	(0,963 – 0,985)	0,989	(0,983 – 0,993)
Max.D-Mand.D°	0,986	(0,977 – 0,991)	0,988	(0,980 – 0,992)
SN-Max.D°	0,977	(0,963 – 0,985)	0,979	(0,967 – 0,987)
U1-Max.D°	0,961	(0,944 – 0,978)	0,985	(0,976 – 0,990)
U1-NA°	0,976	(0,963 – 0,985)	0,992	(0,987 – 0,995)
U1-NA (mm)	0,941	(0,907 – 0,963)	0,961	(0,939 – 0,976)
IMPA°	0,985	(0,976 – 0,991)	0,986	(0,977 – 0,991)
L1-NB°	0,981	(0,970 – 0,988)	0,985	(0,976 – 0,990)
L1-NB (mm)	0,968	(0,949 – 0,980)	0,983	(0,973 – 0,989)
SN-OkI.D°	0,977	(0,963 – 0,986)	0,981	(0,971 – 0,988)
Overjet (mm)	0,974	(0,959 – 0,984)	0,992	(0,987 – 0,995)
Overbite (mm)	0,981	(0,970 – 0,988)	0,978	(0,965 – 0,986)
U1-L1°	0,978	(0,964 – 0,986)	0,985	(0,977 – 0,991)
Üst Dudak Prot. (mm)	0,951	(0,921 – 0,969)	0,982	(0,971 – 0,988)
Alt Dudak Prot. (mm)	0,980	(0,969 – 0,988)	0,983	(0,973 – 0,989)
Nasolabial Açısı°	0,923	(0,878 – 0,952)	0,959	(0,935 – 0,974)

Tablo 2. Elle ölçüm ve Nemoceph çizim programı ile yapılan ölçümlerin karşılaştırılması.

	Elle Çizim	Nemoceph Çizim	E / N
	Ortalama±SD	Ortalama±SD	p
SNA°	78,38±4,10	78,86±3,74	0,000
SNB°	75,71±3,84	76,00±3,67	0,000
ANB°	2,67±2,46	2,82±2,34	0,027
Wits (mm)	0,11±3,34	0,73±3,32	0,000
SGo (mm)	72,55±5,69	73,95±5,61	0,000
NMe (mm)	113,52±7,09	112,96±6,99	0,000
Saddle açısı°	125,18±6,28	127,75±5,78	0,000
Artiküler açı°	144,65±7,03	142,25±7,70	0,000
Gonial açı°	125,48±8,90	124,69±8,08	0,000
SN-GoGn°	33,22±5,41	33,84±5,27	0,000
Max.D-Mand.D°	25,99±5,07	24,06±4,96	0,000
SN-Max.D°	10,36±3,44	9,82±3,22	0,000
U1-Max.D°	113,33±8,17	110,68±7,70	0,000
U1-NA°	24,85±7,83	22,02±7,64	0,000
U1-NA (mm)	6,29±2,34	4,76±2,62	0,000
IMPA°	95,13±7,32	95,52±7,68	0,015
L1-NB°	26,26±6,35	26,51±6,49	0,061*
L1-NB (mm)	5,66±2,13	4,94±2,33	0,000
SN-Max.D°	18,24±4,41	17,25±4,30	0,000
Overjet (mm)	3,07±2,28	3,80±3,30	0,000
Overbite (mm)	2,81±2,00	2,34±1,91	0,000
U1-L1°	126,24±10,78	128,59±10,77	0,000
Üst Dudak Prot. (mm)	-1,21±2,11	-1,45±2,14	0,000
Alt Dudak Prot. (mm)	0,04±2,36	-1,41±2,44	0,000
Nasolabial Açı°	108,69±10,35	108,84±10,48	0,777*

* p>0.05

Tablo 3. Elle ölçüm ve Nemoceph çizim programı ile elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında sınıf içi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

	Elle Çizim / Nemoceph Çizim		
	SKK	% 95 GA	Değişim Katsayısı
SNA°	0,955	(0,944 - 0,964)	2,1
SNB°	0,974	(0,967 - 0,979)	1,6
ANB°	0,941	(0,926 - 0,953)	42,4*
Wits (mm)	0,942	(0,927 - 0,953)	180,6*
SGo (mm)	0,966	(0,957 - 0,973)	2,8
NMe (mm)	0,974	(0,967 - 0,979)	2,0
Saddle açısı°	0,909	(0,886 - 0,927)	2,8
Artiküler açı°	0,809	(0,761 - 0,848)	4,1
Gonial açı°	0,751	(0,687 - 0,801)	3,6
SN-GoGn°	0,977	(0,972 - 0,982)	4,9
Max.D-Mand.D°	0,975	(0,969 - 0,980)	6,5*
SN-Max.D°	0,952	(0,940 - 0,962)	16,4*
U1-Max.D°	0,955	(0,943 - 0,964)	3,0
U1-NA°	0,938	(0,923 - 0,951)	29,5*
U1-NA (mm)	0,884	(0,855 - 0,908)	74,6*
IMPA°	0,966	(0,957 - 0,973)	2,9
L1-NB°	0,966	(0,957 - 0,973)	10,1*
L1-NB (mm)	0,972	(0,965 - 0,978)	59*
SN-Okl.D°	0,953	(0,941 - 0,963)	12,0*
Overjet (mm)	0,975	(0,968 - 0,980)	30,6*
Overbite (mm)	0,966	(0,958 - 0,973)	64,5*
U1-L1°	0,969	(0,961 - 0,975)	3,0
Üst Dudak Prot. (mm)	0,923	(0,903 - 0,938)	209,7*
Alt Dudak Prot. (mm)	0,954	(0,942 - 0,963)	102,7*
Nasolabial Açısı°	0,780	(0,724 - 0,824)	8,0*

* Değişim Oranı > %5

5. TARTIŞMA

Sefalometrik radyografiler, büyümenin incelenmesinde, maloklüzyonların teşhisinde, tedavinin takip ve sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, sefalometrik filmlerin, çizimi ve analizlerin uygulanmasında dijital sistemlerin kullanımının artmasını sağlamıştır (11). Ayrıca bilgisayar sistemleriyle, büyümesi devam eden bireylerde ve ortognatik cerrahi planlanan vakalarda görülebilecek değişimlerle ilgili tahminler yapılabilmektedir. Maksillofasiyal cerrahi simülasyon sistemleriyle, postoperatif sert ve yumuşak doku şekillendirilmesinin öngörüsü başarılı ile yapılabilmektedir (73).

Dijital görüntüleme, konvansiyonel radyografilere göre çeşitli avantajlar sunmaktadır. Verilerin işleme süreci daha hızlıdır, radyasyon dozu %30 azaltılmıştır, film elde etme sürecinde oluşan hatalar ve film işleme süreci olmadığı için, kimyasal ve çevresel riskler elimine edilmiştir. Ayrıca bu görüntüler üzerinde ekspozür hataları düzeltilbilir ve landmark tanımlanmasında daha kesin sonuçlar elde etmek için farklı teknikler kullanılarak görüntü iyileştirilebilir. Dijital görüntülerin depolanması, geleneksel analog filmlerden daha kolaydır. Ek olarak, sefalometrik görüntünün dijital olarak çizilip analizinin yapılabildiği birçok farklı yazılım bulunmaktadır (39).

Sefalometrik analizlerin doğru bir şekilde yapılması temeldir, bu sayede klinisyen, mevcut durumu teşhis edip, çeşitli tedavi seçeneklerini ve sonuçlarını hastaya sunabilir. Son dönemlere kadar, konvansiyonel çizim tekniği, sefalometrik analizin doğru bir şekilde yapılmasında en iyi metot olarak kabul edilmiştir. Günümüzde, bilgisayar yazılım programlarının yaygın bir şekilde kullanılmasıyla, konvansiyonel teknikle karşılaştırma ve tutarlılıklarını değerlendirme ihtiyacı oluşmuştur. Mevcut çalışmalar dijital ve konvansiyonel çizim tekniklerini güvenilirlik (aynı objenin iki ölçümü arasındaki uyum) ve tekrar edilebilirlik (iki metodun iki ölçümü arasındaki uyum) açısından karşılaştırmışlardır (67).

Güvenilirlik, ölçümlerin sürekli olarak tekrar edilebilir olması anlamına gelmektedir. Maloklüzyon gibi düzensizliklerin ya da hastalıkların teşhisinde kullanılan çeşitli teknolojilerin güvenilirliğinin yüksek olması gerekir (74).

Seçilen yöntemin manuel mi yoksa dijital mi olduğuna bakılmaksızın, doğruluk, kesinlik ve yüksek tekrar edilebilirlik oranının elde edilmesi açısından, hem analiz hem de çizim aşamalarında hataların en az seviyede tutulması gereklidir (58).

Konvansiyonel sefalometrik analiz çalışmalarında, hataların temel kaynaklarının magnifikasyon, çizim, ölçüm, kayıt ve landmark tanımlanması olduğu rapor edilmiştir (39, 40, 43).

Analizde yapılan hataların majör kaynağı olarak görülen landmark tanımlaması, operatör deneyiminden büyük oranda etkilenmektedir. İki farklı araştırmacı tarafından yapılan analizler arasındaki hata oranı, genelde, tek araştırmacının yaptığı analizdeki hata oranından daha yüksektir (17). Çalışmamızda, hataları en az seviyeye indirmek amacıyla, tüm landmark tanımlamaları, çizimler ve ölçümler tek bir araştırmacı tarafından uygulanmıştır.

Daha önceki çalışmalar landmark tanımlanmasını değerlendirirken, son zamanlarda yapılan çalışmalar sefalometrik ölçümlere odaklanmıştır (6, 16). Santoro ve arkadaşlarına (2006) göre, dijital sefalometrilereki doğruluğu değerlendirmek için yapılan incelemelerde, hataların kaynağı olarak görülen landmark tanımlanması yerine ölçümler kullanılmalıdır (8). Çalışmamızda landmark tanımlanması yerine, sefalometrik çizim sonucu elde edilen ve tedavi planlaması için kullanılan ölçümler tercih edilmiştir.

Çoğu araştırmada, sefalometrik filmlerin taranarak dijital formata aktarıldığı bilgisayar programlarıyla, çizim metotları değerlendirilmiştir. Röntgen filmlerinin taranması görüntüde distorsiyonlara sebep olabilir. Bruntz ve arkadaşları (2006), analog film dijital formata dönüştürmek için taranırken vertikal ve horizontal distorsiyonlar oluştuğunu bulmuşlardır. Bu fark vertikal ölçümlerde 0,3 mm kadar bulunmuştur. Horizontal ölçümlerde distorsiyon miktarı 0,7 mm ile 0,9 mm arasında değişmektedir. Ancak yapılan karşılaştırmalarda, orijinal sefalogramlarda ve dijital çıktılarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (59). Bu çalışmaya göre, distorsiyonun boyutsal ölçümleri olumsuz etkilediği ve çalışmada anlamlı bir istatistiksel fark oluşturabileceği yorumu yapılabilir.

Günümüzde, ortodonti kliniklerinde dijital sefalometrilere kullanımını ve görüntülerin bilgisayar veri tabanına direkt transferi yaygın hale gelmiştir. Ancak,

dijital ve konvansiyonel radyografileri aynı anda elde etmek için 'sandviç tekniğini' kullanmak mümkün değildir. Art arda analog ve dijital radyografi almak, radyasyon dozunu artıracığı için etik olmayacak ve kafa pozisyonundaki muhtemel değişiklik dolayısıyla teknik olarak eşit sonuçlar alınamayacaktır (59). Mevcut çalışmalarda, elle çizim, dijital radyografilerin 1:1 oranda yüksek çözünürlükte çıktıları alınarak uygulanmıştır. Çalışmamızda kullanılan radyografilerin tümü direkt dijital radyografilerdir. Elle çizim yapılabilmesi için çıktıları alınmıştır. Dijital görüntünün çıktısının alınması aşamasında, hafif genişlemeler gözlenmesine rağmen, farklılıklar minimaldir.

Sefalometrik ölçümlerin doğruluğunun objektif ve nicel olarak değerlendirilmesi için büyük örnek sayıları temeldir. Benzer çalışmalarda örnek sayısı genellikle 100'ü geçmemektedir (11, 17, 49, 64, 75). Çalışmamızda kullanılan sefalometrik röntgen sayısı, sonuçların güvenilirliğini artırmak için yüksek tutulmuştur. Örnekler toplanırken, kraniyofasiyal defekt, kalın yumuşak doku ve gömülü diş gibi landmark tanımlanmasını engelleyecek değişkenler çalışmadan çıkarılmıştır. Cinsiyet ve kronolojik ya da iskeletsel yaş ayrımı uygulanmamıştır.

Sefalometrik çizim aşamasında hataları elimine etmek için, ölçümler, tanımlanması kolay landmarklar seçilerek yapılabilir. Mevcut diğer çalışmaların sonuçlarına göre lineer parametrelerdeki ölçüm farklılıkları açısal ölçümlerden daha fazladır. Ayrıca kalibrasyonun yapılmaması değerlerde farklı sonuçlar elde edilmesine neden olabilir (11, 66). Çalışmamızda her iki metotta da görüntüler üzerindeki cetvel ile kalibrasyon yapılmıştır.

Yapılan araştırmalarda kullanılan yöntemlerin daha iyi değerlendirilmesi için birden fazla parametrenin kullanılması tavsiye edilmektedir (76).

Power ve arkadaşları (67) çalışmalarında 8 adet ölçüm incelemişler, Chen ve arkadaşları (11) 19 adet ve Turner ve arkadaşlarının (56) ise 12 ölçümden oluşan çalışması bulunmaktadır. Geleen ve arkadaşlarının (12) 21 anatomik noktadan oluşan ölçümleri kullanarak yaptığı bir araştırması bulunmaktadır. 2007 yılında Sayınsu ve arkadaşları (17) 30 adet lateral sefalometrik radyografi üzerinde 9 dişsel, 21 iskeletsel ve 3 yumuşak dokuda olmak üzere toplam 33 adet ölçüm, Naoumova (49) ise 25 adet anatomik nokta ile ölçüm yapmıştır. Polat-Özsoy ve arkadaşları (75) 2009 yılındaki araştırmalarında 26 adet anatomik noktayı kullanarak ölçüm yapmışlardır.

Çalışmamız sıklıkla kullanılan 12 iskeletsel, 10 dişsel ve 3 yumuşak doku parametresinden oluşmaktadır.

İşeri ve arkadaşları geleneksel yöntem ile bilgisayar yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında iki yöntemin tekrar edilebilirlik katsayısını değerlendirmişler ve tüm parametrelerin istatistiksel olarak önemli düzeyde tekrarlanabilir olduğunu ortaya koymuşlardır (77). Buna karşın, Sarı ve arkadaşlarının Quick Ceph programı, Joe Digitizer ve elle çizim tekniğini karşılaştırdıkları çalışmalarında Porion ve Orbitale noktalarının oluşturduğu Frankfurt düzlemi ve Nasolabial açıda önemli farklılıklar tespit etmişlerdir (78). Diğer çalışmalar, çizim metotları arasında, keser pozisyonları ve keser açılarıyla ilgili ölçümlerin zorluklarında bahsetmişlerdir (43).

Sekiguchi ve Savara, Nasofrontal suturun net bir şekilde görülmediği durumlarda Nasion noktasının tanımlanmasının zor olacağını göstermişlerdir. Ayrıca, Posterior Nasal Spina (PNS) ve Anterior Nasal Spina (ANS) noktalarının belirlenmesindeki hatalardan söz etmişlerdir. Bununla birlikte, oklüzal düzlem belirlenirken molarların kapanış farkları arasındaki süperpozisyonu nedeniyle hatalar olabileceğini belirtmişlerdir ve Overbite ölçümünün tekrarlama katsayısının düşük olmasını bu duruma bağlamışlardır (79).

Santoro ve ark. ve Chen ve ark., Gonion noktasının tanımlanmasının, kötü belirlenmiş anatomik sınırlar, çift görüntü ve mid sagittal düzlemden uzak bir lokalizasyon nedeniyle zor olduğunu vurgulamışlardır (8, 11).

Elle çizim tekniğinde, farklı referans düzlemler oluşturularak elde edilen Gonion, Gnation gibi noktalar ve kurvatürün en derin noktası referans alınarak belirlenen Nasolabial açı gibi ölçümler farklı sonuçlar verebilmektedir (11). Bu çalışmalarla uyumlu olarak, bizim çalışmamızda da Gonial açı° ve Nasolabial açı° haricindeki tüm ölçümlerin sınıf içi korelasyon katsayısının 0,809 ile 0,977 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu, Gonial açı° ve Nasolabial açı° değerlerinin ise sınıf içi korelasyon katsayısının sırasıyla 0,751 ve 0,780 olduğu ve kabul edilebilir uyumluluğa sahip olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Yokluk hipotezi, Gonial açı° ve Nasolabial açı° değerleri için kabul edilmiştir, diğer tüm ölçümler için reddedilmiştir.

Açısal ve doğrusal ölçümlerde araştırmacı içi hataların(güvenirlilik) belirlenmesinde sınıf içi korelasyon katsayısı ‘SKK’ (Test-tekrar test yöntemi) kullanılmıştır. Konvansiyonel ve dijital çizim yöntemlerinde tekrarlanan ölçümler arasında SKK; sırasıyla, 0,923 ile 0,991 ve 0,914 ile 0,993 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar, çalışmacının ölçümleri doğru bir şekilde tekrarlamakta zorlanmadığını ve landmarkların her bir metotta kolayca tanımlanabildiğini göstermektedir. Bu bulgular, ölçümlerde yüksek güvenilirlik gösteren daha önceki çalışmalarla uyumludur (8, 11, 12, 49).

Santoro ve arkadaşlarının 2006 yılında yayınlanan çalışmalarında, geleneksel yöntem ve Dolphin sefalometrik çizim programı karşılaştırılmıştır. Yöntemlerin tekrar edilebilirliği diğer çalışmalarda olduğu gibi yüksek bulunurken, metotlar karşılaştırıldığında ise ölçümlenen 13 parametrenin 6’sında istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. Araştırmacı, klinik olarak bu farklılığın öneminin az olduğunu bildirmiştir (8).

Bruntz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, orijinal radyografik film, dijital görüntü ve görüntünün film olarak yeniden çıkarılması ile elde edilen röntgenler üzerinde, elle çizim ve dijital çizim (Dolphin Imaging Software) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Orijinal filmler ve dijital görüntüleri arasında Frankfort horizontal(FH)- oklüzal düzlem, U1- FH, fasiyal düzlem, y-aksı açısı, FMA, FH-NA ölçümlerinde, dijital görüntü ve çıktıları karşılaştırıldığında ise y-aksı açısı, FMA ve FH-NA ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Ancak bu farklılıkların, klinik olarak anlamlı fark oluşturmadığını belirtmişlerdir (59).

Sayınso ve arkadaşlarının 30 sefalometrik radyografi üzerinde, toplamda 33 sefalometrik ölçüm yaptıkları çalışmalarında, gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik oldukça yüksek bulunmuştur. Rutin kullanım ve bilimsel çalışma amacıyla bilgisayarlı sefalometrik çizim programlarının tercih edilebileceği belirtilmiştir (17).

Polat-Özsoy ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada, direkt dijital radyografiler ve radyografilerin çıktıları üzerinde bilgisayarlı sefalometrik analiz programlarının ve geleneksel yöntemin tekrar edilebilirliği ve güvenilirliği değerlendirilmiştir. Özellikle Cd, Gn, Go, Po, ANS, L1 Apeks ve Me ile ilgili sefalometrik ölçümlerde metotlar arasında istatistiksel fark bulmuşlardır. Çelik ve

arkadaşları çalışmalarında, elle çizim ve 2 farklı dijital çizim (Vistadent 2.1 AT ve Jiffy Orthodontic Evaluation (JOE)) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Nasolabial açısı, ANS-Me, APFH, L1-NB, Nperp-Pog, Go-Me ve U1-NA ölçümlerinde fark bulmuşlardır. Ancak bilgisayarlı sefalometrik analizlerin kullanıcı dostu ve zaman kazandırıcı özellikleri dolayısıyla geleneksel sefalometrik analiz yöntemine göre tercih edilebileceğini belirtmişlerdir (58, 75).

Naoumova ve Lindman yaptıkları çalışmada, radyografik filmler ve filmlerin taranmış görüntüleri ile elle çizim ve dijital çizim (FACAD®) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Genel olarak, dijital sefalometrik ölçümlerde daha büyük değişkenlik bulmuşlardır. İki metot arasında Gn', Li, Si, ve Li - Li ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır ancak klinik olarak kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir (49).

Uysal ve arkadaşları çalışmalarında, radyografik filmler ve filmlerin taranmış görüntüleri ile elle çizim ve dijital çizim (Dolphin Imaging Software) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacı içi tekrar edilebilirlik yüksek olduğu halde, metotlar karşılaştırıldığında Na[⊥]A, Na[⊥]Pog, ve U1-NA ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır. Bilgisayar destekli çizim programlarının analizde hataları artırmadığını ve geleneksel yöntemle göre süre avantajı sağladığı için klinisyenler için faydalı olacağını öne sürmüşlerdir (80).

Chen ve arkadaşları, dijitize edilmiş ve konvansiyonel radyografilerle yaptıkları çalışmada tüm iskeletsel ve dental ölçümlerde anlamlı farklılık bulmuşlardır. Bu farklılıklar landmark tanımlanmasıyla açıklanmıştır (11).

Çalışmamızda tüm radyografiler karşılaştırıldığında, konvansiyonel ve dijital yöntemler arasında L1-NB° ve Nasolabial açısı değerleri haricindeki diğer tüm ölçümlerin çizim tekniğine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği saptanmıştır. Her iki metotta gözlemci içi tekrar edilebilirlik (güvenilirlik) yüksek olmasına rağmen, konvansiyonel ve dijital değerlerdeki uyumsuzluklar bazı anatomik yapıların çıktısı alınmış görüntü üzerinde farklı yorumlanmasından kaynaklanabilir. Dijital çizim yöntemleri görüntünün iyileştirilmesiyle bazı landmarkların daha net belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca elle çizim metodunda bazı noktalar referans düzlemler oluşturularak belirlenebilirken, dijital çizimde bu mümkün olmamaktadır.

Gregston ve arkadaşları, ortodontide, tedavi kararı ve sınıflamalarda kullanılan pek çok parametrede 2° ya da 2 mm'lik değişimin klinik olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını vurgulamışlardır (13). Tablo 2 incelendiğinde, her iki metotla elde edilen ölçümlerin ortalamalarına baktığımızda, aradaki farkın parametrelerin çoğunda minimal olduğu ve 2° ya da 2 mm'den küçük olduğu görülmektedir.



6. SONUÇLAR

Sefalometrik radyografiler üzerinde, geleneksel çizim yöntemi (el ile çizim) ile Nemoceph Dental Studio NX Pro 10.4.2 analiz programını karşılaştırdığımız ve gözlemci içi tekrar edilebilirliğini değerlendirdiğimiz çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar aşağıdaki gibidir:

1. Konvansiyonel ve dijital sefalometrik analiz metotlarının her ikisinde de yüksek güvenilirlik bulunmuştur.
2. Dijital çizim ile elle çizim metotları arasında parametrelerin çoğunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ancak bu fark klinik olarak kabul edilebilirdir.

7. KAYNAKLAR

1. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements: 2. Conventional angular and linear measures. *American journal of orthodontics*. 1971;60(5):505-17.
2. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *The Angle Orthodontist*. 1931;1(2):45-66.
3. Brodie AG. On the growth pattern of the human head. From the third month to the eighth year of life. *Developmental Dynamics*. 1941;68(2):209-62.
4. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics: the first fifty years. *The Angle Orthodontist*. 1981;51(2):115-50.
5. Steiner CC. The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment: report of a case. *American journal of orthodontics*. 1960;46(10):721-35.
6. Sandler P. Reproducibility of cephalometric measurements. *British journal of orthodontics*. 1988;15(2):105-10.
7. Cohen A. Uncertainty in cephalometrics. *British journal of orthodontics*. 1984;11(1):44-8.
8. Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(3):345-51.
9. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. *Journal of Orthodontics*. 2002;29(1):66-9.
10. Carlos Quintero J, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(6):491-506.
11. Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *The Angle orthodontist*. 2000;70(5):387-92.

12. Geelen W, Wenzel A, Gotfredsen E, Kruger M, Hansson L. Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. *The European Journal of Orthodontics*. 1998;20(3):331-40.
13. Gregston MD, Kula T, Hardman P, Glaros A, Kula K, editors. A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: I. hard tissue. *Seminars in Orthodontics*; 2004: Elsevier.
14. Macri V, Wenzel A. Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. *The European Journal of Orthodontics*. 1993;15(2):137-48.
15. Nimkarn Y, Miles P. Reliability of computer-generated cephalometrics. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*. 1995;10(1):43-52.
16. Ongkosuwito E, Katsaros C, Van't Hof M, Bodegom J, Kuijpers-Jagtman A. The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *The European Journal of Orthodontics*. 2002;24(6):655-65.
17. Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *The European Journal of Orthodontics*. 2007;29(1):105-8.
18. Forsyth D, Shaw W, Richmond S, Roberts C. Digital imaging of cephalometric radiographs, part 2: image quality. *The Angle Orthodontist*. 1996;66(1):43-50.
19. Jackson P, Dickson G, Birnie D. Digital image processing of cephalometric radiographs: a preliminary report. *British Journal of Orthodontics*. 1985;12(3):122-32.
20. Ülgen M. *Ortodonti: anomaliler, sefalometri, etoloji, büyüme ve gelişim, tanı*: Yeditepe Üniversitesi; 2000.
21. Athanasiou AE. Orthodontic cephalometry. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(4):458-.
22. Raper HR. Notes on the early history of radiodontia: With special attention to its relation to the Indiana university school of dentistry. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1953;6(1):70-81.

23. Allen WI. Historical aspects of roentgenographic cephalometry. *American Journal of Orthodontics*. 1963;49(6):451-9.
24. Jacobson A, Jacobson RL, Rushton V. *Radiographic Cephalometry: From Basics to 3-D Imaging, (Book/CD-ROM set)*2007.
25. Björk A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application. *American Journal of Physical Anthropology*. 1968;29(2):243-54.
26. Tweed CH. The Frankfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning, and prognosis. *American journal of orthodontics and oral surgery*. 1946;32(4):175-230.
27. Margolis HI. A basic facial pattern and its application in clinical orthodontics. I. The maxillofacial triangle. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*. 1947;33(10):631-41.
28. Downs WB. Variations in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *American journal of orthodontics*. 1948;34(10):812-40.
29. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*. 1953;39(10):729-55.
30. Sassouni V. Diagnosis and treatment planning via roentgenographic cephalometry. *American Journal of Orthodontics*. 1958;44(6):433-63.
31. Ricketts RM. A principle of arcial growth of the mandible. *The Angle Orthodontist*. 1972;42(4):368-86.
32. Holdaway RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. *American journal of orthodontics*. 1983;84(1):1-28.
33. McNamara JA. A method of cephalometric evaluation. *American journal of orthodontics*. 1984;86(6):449-69.
34. 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.

35. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 1993.
36. Phulari B. An atlas on cephalometric landmarks: JP Medical Ltd; 2013.
37. Engel MB, Bronstein I, Brodie AG, Wesoke P. IX. A Roentgenographic Cephalometric Appraisal of Untreated and Treated Hypothyroidism. American Journal of Diseases of Children. 1941;61(6):1193-214.
38. Hatton M, Grainger R. Reliability of measurements from cephalograms at the Burlington Orthodontic Research Centre. Journal of dental research. 1958;37(5):853-9.
39. Houston W. The analysis of errors in orthodontic measurements. American journal of orthodontics. 1983;83(5):382-90.
40. Houston W, Maher R, McElroy D, Sherriff M. Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. The European Journal of Orthodontics. 1986;8(3):149-51.
41. BERGERSEN EO. Enlargement and distortion in cephalometric radiography: compensation tables for linear measurements. The Angle Orthodontist. 1980;50(3):230-44.
42. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2004;126(4):397-409.
43. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements: 1. Landmark identification. American journal of orthodontics. 1971;60(2):111-27.
44. Midtgård J, Björk G, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. The Angle Orthodontist. 1974;44(1):56-61.
45. Harırlı A, Akgül HM, Dağistan S. Dişhekimliği radyolojisi. 2006.
46. Versteeg C, Sanderink G, Van Der Stelt P. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. Journal of dentistry. 1997;25(3-4):215-24.

47. Whaites E, Drage N. Essentials of dental radiography and radiology: Elsevier Health Sciences; 2013.
48. Forsyth D, Shaw W, Richmond S. Digital imaging of cephalometric radiography, part 1: advantages and limitations of digital imaging. *The Angle Orthodontist*. 1996;66(1):37-42.
49. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(3):247-53.
50. Näslund E, Kruger M, Petersson A, Hansen K. Analysis of low-dose digital lateral cephalometric radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1998;27(3):136-9.
51. Goaz PW, White SC. Oral radiology. Principles and interpretation. 1987;3:387-94.
52. Melsen B, Baumrind S. Clinical research applications of cephalometry. *Orthodontic cephalometry* Mosby-Wolfe, St Louis. 1995:181-202.
53. Seki K, Okano T. Exposure reduction in cephalography with a digital photostimulable phosphor imaging system. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1993;22(3):127-30.
54. Ricketts RM. Cephalometric analysis and synthesis. *The Angle Orthodontist*. 1961;31(3):141-56.
55. Rudolph D, Sinclair P, Coggins J. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998;113(2):173-9.
56. Weerakone S. An evaluation of the reproducibility of landmark identification using scanned cephalometric images. *Journal of Orthodontics*. 2001;28:221-9.
57. İşman O. İki Farklı Sefalometrik Çizim ve Analiz Tekniğinin Sert ve Yumuşak Doku Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması [doktora tezi]: yeditepe üniversitesi; 2010.
58. Celik E, Polat-Ozsoy O, Toygar Memikoglu TU. Comparison of cephalometric measurements with digital versus conventional cephalometric analysis. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(3):241-6.

59. Bruntz LQ, Palomo JM, Baden S, Hans MG. A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(3):340-8.
60. Ferreira JTL, Telles CdS. Evaluation of the reliability of computerized profile cephalometric analysis. *Brazilian dental journal*. 2002;13(3):201-4.
61. Gerbo L, Poulton D, Covell D, Russell C. A comparison of a computer-based orthognathic surgery prediction system to postsurgical results. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*. 1997;12(1):55-63.
62. Loh S, Heng J, Ward-Booth P, Winchester L, McDonald F. A radiographic analysis of computer prediction in conjunction with orthognathic surgery. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2001;30(4):259-63.
63. Loh S, Yow M. Computer prediction of hard tissue profiles in orthognathic surgery. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*. 2002;17(4):342-7.
64. Gravely J, Benzies PM. The clinical significance of tracing error in cephalometry. *British Journal of Orthodontics*. 1974;1(3):95-101.
65. Liu J-K, Chen Y-T, Cheng K-S. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;118(5):535-40.
66. Chen Y-J, Chen S-K, Chung-Chen Yao J, Chang H-F. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *The Angle orthodontist*. 2004;74(2):155-61.
67. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin Imaging Software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2005;34(6):619-26.
68. Chate R. A cephalometric appraisal of xeroradiography. *American journal of orthodontics*. 1980;77(5):547-67.
69. Hurst RV, Schwaninger B, Shaye R. Interobserver reliability in xeroradiographic cephalometry. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1979;75(2):179-83.

70. Copley RL, Glaze SA, Bushong SC, West DC. Patient radiation dose in conventional and xerographic cephalography. *American journal of orthodontics*. 1979;76(5):505-10.
71. Cohen A, Ip H-S, Linney A. A preliminary study of computer recognition and identification of skeletal landmarks as a new method of cephalometric analysis. *British journal of orthodontics*. 1984;11(3):143-54.
72. Oliver RG. Cephalometric analysis comparing five different methods. *British Journal of orthodontics*. 1991;18(4):277-83.
73. Smith JD, Thomas PM, Proffit WR. A comparison of current prediction imaging programs. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2004;125(5):527-36.
74. Kublashvili T, Kula K, Glaros A, Hardman P, Kula T, editors. A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: II. Soft tissue. *Seminars in Orthodontics*; 2004: Elsevier.
75. Polat-Ozsoy O, Gokcelik A, Toygar Memikoglu TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(3):254-9.
76. Hagemann K, Vollmer D, Niegel T, Ehmer U, Reuter I. Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral headfilms. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2000;61(2):91-9.
77. İşeri H, Açıkbaş A, Yılmaz O. Bilgisayar metodu ve geleneksel metod ile yapılan sefalometrik ölçümlerin hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve zaman açısından değerlendirilmesi. *Türk Ortod Derg* 1992;5: 1-6.
78. Sarı Z, Başçiftçi FA, Uysal T, Malkoç S. Üç farklı sefalometrik film çizim yönteminde araştırmacılar ve tekniklerin karşılaştırılması. *Türk Ortod Derg* 2002;15(2):99-107.
79. Sekiguchi T, Savara BS. Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. *American journal of orthodontics*. 1972;61(6):603-18.

80. Uysal T, Baysal A, Yagci A. Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(5):523-8.



8. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



ETİK KURULUN ADI	Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
ADRES	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Ara Kat 41380 Umuttepe Yerleşkesi /KOCAELİ
TELEFON	0262 303 74 50
FAKS	0262 303 74 63
E-POSTA	etikkurul@kocaeli.edu.tr

Başvuru Bilgileri	Araştırmanın Açık Adı	Sefalometrik Radyografların Analizlerinde Kullanılan Dijital ve Manuel Metotların Karşılaştırılması			
	Araştırma Proje Numarası	KÜ GOKAEK 2018/141			
	Koordinatörün Unvanı/Adı/Soyadı	-			
	Koordinatörün Uzmanlık Alanı	-			
	Sorumlu Araştırmacı Unvanı/Adı/Soyadı	Yrd. Doç. Dr. Fehiye Çakır Ozün			
	Sorumlu Araştırmacının Uzmanlık Alanı	Ortodonti			
	Araştırma Merkezi	Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD			
	Destekleyici	-			
	Araştırmanın Türü	Uzmanlık Tezi			
Araştırmaya Katılan Merkezler	Tek Merkezli	Çok Merkezli	Ulusal	Uluslararası	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Açıklama
	Başvuru dilekçesi			
	Başvuru formu			
	Araştırma protokolü			
	Olgu Rapor Formu			
	Anket formu			
	Biyolojik Materyal Transfer Formu			
	Aydınlatılmış Onam Formu			
	Araştırma Bütçesi			
	Literatür örneği			
	Taahhütname			
	İzin Belgeleri			
	Biyolojik Materyal Transfer Anlaşması			
	Özgeçmişler			
	Sigorta			
Değişiklik Bilgi Formu				
Proje Sonuç Formu				

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar İçin Başvuru Dilekçesi	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayı
	Onay Formu	17.02.2018/KÜGOKAEK/1.1	1/2

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: <u>1016/11.2</u> Proje No: KÜ GOKAEK 2016/141 Tarih <u>11.05.2016</u>
	Yrd. Doç. Dr. Fethiye Çakırak Özlü sorumluluğunda yapılan ve yukarıda bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan Etik Kurul Üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.

ETİK KURUL BİLGİLERİ

ÇALIŞMA ESASI	Hasta Hakları Yönetmeliği (01.08.1998/23420), 6 Mayıs 2014 tarih ve 26994 sayılı Resmî Gazetede ilan edilen Hasta Hakları Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına dair Yönetmelik, Helsinki Bildirgesi (2013), İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu (Kasım 2015), Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokolün Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (10 Mart 2011/6212), Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi: İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesi (4 Nisan 1997), Ek Madde -10 (6 Nisan 2011, 6225) Resmî Gazetede 13.04.2013 tarih ve 28617 sayılı ile yayımlanan Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, 25 Haziran 2014 tarih ve 29041 sayılı Resmî Gazetede ilan edilen İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik
---------------	--

ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI: PROF. DR. KADIR BABAĞLU
ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlgili		Katılım *		İmza
PROF. DR. KADIR BABAĞLU BAŞKAN	ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
PROF. DR. İ. ERDEM OKAY	GENEL CERRAHİ	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
DOÇ. DR. CANAN BAYDEMİR ÜYE	İSTATİSTİK	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
DOÇ. DR. SELCEN GÖÇMEZ ÜYE	FARMAKOLOJİ	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
DOÇ. DR. ÖZLEM YILDIZ GÜNDOĞDU ÜYE	ÇOCUK VE ERGEN RUH SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
DOÇ. DR. HALUK EMRE ÖZEL ÜYE	RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
DOÇ. DR. YUSUFHAN YAZIR ÜYE	HİSTOLOJİ/İREMİB RİYOLOJİ/ARKOK HÜCRE	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
YRD. DOÇ. DR. ASLIHAN AKPINAR RAPORTÖR	TIP TARİHİ VE ETİK	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
YRD. DOÇ. DR. CEYLA ERALDEMİR ÜYE	BİYOKİMYA	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

*.Toplantıda Bulunma

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar için Başvuru Dilekçesi	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayı
	Özay Yılmaz	17.02.2016/KÜGÖEKD/1	3/2

9. ÖZGEÇMİŞ

I. Kişisel Bilgiler

Adı: Ayla

Soyadı: YILMAZ

Doğum Yeri: Arpaçay

Doğum Tarihi: 26.01.1991

Uyruğu: Türkiye Cumhuriyeti

Medeni Hali: Bekar

Adresi: Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
Kozlu/Zonguldak

Tel: 0 (538) 774 9155

E – posta: ayla_ylmaz@hotmail.com

II. Eğitimi

2014 - BEÜ Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

2007 - 2012 İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

2005 - 2007 Dündar Uçar Lisesi

2004- 2005 Altınşehir Lisesi

2003-2004 Zihni Küçük İlköğretim Okulu

2001-2003 Atatürk İlköğretim Okulu

1996-2001 Değirmenköprü Köyü İlkokulu

Yabancı dil: İngilizce

III- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Ortodonti Derneđi

IV. Bilimsel İlgi Alanları

Bilimsel Tebliđ

Özkalaycı Nurhat, Yılmaz Ayla, Makroontik üst daimi kesici dişlere sahip hastanın tedavisi: Vaka raporu, 15. Uluslararası Türk Ortodonti Derneđi Kongresi, P152. Antalya, Türkiye (Ekim 1-5 2016). Poster Tebliđi.

Katıldığı Bilimsel Kongre, Sempozyum ve Toplantılar

1. 15. Uluslararası Türk Ortodonti Derneđi Kongresi. Antalya, Türkiye (Ekim 1-5 2016).
2. Türk Ortodonti Derneđi 12. Bölgesel Toplantısı, Trabzon, Türkiye (Mayıs 22-23 2016).
3. Dr. Andrey Tikhonov – Damon Sistemini Anlamak. Ankara, Türkiye (Ekim 20-21, 2015).