



**T.C.**

**YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**İKİ FARKLI SEFALOMETRİK ÇİZİM VE ANALİZ TEKNİĞİNİN SERT VE**  
**YUMUŞAK DOKU ANALİZ SONUÇLARININ**  
**KARŞILAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Diş hekimi Onuralp İşman**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Tülin Arun**

**İSTANBUL – 2010**

## TEŞEKKÜR

Ortodonti eğitimim sırasında sunmuş olduğu olanaklar ve desteği için Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı Sayın **Prof. Dr. Türker Sandallı**'ya,

Ortodonti eğitimim boyunca bana büyük emeği geçen, bilimsel ve insani açıdan büyük dersler aldığım ve her zaman desteğini hissettiğim değerli hocam ve tez danışmanım Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Tülin Arun**'a,

Tezimin hazırlanmasındaki içten yardımları ve doktora eğitimime yapmış olduğu katkılarından dolayı Sayın **Yrd. Doç. Dr. Derya Germeç Çakan**'a ve **Doç. Dr. Fulya Işık Özdemir**'e,

Doktora eğitimim sırasında bana destek ve yardımcı olan Sayın **Yrd. Doç. Dr. Didem Nalbantgil Özdemir**'e, **Doç. Dr. Korkmaz Sayınsu**'ya ve **Yrd. Doç. Dr. Oğuz Öztoprak**'a,

Tüm yaşamım boyunca bana hep destek olan ve yol gösteren değerli annem **Aynur İşman**, babam **Metin İşman** ve kuzenim **Yrd. Doç. Dr. Eren İşman**'a,

4 yıllık doktora öğrenciliğim boyunca hep yanımda olup, yardımlarını esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarım **Dr. Feyza Ülkür**'e, **Dt. Esen Günay**'a, **Dt. Ayhan Uyanlar**'a ve diğer çalışma arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan canım eşim **Öznur Güven İşman**'a ve sevgili kardeşim **Aliye Çerağ İşman**'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

Sefalometrik radyografiler ilk tanıtıldığından bu yana gerek bilimsel araştırmalarda gerekse klinik ortodontide geniş bir kullanım alanına sahiptir. Lateral sefalometrik radyografiler üzerinde belirlenen sert ve yumuşak dokuların açısai ve doğrusal ölçümlerine dayanan sefalometrik analizler ortodontik tanı, tedavi planlaması ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. Sefalometrik analizler, geleneksel yöntem olarak tanımlanan elle yapılan çizimlerin ölçülmesiyle gerçekleştirilebileceği gibi son yıllarda gelişen teknolojiye bağlı olarak çeşitli bilgisayar programları yardımıyla da yapılabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı; piyasada bulunan iki farklı sefalometrik analiz programının, elle çizim tekniğiyle karşılaştırarak birbirlerine güvenirliliğini saptamaktır.

Araştırmamızda, tedavi olmak üzere kliniğimize başvuran 100 bireyin lateral sefalometrik filmlerinin, geleneksel yöntem ve bilgisayar ortamında iki farklı sefalometrik analiz programı (Dolphin Imaging Version 10.5, Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif, ABD ve Nemoceph Dental Studio NX 2006 Version 6 Dental Analysis & Treatment Planning Software, Nemotech, Madrid, İspanya) kullanılarak yapılan sert ve yumuşak doku ölçümlerinin güvenirliliği, tekrarlanabilirliği ve ölçüm süreleri araştırılmıştır.

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS-PASS istatistiksel yazılım 2007 (329 North 1000 east, Kaysville, Utah 84037, USA) bilgisayar programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerin (ortalama, standart sapma) yanı sıra gözlemci içi ölçüm güvenirliliği belirlemede geleneksel yöntem, Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile elde edilen verilerin karşılaştırılması için iki yönlü sınıfıçı korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Geleneksel yöntemle ölçüm ile Nemoceph ve Dolphin bilgisayar programları kullanılarak yapılan ölçümlerinin güvenirliliğini belirlemede de iki yönlü Sınıfıçı korelasyon katsayısı, mutlak farklar ve yüzde (%) değişkenlik hesaplanmıştır.

Geleneksel yöntem, Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programlarıyla elde edilen ölçümlerin istatistiksel farklılığı eşleştirilmiş t testi kullanılarak incelenmiştir. Dolphin programı ve elle yapılan ölçümler ile Nemoceph ve elle yapılan ölçüm sürelerini karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Sonuçların anlamlılığı ( $p < 0,05$ ) düzeyinde, %95'lik güven aralığında değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, geleneksel yöntem ve bilgisayar programları ile yapılan iskeletsel, dişsel ve yumuşak dokuya ait ölçümler arasında istatistiksel olarak kabul edilebilir düzeyde uyumluluk gözlemlenmiştir. Çizim süreleri karşılaştırıldığında ise geleneksel yöntemin bilgisayarlı yöntemlere göre anlamlı derecede daha uzun sürdüğü bulunmuştur ( $p = 0,0001$ ).

Anahtar kelimeler: Sefalometri, Dolphin, Nemoceph, güvenilirlik, tekrarlanabilirlik.

## **SUMMARY**

### **EVALUATION OF HARD AND SOFT TISSUE OUTCOMES OF TWO DIFFERENT CEPHALOMETRIC TRACING AND ANALYSIS TECHNIQUES**

Since they were introduced, cephalometric radiographies have been widely used both in scientific research and clinical orthodontics. Cephalometric analysis, which is based on angular, linear measurements of hard and soft tissues that are determined on lateral cephalometric radiographies, is an essential technique in orthodontic diagnosis, treatment planning and in evaluating the results of treatment. Recently, cephalometric analysis has been carried out by computer programs as well as by the traditional manual tracing.

The aim of this study was to comparatively evaluate the reproducibility, reliability at speed of cephalometric analysis using two different cephalometric analysis programs with those of hand tracing.

In this study, hard and soft tissue measurements of 100 patients were compared using the traditional method and two different cephalometric analysis programs (Dolphin Imaging Version 10.5, Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif, ABD and Nemoceph Dental Studio NX 2006 Version 6 Dental Analysis & Treatment Planning Software, Nemotech, Madrid, Spain). Speed, reliability and reproducibility properties were evaluated.

Statistical analysis was done using the NCSS-PASS statistical 2007 program (329 North 1000 east, Kaysville, Utah 84037, USA). Two way random intraclass correlation coefficient and 95 % confidence interval were used to determine intra-examiner measurements and conventional and two different computer based cephalometric analysis measurements. The absolute differences and % variability were also calculated. Descriptive statistics was used to summarize the data as mean and standard deviation. Paired t-test was employed in conventional and computer based analysis measurements. One

way ANOVA was used to compare the tracing times of the conventional and two different computer based cephalometric analysis methods. Results were evaluated within  $p < 0.05$  significance level and 95 % confidence interval.

In conclusion, a statistically acceptable degree of concordance was observed between traditional tracing method and skeletal, dental and soft tissue measurements with using computer programs. During the comparison of the two techniques in terms of tracing duration, the speed of traditional hand tracing method was significantly slower than that of the contemporary computerized tracing techniques ( $p = 0,0001$ ).

Key words: Cephalometry, Dolphin, Nemoceph, reliability, reproducibility.

# İÇİNDEKİLER

- 1. GİRİŞ VE AMAÇ**
- 2. GENEL BİLGİLER**
  - 2.1.** Sefalometri ve Tarihçesi
  - 2.2.** Sefalometrik Radyografi Çeşitleri
    - 2.2.1.** Geleneksel Sefalometrik Radyografi
    - 2.2.2.** Dijital Sefalometrik Radyografi
  - 2.3.** Dijital Görüntü Kalitesini Etkileyen Faktörler
  - 2.4.** Dijital Radyografik Görüntüleme Sistemleri
    - 2.4.1.** Doğrudan Dijital Görüntüleme Sistemleri
      - 2.4.1.1.**Çipli Sistemler
      - 2.4.1.2.**Depo Fosfor Plakları
    - 2.4.2.** Doğrudan Olmayan Dijital Görüntüleme Sistemleri
  - 2.5.** Sefalometrinin Kullanım Alanları ve Limitasyonları
    - 2.5.1** Kullanım Alanları
    - 2.5.2.** Limitasyonları
  - 2.6.** Lateral Sefalometrik Analiz Yöntemleri
    - 2.6.1.** Geleneksel Sefalometrik Analiz Yöntemi (Elle çizim yöntemi)
    - 2.6.2.** Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Yöntemleri
  - 2.7.** Bilgisayarlı Analiz Sistemleri
  - 2.8.** Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Yazılımları
- 3. GEREÇ VE YÖNTEM**
  - 3.1.** Lateral Sefalometrik Radyografilerin Çekilmesi
  - 3.2.** Lateral Sefalometrik Radyografi Seçim Kriterleri
  - 3.3.** Sefalometrik Analiz Gereçleri
  - 3.4.** Anatomik İşaret Noktaları
    - 3.4.1.** İskeletsel İşaret Noktaları
    - 3.4.2.** Dişsel İşaret Noktaları
    - 3.4.3.** Yumuşak Doku İşaret Noktaları
    - 3.4.4.** İskeletsel Analizler için Kullanılan Sefalometrik Doğrular

- 3.4.5. Dişsel ve Yumuşak Doku Analizleri için Kullanılan Sefalometrik Doğrular
- 3.4.6. İskeletsel Açısal ve Doğrusal Ölçümler
- 3.4.7. Dişsel Ölçümler
- 3.4.8. Yumuşak Doku Ölçümleri
- 3.5. Çalışmamızda Kullanılan Analiz Teknikleri
  - 3.5.1. Konvansiyonel Teknik (Elle Çizim)
  - 3.5.2. Bilgisayarlı Teknik
    - 3.5.2.1. Dolphin Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Programı
    - 3.5.2.2. Nemoceph Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Programı
- 3.6. Ölçüm süresi
- 3.7. Yöntem Hatası
- 3.8. İstatistiksel Değerlendirme

#### **4. BULGULAR**

- 4.1. Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi
  - 4.1.1. İskeletsel Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi
  - 4.1.2. Dişsel Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi
  - 4.1.3. Yumuşak Doku Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi
- 4.2. Elle Yapılan ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan ölçümlerin karşılaştırılması
  - 4.2.1. Elle Yapılan Ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph Bilgisayar Programları ile Yapılan İskeletsel Ölçümlerin Karşılaştırılması
  - 4.2.2. Elle Yapılan Ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph Bilgisayar Programları ile Yapılan Dişsel Ölçümlerin Karşılaştırılması
  - 4.2.3. Elle Yapılan Ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph Bilgisayar Programları ile Yapılan Yumuşak Doku Ölçümlerin Karşılaştırılması
- 4.3. Çizim Sürelerinin Karşılaştırılması



**5.TARTIŞMA**

**6.SONUÇLAR**

**7.KAYNAKLAR**

**8.ÖZGEÇMİŞ**

## KISALTMALAR ve SİMGELER

1. TVL : *True vertikal line* (dikey düzlem)
2. THL : *True horizontal line* (yatay düzlem)
3. ° : Derece
4. > : 'den büyüktür
5. % : Yüzde
6. sn : Saniye
7. LCD : Likit kristal görüntü
8. mm : Milimetre
9. m : Metre
10. vb. : Ve benzeri
11. = : Eşittir
12. 2B : İki boyutlu
13. 3B : Üç boyutlu
14. CRT : Katot ışın tüpü
15. JPEG : *Joint photographic experts group*
16. CLIP4 : *Cellular Logic Image Processor*

## ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 3.1.** İskeletsel işaret noktaları
- Şekil 3.2.** Dişsel (kırmızı renkli noktalar) ve yumuşak doku (mavi renkli noktalar) işaret noktaları
- Şekil 3.3.** İskeletsel analizler için kullanılan sefalometrik doğrular.
- Şekil 3.4.** Dişsel ve yumuşak doku analizleri için kullanılan sefalometrik doğrular
- Şekil 3.5.** İskeletsel açısal ölçümler
- Şekil 3.6.** İskeletsel açısal ölçümler (devamı)
- Şekil 3.7.** İskeletsel doğrusal ölçümler
- Şekil 3.8.** İskeletsel ölçümler (Wits ölçümü)
- Şekil 3.9.** Dişsel açısal ölçümler
- Şekil 3.10.** Dişsel doğrusal ölçümler
- Şekil 3.11.** Yumuşak doku açısal ve doğrusal ölçümleri
- Şekil 3.12.** Yumuşak doku açısal ve doğrusal ölçümleri (devamı)

## RESİM LİSTESİ

**Resim 3.1.** Dolphin çizim penceresi

**Resim 3.2.** Dolphin hasta listesi penceresi

**Resim 3.3.** Nemoceph çizim penceresi

## TABLO LİSTESİ

**Tablo 4.1:** İskeletsel ölçümlerin ölçümcü içi güvenilirliği.

**Tablo 4.2.** Dişsel ölçümlerin ölçümcü içi güvenilirliği.

**Tablo 4.3.** Yumuşak doku ölçümlerin ölçümcü içi güvenilirliği.

**Tablo 4.4.** Elle yapılan iskeletsel ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan iskeletsel ölçümlerin karşılaştırılması.

**Tablo 4.5.** Elle ölçüm değerlerinin Dolphin ve Nemoceph programı ile elde edilen iskeletsel değerler ile karşılaştırılmasında sınıfıçi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

**Tablo 4.6.** Elle yapılan dişsel ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan dişsel ölçümlerin karşılaştırılması.

**Tablo 4.7.** Elle ölçüm değerlerinin Dolphin ve Nemoceph programı ile elde edilen dişsel değerler ile karşılaştırılmasında sınıfıçi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

**Tablo 4.8.** Elle yapılan yumuşak doku ölçümleri ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan yumuşak doku ölçümlerinin karşılaştırılması.

**Tablo 4.9.** Elle ölçüm değerlerinin Dolphin ve Nemoceph programı ile elde edilen yumuşak doku değerleri ile karşılaştırılmasında sınıfıçi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

**Tablo 4.10.** Dolphin ve Nemoceph ile yapılan çizim sürelerinin elle yapılan çizim süreleri ile karşılaştırılması.

# 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Ortodonti kelimesi, yunanca *orthos* ve *odontos* kelimelerinin birleşmesi sonucu meydana gelmiştir ve düzgün dişler anlamına gelmektedir. Yıllar boyunca hekimler, ortodonti ile bireyin iyi bir oklüzyona ve ideal yüz estetiğine ulaşmasını sağlamayı hedeflemişler ve bu amaçla ideali tanımlayan değerler oluşturmuşlardır.

Önceleri tanı ve tedavi planlamaları, klinik muayene bulguları ve alçı modeller değerlendirilerek yapılmıştır. Ancak bu yöntemler tanı açısından yeterli bilgi sunmamıştır. Radyografik yöntemin gelişmesi hekimlere tanı kolaylığı sunarak bu konudaki eksikliklerin azalmasını sağlamıştır (1). Radyografiler üzerinde belirlenen anatomik noktaların yardımıyla düzlemler oluşturularak, mesafeler, açılar ve oranların ölçülmesiyle sefalometrik değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu sefalometrik analizlerden tanı, tedavi planlaması, büyüme gelişim aşamalarının takibi ve tedavi sonuçlarının yorumlanması amacıyla faydalanılmaktadır (2).

Sefalometrik analiz için en yaygın teknik elle çizim tekniği olarak da bilinen geleneksel yöntemdir. Bu yöntem, sefalometrik radyografinin üzerine yerleştirilen bir asetat kağıdında işaretlenen anatomik noktaların oluşturduğu düzlemler kullanılarak, cetvel ve açıölçer yardımıyla sert ve yumuşak dokulara ait boyutsal ve açısal ölçümlerin yapılmasını içerir. Ancak bu tekniğin en önemli dezavantajı uzun zaman almasıdır (3). Ayrıca sefalometrik hataların da yaygın olduğu bildirilmiştir (4).

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile sefalometrik analizlerin bilgisayar kullanılarak yapılması günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır. Ortodontistler tanı ve tedavi planlamasında kolaylık sağlaması amacıyla bilgisayarları rutin şekilde kullanmaktadırlar. Analizler, dijital ortama aktarılan sefalometrik filmlerin üzerinde, özel sefalometrik programlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (3-24). Sefalometrik radyografi üzerinde bilgisayarın faresi ile anatomik noktaların elle

işaretlenmesinin ardından bilgisayar sistemi analiz sonuçlarını vermektedir. Genellikle bilgisayarlı sefalometrik analiz programları bu işlemleri, belirlenen noktaların x ve y koordinatlarına olan uzaklıkları ve bu noktaların oluşturduğu doğrular arasındaki açıları hesaplayarak yapmaktadır. Son yıllarda dijital görüntüleme yöntemleri sayesinde bilgisayar analizlerinin yapılması daha da kolaylaşmıştır (25, 26).

Sefalometrik analiz sırasında yapılan hatalar, tanı ve tedavi planlamasını önemli derecede etkileyebilmektedir (24). Bu nedenle, sefalometrik ölçüm hatalarına sebep olabilecek etkenlerin tespit edilerek ortadan kaldırılmasına gayret edilmelidir (27-37). Geleneksel teknikte, anatomik noktaların belirlenmesi sırasında yapılan yanlışlıklar temel hata kaynağı olarak gösterilmektedir (32, 33, 38, 39). Diğer bir hata ise elle yapılan yanlış ölçüm işlemlerinden kaynaklanmaktadır (34). Bilgisayarlı sefalometrik analizler bu tip ölçüm hatalarını ortadan kaldırabilmekle birlikte, bu analiz programlarının kullanımının yaygınlaşması için, yapılan analizlerin güvenilirliğinin, kesinliğinin ve tekrarlanabilirliğinin belirlenmesi gereklidir (40). Bu amaçla, sefalometrik analiz programlarının güvenilirliğini araştıran (4-16, 40, 41) ve geleneksel yöntemle kıyaslamasını yapan araştırmalar bulunmaktadır. (12, 13, 17-24). Anatomik noktaların belirlenmesinde, yöntemler arasında istatistiksel farklar görülmediğini belirten yayınlar olduğu gibi (1, 42-46), geleneksel yöntem ile elde edilen sonuçların daha kesin olduğunu, vurgulayan araştırmalar da vardır (14, 15).

Ortodonti literatürü incelendiğinde, geleneksel yöntemle farklı bilgisayar programlarının karşılaştırmalarına rastlanmakla beraber Nemoceph sefalometrik analiz programının (Nemoceph Dental Studio NX 2006 Version 6 Dental Analysis & Treatment Planning Software, Nemotech, Madrid, İspanya) güvenilirliğinin ve kullanım kolaylığının değerlendirilmediği görülmüştür. Ayrıca araştırmaların çok azında programların analiz süreleri açısından incelendiği saptanmıştır (20, 47). Bu çalışmanın amacı; piyasada bulunan iki farklı sefalometrik analiz programının (Dolphin Imaging Version 10.5, Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif, ABD ve Nemoceph Dental Studio NX 2006 Version 6 Dental Analysis & Treatment Planning Software), geleneksel yöntem olan elle

Çizim tekniğiyle karşılaştırılarak araştırmacı içi tekrarlanabilirliği, ölçüm güvenilirliği ve analiz süreleri açısından değerlendirilmesidir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Sefalometri ve Tarihçesi

Sefalometri, başın konumunun standardize edilerek elde edilen ve başın iki boyutlu görüntüsünü içeren sefalometrik radyografi üzerinde, sert ve yumuşak dokuların değerlendirilmesidir. Lateral sefalometrik analiz ise lateral sefalometrik radyografi üzerinde belirlenen anatomik sert ve yumuşak dokulara ait referans noktalarının ve bu noktaların oluşturduğu düzlemlerin birbirleriyle arasındaki mesafe, açı, alan ve oranlarının ölçümleri ile elde edilen değerlerdir (48). Lateral sefalometrik analizler özellikle anteroposterior ve vertikal yöndeki iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku sorunlarının tanısında kullanılmaktadır.

Radyografi bilimi, Wilhelm Conrad Röntgen tarafından 1895 tarihinde X-ışınının bulunması ile başlamaktadır (49). Diş hekimliğinde ise ilk radyografi, Prof. Dr. Otto Walkoff'un 1896 yılında kendi dişlerinin röntgenini çekmesiyle kullanılmıştır (49). İlk ağız içi röntgen aygıtı 1909 yılında Dr. Howard Raper tarafından geliştirilmiştir ( 50).

Ortodontide radyografi kullanımı ilk olarak Price tarafından önemli bir tanı aracı olarak ilan edilmiştir (49). Daha sonra Welcker, 1918 yılında profilden alınan kafa filmlerinin antropolojik açıdan değerlendirilebileceğini öne sürmüştür (1). 1919 yılında ise Ketchman ve Ellis sefalometrik filmleri ortodontide tanı aracı olarak kullanmışlardır (49). Bundan iki yıl sonra Percy Brown aynı teknikten faydalanarak çalışmalar yapmıştır (49). Kuru kafaya ait ilk radyografik görüntü Pacini ve Carrera tarafından 1922'de elde edilmiştir. Deformasyonu en aza indirmek için ışın kaynağı-birey arasındaki uzaklığı 2 m olarak saptamışlardır (51). 1923 yılında Simpson, profil röntgeninin elde edilmesine olanak veren yeni bir yöntemi tanıtmıştır (49). Araştırmacı yönteminde deformasyonları azaltmaya, sert ve yumuşak dokuları aynı görmeye çalışmıştır. Bu yöntem sonucunda kaynak-birey arası mesafeyi 4,5 m olarak hesaplamıştır. Aynı yıl McGow profil röntgenini, ortodontide sert ve yumuşak doku profili

arasındaki ilişkiyi ve tedavi sırasında ve sonrasında profilde meydana gelişen değişiklikleri incelemekte kullanmıştır (49).

1926 yılında Dewey ve Riesner sadece tanı için model ve fotoğrafların yeterli olmadığını, profil filmlerinin de kullanılması gerektiğini belirtmişler ve kendi yöntemlerini tanıtmışlardır (1). 1929 yılında R. Schwartz (52), radyografide yumuşak dokuların görüntülenebilmesi için radyopak bir madde kullanmış fakat kullanılan çekim tekniği görüntünün büyümesine neden olarak görüntüde deformasyonlara yol açmıştır.

Güncel sefalometrinin başlangıcı, Broadbent (53)'in 1931 yılında sabit sefalostat tekniğini tanımasına dayanır. Hasta başı, film ve ışın cihazı konumunun tek bir sistem haline getirilmesiyle elde edilecek radyografilerde bir standart sağlanması farklı sefalometrik radyografilerin birbirleriyle kıyaslanması ve karşılaştırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Böylece ortodontik tanı konması ve tedavi ya da büyüme ile meydana gelen değişikliklerin belirlenebilmesi kolaylaşmıştır. Bu teknikte hastaların lateral sefalometrik radyografilerinin standardizasyonu için kulak deliğine yerleştirilen bilateral kulak çubukları içeren sefalostat kullanılmaktadır. Hastanın midsagittal düzlemi x-ışınlarına dik, film düzlemine paralel, hastanın Frankfurt düzlemi ise yere paralel olarak konumlandırılmaktadır. Bununla ilgili Carter (54) da seri olarak alınan filmlerin karşılaştırılabilmesi için hastanın konumunun standardize edilmesinin önemini vurgulamıştır.

Sonraki yıllarda Tweed (55), Margolis (56), Downs (57), Steiner (42), Sassouni (43), Ricketts (58), Holdaway ve MacNamara gibi birçok araştırmacı tarafından farklı sefalometrik analizler oluşturulmuştur (48). Bu analizler normal farklı yöntemler ile farklı şekillerde tanımlamaktadırlar.

1980 yılları itibariyle görüntüleri sensörler ya da plaklar yardımıyla alarak bilgisayar ortamına aktaran dijital radyografik sistemlerin gelişmesi, banyo ve film gereksinimlerini ortadan kaldırmasıyla radyografileri daha pratik hale getirmiştir. Günümüzde ise radyasyon miktarını azaltarak sefalometrik

görüntülerde ölçümleri elde etme çabasıyla geliştirilen sonik *dijitizeler*, sefalometrik noktalarla ilgili bilgileri sonik dalgalar göndererek toplamaktadır. Yapılan çalışmalarda, bu yöntem ile geleneksel radyografiler arasında neredeyse tüm değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklar görülmüştür (49). Bu nedenle, bu yöntemle elde edilen sonuçların dikkatle yorumlanması ve üzerinde daha çok çalışılması gerekmektedir.

## **2.2. Sefalometrik Radyografi Çeşitleri**

### **2.2.1. Geleneksel sefalometrik radyografi**

Geleneksel sefalometrik radyografi, çenelerin, yüzün ve kafa kemiklerinin lateral yönden görüntülenebildiği ağız dışı radyografilerdendir. Kaset içerisinde yer alan filmlerin ön ve arka yüzlerinde ranforsatör (*intensifying screen*) bulunmaktadır. Filmlerin yapısı sırasıyla dört tabakadan oluşmaktadır. En dışta koruyucu tabaka, altında emülsiyon tabakası ve yapıştırıcı tabaka bulunmaktadır. Baz olarak en kalın orta kısmı polyester polietilen veya selüloz asetattan oluşmaktadır. Görüntü, emülsiyon tabakasındaki x-ışınlarına duyarlı gümüş halid kristallerinin banyo safhasındaki reaksiyonu ile oluşur. Röntgen filmi banyo edilirken, jelatin dış kılıf banyo solüsyonlarını emer ve kimyasal maddelerin gümüş halid kristalleri ile reaksiyona girmesini sağlar. X-ışını filme temas ettiği yüzeylerde radyolusent (koyu renk), yoğun dokular tarafından emildiği miktarda film üzerinde radyoopak (açık renk) görüntü oluştururlar.

### **2.2.2. Dijital Sefalometrik Radyografi**

Dişhekimliğinde geleneksel radyografi önemini korurken, dijital radyografinin kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Dijital radyografide, ışın kaynağı olarak dental röntgen cihazı, imaj reseptörü olarak da “sensör” kullanılır. X-ışınları dokudan geçtikten sonra imaj reseptörü üzerine farklı yoğunluklarda çarpar. Reseptörler, gelen ışını sinyallere

dönüştürerek güçlendirilmiş halde dijital formlara çevirir. Dijital bilgi, bilgisayar sisteminde monitör üzerinde görüntü haline dönüşür. Dijital sefalometrik radyografide, dijital görüntü “resim elementi” ya da “piksel” denilen kare şeklindeki hücrelerden oluşur. Pikseller yan yana ve üst üste dizilir. Sütun ve kolonlar halinde yerleşim gösteren bu yapı “dijital görüntü matriksi” olarak adlandırılır ve büyüklüğü matriks içindeki piksel sayısına göre belirlenir. Matriksin büyüklüğü, görüntünün boyutundan ve daha önemlisi pikselin boyutundan kaynaklanır. Görüntüyü oluşturan piksel boyutları küçülürse, yüksek çözünürlüklü ve detaylı görüntü elde edilir (59).

Günümüzde ağız dışı dijital görüntüleme teknolojisinin daha hesaplı hale gelmesi ve bu alandaki gelişmeler bilgisayar tabanlı ortodonti uygulamalarındaki ilerlemelerle birleşince, doğrudan dijital sefalometrik görüntüleme birçok klinisyen açısından sık kullanıma uygun bir seçenek haline gelmiştir. Geleneksel radyografi üniteleri büyük bir hızla yerini fosfor plak ya da çipli sistemlerle görüntü kaydeden doğrudan dijital makinelere bırakmaktadır.

### **2.3. Dijital Görüntü Kalitesini Etkileyen Faktörler**

#### **1- Çözünürlük**

Çözünürlük bir görüntüyü oluşturmak için gerekli olan piksel sayısı demektir. Dijital matriksi oluşturan piksel sayısının artması, çözünürlüğün artması anlamına gelir. Böylece her piksel daha az fark edilebilir ve daha net bir görüntü oluşur. İnsan gözü  $0,1 \times 0,1 \text{ mm}^2$  büyüklüğün altındaki detayı ayırt edebilir (60). 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. Ancak önemli bir noktada, uygun piksel boyutu kesin tanıyı koymayı sağlayacak kadar küçük olmalı ancak depolama hacmini arttırmamalıdır.

## 2- Optik yoğunluk

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 değerken, aradaki 254 değer farklı koyulukta gri tona tekabül eder). Gri tonlar arasındaki farklar radyografinin siyahlık miktarını belirler. Dijital görüntü kalitesine işte bu gri ton yelpazesinin (gri skalası) genişliği etki etmektedir (60). Optik yoğunluk, radyografinin siyahlık miktarının ölçüsüdür ve filme düşen ışık miktarı ile filmde geçen ışık miktarının oranı ile hesaplanır.

## 3- Görüntüleme

Teknolojinin gelişmesi ile görüntü kalitesini etkileyen piksel boyutu ve gri skalası gibi engeller aşılmıştır. Ancak ekranın çözünürlük miktarı hala dijital görüntü açısından yetersiz kalabilmektedir.

Geleneksel kullanıma sahip cam yüzeyli katot-ışını tüp (*cathode-ray tube*, CRT) monitörlerde görüntü, sıralı dizilmiş hücrelerden oluşur. Diagnostik açıdan detaylı bir görüntü elde etmek için sıralı dizi sayısı yüksek olması gerekir. Yakın geçmişte geliştirilmiş olan likit kristal görüntü (*liquid crystal display*, LCD) monitörler hem düz yüzeyleri, hem görüntü kalitesi, hem de dizaynlarıyla hantal CRT monitörlerin yerini almıştır.

### 2.4. Dijital Radyografik Görüntüleme Sistemleri

Dijital görüntüleme sistemleri, doğrudan ve doğrudan olmayan teknik olarak ikiye ayrılır. Doğrudan teknikte sert ve yumuşak dokular radyografi gibi bir ara forma aktarılmadan dijital veri olarak alınır. Doğrudan olmayan teknikte ise görüntü geleneksel radyografiler ile elde edilir ve daha sonra tarayıcı ile dijital ortama aktarılır.

### **2.4.1. Doğrudan Dijital Görüntüleme Sistemleri**

Doğrudan dijital görüntüleme tekniğinde dijital görüntü elde etmek için iki method kullanılır.

- 1- Çipli sistemler (*charged coupled device*).
- 2- Depo fosfor plakları (*storage phosphor plate*).

#### **2.4.1.1. Çipli Sistemler**

Bu sistemler ilk defa 1970'de Bell Laboratuvarları'nda video kameralar için görüntü kaydı amacıyla kullanılmıştır. Dental amaçlı kullanımı ise 1980'lerin ortasındadır (23). Çipli sistemlerde sensörler ile alınan analog elektrik sinyalleri, bilgisayarın yazılım programı ile dijitalleştirilir. Veriler bilgisayar monitöründe birkaç saniye içinde dijital görüntü olarak oluşur.

#### **2.4.1.2. Depo Fosfor Plakları**

Görüntüleme tekniklerinin tıp alanında kullanılması, ağız içi geleneksel filmlere benzeyen fosfor plaklarının gelişmesine sebep olmuştur. Bu plaklar radyografik filmler kadar incedir ve birçok defa kullanılabilirler. Bununla beraber, çipli sistemlerdeki gibi kablo gerektirmeden görüntü kaydı yapar ve geleneksel filmlerdeki gibi ışığa duyarlı olmadığı için karanlık oda gereksinimi olmadan kullanılırlar. Yüzeyleri x-ışınına duyarlı fosfor bileşiği içeren polimer ile kaplıdır ve esnek bir yapıya sahiptir.

## **2.4.2. Doğrudan Olmayan Dijital Görüntüleme Sistemleri**

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

## **2.5. Sefalometrinin Kullanım Alanları ve Limitasyonları**

### **2.5.1.Kullanım Alanları**

Sefalometrinin temel kullanım alanları, ortodontik tanı, tedavi planlaması, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi ile büyüme ve gelişimin incelenmesidir. Sefalometriden önce kullanılmakta olan klinik muayene ve alçı modeller üzerinde yapılan inceleme teknikleri, ortodontistlerin doğru bilgiye ulaşmalarında yetersiz kalmıştır. Bu amaçla geliştirilen sefalometri, özellikle diş, kemik gibi sert dokuların şekil ve konumlarının değerlendirilmesi için başlayan ve günümüzde kapsamlı analizlerin kullanılabildiği vazgeçilmez bir inceleme yöntemi olmuştur.

Tanı amacıyla kullanılan sefalometri, taraflı değerlendirmelerden arındırılmış, nicel gözlemlere dayalı objektif sonuçlara ulaşmamızı sağlamaktadır. Belirlenen anatomik noktaların birbirlerine olan uzaklıkları milimetrik değerler ile elde edilirken; düzlemler, açısal olarak incelenebilmektedir. Bu sayede rakamsal değerlere ulaşan analizler, yorum farklılıklarını da ortadan kaldırmaktadır. Hekimin klinikte belirlediği durumu meslektaşlarına iletmesinde yardımcı olarak konsültasyon imkanı sağlar. Ayrıca çevre dokuların birbirleri ile olan ilişkilerinin görülmesini sağlayarak problemlerin belirlenmesinde hekime yardımcı olmaktadır. Kesici dişlerin uzun eksenlerini, oklüzal düzlemi, kafa, yüz ve çene kemikleri düzlemlerini, yumuşak doku profilini, ektojik ve gömülü dişlerin görüntüsünü inceleme olanağı sunarak

tedavi planı yapılmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte çeneler, alveoler kemik veya dişler düzeyinde (dişsel ve iskeletsel açıdan) çeşitli anatomik konumları da sınıflandırmaya yardımcı olur. Sefalometrik radyografiler üzerinde yapılan incelemeler anomalileri tanımlayarak bu alanda yapılacak işlemler için öngörülebilir bulunmasına katkı sağlamaktadır.

Sefalometri ile tedavi planı yapılırken ortodontik veya ortopedik gereksinimler, ankraj tipi, tedavi amaçları belirlenebilir ve prognoz sefalometri ile sunulabilir. Ayrıca ortognatik cerrahide “sefalometrik *set-up*” tedavi planlamasının kaçınılmaz bir bölümüdür.

Sefalometri ile ortodontik tedavi sonuçları da değerlendirilebilir. Çeşitli referans düzlemlerinde yapılan çakıştırmalar sayesinde sefalometrik radyografiler ile çenelerde, dişlerde ve iskelet yapıda veya yumuşak dokudaki değişiklikleri izlemek; büyümenin etkilerini gözlemlemek mümkün olur. Ayrıca, farklı bireylerde ya da aynı bireyin farklı yaşlarında karşılaştırmalar yapılmasına olanak tanımaktadır.

Bu kullanım alanlarının yanında ortodontistler için büyük öneme sahip olan “yüz büyümesinin öngörülmesi” yöntemiyle de ilerleyen yaşla beraber dokuların kazanacakları formların görülmesini sağlamaktadır. Ancak doğru tanı, planlama ve değerlendirme yapabilmek için sefalometrik radyografilerin limitleri mevcuttur.

### **2.5.2. Limitasyonları**

Sefalometrik radyografi, ortodontide kullanımı sırasında hekimlere sert ve yumuşak dokuların radyografik görüntüsünü sunarak tanı kolaylığı sağlar. Ancak iki boyutlu (2B) görüntüler üç boyutlu (3B) dokulardan elde edilmiş olması nedeniyle yanlış tespitlerde bulunabilir (32, 39, 61-64). Kafa radyografileri incelenirken üç boyutlu bir yapının derinlik, genişlik ve yükseklik özellikleri göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılması gerekmektedir. (65). 3B yapıların 2B olarak yansıtılması, dokuların üst üste çakışarak



görüntünün seçilebilirliğini etkilemeleri ve belirlenmeleri yönünde hatalara sebep olurken (23) yapılan diğer bir araştırmada benzer hataların ışın cihazı-cisim mesafesi ya da cisim-film mesafesi gibi iki mesafe değerinden de kaynaklanabileceği bildirilmiştir (66). Geleneksel radyografilerin bu yetersizliklerinden dolayı sefalometrik analizlerde sadece lateral sefalometrik radyografilere bağlı kalmak hatalı tanıya neden olabilir (67). Bu nedenle, lateral sefalometrik radyografiye ek olarak frontal sefalometrik radyografi ve submentoverteks görüntünün de değerlendirildiği kapsamlı bir analiz ile planlama yapmanın en iyi ve doğru yöntem olduğu belirtilmektedir (68).

Diğer bir limitasyon ise standardizasyon hatalarından kaynaklanmaktadır. Sefalometrik radyografide standardizasyonun sağlanması, yani hasta ve radyasyon kaynağı konumunun sabit olarak ayarlanabilmesi, elde edilen radyografinin netliği açısından en önemli noktadır. Aynı şartlarda alınmamış filmlerin birbiriyle karşılaştırılması ve kıyaslanması yapılacak analizlerin yanlış sonuçlanmasına sebep olur (23).

## **2.6.Lateral Sefalometrik Analiz Yöntemleri**

### **2.6.1.Geleneksel Sefalometrik Analiz Yöntemi (Elle çizim yöntemi)**

Sefalometrik değerlendirmeler için en uzun süredir ve yaygın olarak kullanılan teknik elle çizim tekniğidir. Radyografik filmin üzerine yerleştirilen asetat kağıdı filmde kaymayacak şekilde birleştirilir, analiz için gerekli anatomik noktalar işaretlenerek düzlemler çizilir. Bu düzlemler kullanılarak yapılan açısal ve doğrusal ölçümler kaydedilir ve değerlendirilir. Ancak bu yöntem zaman alıcıdır (3) ve sefalometrik hatalara sebep olabilmektedir (69). Elle yapılan çizimlerde başlıca hata kaynağı anatomik noktaların belirlenmesi sırasında meydana gelmektedir (32, 33, 38, 39). Kullanıcının görsel becerisi, eğitimi, tecrübesi, elde edilen görüntünün netliği yapılan hata miktarını etkileyen faktörlerdir (70). Ayrıca, radyografi elde edilirken ve ölçümler sırasında oluşan hatalar da sonuçlara etki etmektedirler (34).

### **2.6.2. Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Yöntemleri**

Günümüzde hala birçok hekim gerekli verileri elde etmek için geleneksel çizim tekniğini kullanmaktadır (71). Bununla birlikte bilgisayar teknolojisindeki yenilikler, yazılımların gelişmesi, pratik kullanım arayışı, tanı kolaylığı ihtiyacı dijital sistemlerin gelişmesini sağlamıştır. Gereksinimler nedeniyle ortaya çıkan ve ilerleyen bilgisayarlı sistemler ile elle çizim tekniği arasındaki temel farklılıklardan biri, ölçüm işlemlerini hekimin yerine bilgisayar programının yapıyor olmasıdır.

Bilgisayarlı sefalometrik analiz programları, programcılarının yüklemiş oldukları verileri kullanarak işlem yapmaktadırlar. Veriler birçok araştırmacının analizlerini içerir. (72). Bu analizler için dijital ortamdaki sefalometrik radyografi üzerinde anatomik noktalar belirlenir ve bilgisayar sistemi ile sonuçlar saniyeler içinde elde edilir. Analiz, program tarafından yapıldığı için elle yapılan cetvel ve açıölçer ölçümlerindeki hata ihtimalini ortadan kaldırdığı ileri sürülmektedir (3). Diğer yandan bilgisayarlı sefalometrik analiz sistemlerinde anatomik noktalar elle belirlendiği takdirde, ölçüm hatalarının elle yapılan analizlerdekine benzer olacağı da bildirilmiştir (63).

### **2.7. Bilgisayarlı Analiz Sistemleri**

Kullanılan sistemlerin çoğunda, anatomik noktaların koordinatlarını girmek için dijitalasyon tablası, görüntü analiz için bir bilgisayar, negatoskop ve doküman elde etmek için yazıcılar kullanılmaktadır. Ayrıca dijital kameralar veya tarayıcılar da görüntüyü elde etmek amacıyla gerekli araçlardır. Dijital ortama aktarılan görüntünün çözünürlüğünün en az 640-480 piksel olması gerekir ama daha düzgün çizimler ve ayrıntılı tanımlama için daha yüksek çözünürlük değerine sahip ekran kullanılabilir. (73)

Bilgisayarlı analiz sistemleri birinci, ikinci ve üçüncü jenerasyon sistemler şeklinde sınıflandırılabilir.

#### a. Birinci Jenerasyon Sistemler:

Bilgisayara noktaları aktarmak için dijitalasyon tablası ya da *dijitizer* ve *cursor*'a ihtiyaç vardır. *Dijitizer*, koordinat sisteminde X-Y koordinat noktalarını kaydeden alettir. *Cursor* ise radyografik işaretleme noktalarını belirtmek için kullanılır. *Dijitizer* üzerine *cursor* temas ettirildiğinde tabla üzerinde oluşan elektrik akımı kablolar yardımı ile bilgisayara aktarılmaktadır. Transparan, radyolüsent veya opak olan *dijitizer*leri olan bu sistemler asetat kağıdı kullanmadan, radyografiden doğrudan dijitalasyona olanak sağlar ve asetat çizimine bağlı oluşacak hataları ortadan kaldırır. Houston (32), elle çizim tekniği ve doğrudan dijitalasyon tekniğini incelemiş, sonuç olarak dijitalize edilen sefalometrik işaretleme noktalarının, elle çizim tekniğinden daha üstün olduğunu kanıtlamıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk ticari bilgisayarlı sefalometrik değerlendirme hizmeti 1968'de Rocky Mountain Data System ile birlikte başlamıştır. Bugüne kadar tüm dünyadan 500.000 den fazla vaka değerlendirilmiştir. Daha sonra Rocky Mountain System, kişisel bilgisayarlar için Jiffy Orthodontic Evaluation (JOE) yazılımını piyasaya sürmüştür(74).

*Dijitizer*lerle ölçüm yaparken dijitalasyonun doğruluğu iki noktaya bağlıdır:

1. Çözünürlük: Kullanılan *dijitizer*in çözünürlüğüdür. Yani herbir inç için bin çizgilik ya da her milimetre için kırk çizgilik sıralar demektir.
2. Kesinlik: *Dijitizer*in tabla yüzeyinde yapılan noktasal işaretlemenin tespitindeki doğruluk oranıdır. %25'lik kesinlik sefalometrik analizler için olması gereken minimum orandır (22).

*Dijitizerler* iki tiptir:

1. *Off-line Dijitizer*: Bu sistemde önce radyografi dijitize edilir. Daha sonra bilgiler sabit diske kaydedilir. Kayıt üzerinde gereken ölçümler yapılır.
2. *On-line Dijitizer*: Dijitize edilen işaretleme noktaları doğrudan bilgisayar ortamına aktarılır ve analiz doğrudan ekranda izlenebilir.

İki çeşit dijitasyon modeli ile elde edilen bilgiler *dijitizerler*le kaydedilir:

1. *Point mode* dijitasyon: Bu sistemlerde işaretleme noktaları ayrı ayrı şekilde belirlenir. Operatör önceden tanımlanmış işaretleme noktalarının konumlarını, cursor ile noktanın üzerinde tespit eder. X-Y koordinat sisteminde her bir noktanın konumu belirli olacak şekilde veriler bilgisayar ortamına aktarılır. Filmin orijinal konturları sabit tutularak işaretleme noktalarının birleşmeleri ile radyografinin sanal hali ortaya çıkar.

2. *Stream mode* dijitasyon: Radyografik konturları manuel olarak çizebilmek için kullanılan sistemlerdir. Birbirine komşu noktaların çoğu kısmı transfer edildiğinde radyografik konturlar izlenmeye başlar. Stream mode ile dijitasyon point mode dijitasyona göre daha az zaman alır fakat konturların doğru tespiti daha zordur.

*Stream mode* dijitasyon ile güvenilir sonuçlar elde etmek tamamı ile operatörün tecrübesine bağlıdır. Dijitasyon şekli özellikle sefalometrik tedavi planlamaları açısından önemlidir. Bilgisayarlı analiz sistemlerinde işaretleme noktalarının dijitasyonu, üzerinde en çok durulması gereken durumdur. Noktaların yanlış belirlenmesi elle çizim tekniğinde olduğu gibi en sık rastlanan hatadır.(73, 75, 76)

#### b. İkinci Jenerasyon Sistemler:

Bu sistemlerde dijital kamera, tarayıcı gibi aletlerden *dijitizere* ihtiyaç duymadan doğrudan faydalanılmaktadır. Dijital fotoğraf makinesi ya da tarayıcı

kullanarak fotoğraflar ve sefalometrik radyografiler dijital ortama aktarılabilir. Bu sistemde çizilecek noktalar doğrudan monitor üzerinde fare kullanarak tayin edilmektedir. Dijital kameralar fotosit içeren görüntü sensörlü cihazlardır. Fotositler ise ışığa duyarlı diyotlardır ve ışık enerjisini elektrik enerjisine çevirirler. Fotosit miktarının artması çözünürlük miktarının da artması anlamına gelir. Piksel burada genel bir terim olarak kullanılmaktadır ve bize fotosit sayısı hakkında bilgi vermektedir. Dolayısıyla pikselin artması fotosit sayısı artması anlamına gelir ve sonuçta sanal ortamda yani bilgisayarların hard disklerinde daha fazla sayıda veri depolamak demektir. Dijital görüntüler genellikle JPEG [*joint photographic experts group* (Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu)] tarafından standartlaştırılmış bir sayısal görüntü kodlama biçimi] formatında saklanmaktadır.

### c. Üçüncü Jenerasyon Sistemler:

Bu sistemler dijital radyografi kullanan sistemlerdir. Fotoğraf makinesi ve tarayıcıya ihtiyaç duyulmadan doğrudan bilgisayar ortamına aktarılabilir. Ayrıca banyo, artefakt ve ara aşamalar olmadığı için kullanılacak en ideal sistemler olarak görülmektedir.

## **2.8. Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Yazılımları**

Günümüzde piyasada birçok marka adı altında ticari amaçlı bilgisayarlı sefalometrik analiz programı bulunmaktadır; Ceph Smile Plus, Dentofacial Planner, Dentrax Image, Dolphin, Dr. Ceph, Dr.Ceph Jr., Dr.View, IOPS, JOE, Nemoceph, Niamtu Imaging Systems, Onyx Ceph, OPAL, Orthoview-Ceph, Prescription Planner/Portrait, Quick ceph 2000, Screenceph, T PhotoEze, Vistadent.

Yukarıda bahsedilen analiz programlarının bir kısmına ait güvenilirliği araştıran (4-16, 40, 41) ve geleneksel yöntemle kıyaslamasını yapan yayınlar bulunmaktadır (17- 24, 99).

1988 yılında yayımlanan bir çalışmada üç farklı yöntem kullanılarak doğrusal ve açısal sefalometrik ölçümlerin tekrarlanabilirliği karşılaştırılmıştır. Bu yöntemler; elle çizim ve ölçüm, elle çizim sonrası dijitalasyon ve doğrudan dijitalasyon yöntemleridir. Özellikle kesici dişleri içeren açısal ölçümlerin tekrarlanabilirliklerinde yüksek hata oranına rastlanmıştır. Elle çizim yöntemiyle noktalar belirlenirken dikkatli olduğu ve değerler yanlış okunmadığı sürece *dijitalizer* gibi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. Yazara göre doğruların yardımı ile oluşturulabilen noktaların (Go, Ar) meydana getirdiği doğrusal ölçümlerde elle çizim yöntemi avantaj sağlamaktadır. Çoğu açısal ölçüm için doğrudan dijitalasyon diğer iki yöntemle göre daha fazla tekrarlanabilir bulunurken; özellikle Go ve Ar gibi bilateral yapıları içeren doğrusal ölçümlerde doğrudan dijitalasyonun güvenilirliği düşük çıkmıştır. (15).

Oliver ve ark. (12), yaptıkları bir çalışmada, iki bilgisayar yöntemi, elle çizim yöntemi, doğrudan dijitalasyon yöntemi ve video tekniği ile elde edilen görüntülerin yer aldığı beş ayrı yöntemi kullanmıştır. Araştırmacılar radyografileri görüntü kalitesiyle ilgili seçim kriteri olmadan belirleyerek, sadece altı açısal değeri incelemiş ve çizimleri birer hafta ara ile gerçekleştirmişlerdir. Tüm yöntemlerde alt kesici açısının tekrarlanabilirlik derecesinin en düşük olduğu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, doğrudan dijitalasyon yönteminin geleneksel yöntem ve çizimlerin dijitalasyonundan daha düşük doğruluğa sahip olduğu belirtilmiştir.

Turner (16), 2001 yılında yaptığı bir çalışmada, doğrudan dijitalasyon, çizim sonrasında belirlenen noktaların dijitalasyonu ve Screenceph programı kullanılarak taranan radyografinin dijitalasyonu olmak üzere üç ayrı yöntemi 8 açısal ve 4 doğrusal ölçüm yaparak karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, Screenceph programının klinikte kullanıma uygun olacağını, ancak sınırlı donanıma sahip olduğu için araştırma projelerinde yetersiz kalacağını bildirmiştir.

Nimkarn ve Miles (11), 40 adet sefalometrik radyografi üzerinde yaptıkları çalışmada 22 adet sefalometrik nokta kullanarak 40 ölçüm yapmışlar ve Quickceph sefalometrik yazılımı ile elle çizim yöntemini kıyaslamışlardır.

Neticede, bilgisayarlı yöntem ile elde edilen birçok değer tekrarlanabilir bulunmuş, B noktası dışındaki değerlerin dikey düzlemde güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Ancak yatay düzlemde bilgisayarlı yöntemde tüm değerler elle çizim yöntemine göre 0,7-1 mm civarında yüksek bulunmuştur. Yazar bu durumun yatay düzlemdeki büyütme oranından (magnifikasyon) kaynaklandığını bildirmiştir.

Elle çizim tekniğinde başlıca hata kaynağı anatomik noktaların belirlenmesi sırasında yaşanmaktadır (32, 33, 38, 39). Yapılan bir araştırmaya göre bu hata hem tek bir gözlemci hem de farklı gözlemciler tarafından yapılabilmektedir (77). Buna etkileyen faktörlerin görsel performans, tecrübe, eğitim ve radyografinin görüntü yoğunluğu ve netliğine bağlı olduğu belirtilmiştir (70). Ayrıca radyografik filmlerin magnifikasyonu, çizimlerde yapılan hatalar, ölçümlerde yapılan hatalar da sonucu etkileyen faktörlerdir. Bilgisayarlı analiz sistemlerinde oluşan hataların ise görüntü elde edilirken, dijitalizasyon sırasında, sefalometrik noktaların belirlenmesi sırasında oluşabileceği bildirilmiştir (34, 35, 36, 37). Cook ve Gravely, elli hastanın lateral sefalometrik radyografileri üzerinde yaptıkları çalışmada Björk'ün mandibuler çakıştırma yöntemini kullanarak çizim hatalarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda yatay düzlemdeki seviye hatalarının, vertikal düzlem seviye hatalarından daha az olduğunu belirtmişlerdir (78).

Ülgen ve ark. (48), aynı röntgen filmleri üzerinde geleneksel yöntemle farklı zamanlarda farklı bireyler tarafından yapılan sefalometrik analizlerde farklılık olduğunu belirtirlerken; İşeri ve ark. (47), bilgisayarlı sefalometrik analiz yöntemini de dahil ettikleri araştırmalarında her iki yöntemin tekrarlanabilirliklerinin son derece yüksek ve ölçüm hatasının en fazla 0.1 mm ve 0.1 derece olduğunu bildirmişlerdir.

Sefalometrik radyografiler ve bunların dijital görüntülerinde, anatomik noktaların belirlenmesinin değerlendirildiği bir araştırmada, yerleştirilen noktaların pozisyonları x, y koordinatları formatında kaydedilmiştir. 10 adet sefalometrik radyografi üzerinde, 19 anatomik noktanın değerlendirildiği çalışma

7 stajyer doktor tarafından gerçekleştirilmiştir (79). Dört yıl aradan sonra yapılan başka bir araştırmada ise önceki araştırmadaki ile aynı sayıda nokta, doktor ve radyografi kullanmış fakat x, y koordinatları formatı yerine 27 ölçüm gerçekleştirerek sonucun mutlak değerleri incelenmiştir. Sonuçta, orijinal radyografiler ile dijital görüntüler üzerinde yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak belirgin farklar bulunmasına rağmen bu farkların klinik olarak kabul edilebilir oldukları belirtilmiştir. Ayrıca anatomik yapıların çizilmesi ve noktaların yerleştirilmesinde tecrübeli ve tecrübesiz kullanıcılar arasında da belirgin bir fark bulunduğunu bildirmiştir. Tecrübe farkının yöntemler arasındaki analiz sürelerini de etkileyeceği ifade edilmiştir (4).

Sayinsu ve ark. (21), yaptıkları araştırmada 300 dpi çözünürlükte taranan 30 adet lateral sefalometrik filmin görüntülerini geleneksel elle çizim yöntemi ve bilgisayarlı yöntemi kullanarak kıyaslamışlardır. Analizleri yapmak için Dolphin İmaging yazılımı, sürüm 10.5 kullanılmıştır. Araştırmalarında yalnızca gözlemci içi değil, aynı zamanda gözlemciler arası güvenilirlikleri de incelemişlerdir. Sonuç olarak, çoğu ölçüm için Dolphin İmaging yazılımı ile elle yapılan ölçümler arasında tekrarlanabilirlik açısından istatistiksel bir fark gözlenmemesine rağmen maksiller yükseklik, maksiller derinlik, Y-aksı, nasolabial açı, FMA ve A-Nasion dikey çizgisine olan uzaklık değerlerinde düşük korelasyon tespit etmişlerdir. Yazarlar, dijital sistemin arşivleme, aktarma ve geliştirilebilir özellikleri de göz önüne alındığında dijital yöntemin günlük kullanım için uygun olacağını belirtmişlerdir.

Benzer bir araştırmada, 100 adet lateral sefalometrik radyografi kullanılarak kullanıcı içi tekrarlanabilirlik ve kullanıcılar arası güvenilirlik incelenmiştir. Radyografiler iki kullanıcı tarafından elle ve dijital ortamda Dolphin yazılımı ile çizilmiş ve ölçümler yapılarak analiz sonuçları elde edilmiştir. Kullanıcı içi güvenilirlik amacıyla iki hafta aradan sonra 30 radyografinin çizimi tekrarlanarak 11 açısal, 6 doğrusal ölçüm değerlendirilmiştir. Sonuçta her iki yöntem arasında birinci kullanıcı arasında istatistiksel fark bulunmazken, ikinci kullanıcının Nasion'dan Frankfurt düzlemine indirilen dikmeye A noktasının uzaklığı (mm), Nasion'dan Frankfurt düzlemine indirilen dikmeye Pogonion



noktasının uzaklığı (mm) ve üst keser-NA mesafesi ölçümlerinde fark görülmüştür. Yazar, çalışma sonucunda zaman açısından bilgisayarlı yöntemin avantajı dışında kullanıcı içi ve kullanıcılar arası hata miktarında bir artış olmadığını bildirmiştir (20).

2009 yılında 60 adet radyografi üzerinde yapılan diğer bir araştırmada, dijital çizim yazılımı (FACAD®) ile elle çizimi, sefalometrik ölçümlerin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği açısından kıyaslanmıştır. Dijital sefalometrik ölçümlerde büyük değişkenlik tespit edilmiştir. Özellikle iki yöntem arasında, yumuşak doku Gnathion, Labrale inferior ve Mentolabial sulcus ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmiştir. Ancak sonuç olarak, her iki yöntemin de rutin olarak kullanılabilmesi vurgulanmıştır (19).

Sefalometrik ölçümler arasındaki farkları karşılaştıran Polat-Özsoy ve ark. (80)'ları elle çizim yöntemi ile dijital tekniği kıyaslamışlardır. 30 hastaya ait tedavi öncesi ve sonrası sefalometrik radyografların Vistadent OC 1.1 ve elle çizildiği çalışmalarında 26 adet anatomik nokta kullanmışlardır. İki yöntem arasında SNB, Wits değeri, FMA, SN – Palatinal düzlem, üst keser-NA (mm), üst keser-FH, alt keser-NB (mm), ve Li – E düzlemi değerlerinde belirgin farklar bulunmasına rağmen ölçümlerde istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Birçok parametrenin sefalometrik ölçümleri her iki yöntem için de tekrarlanabilir bulunmuştur. Sonuç olarak yazarlar, iki yöntemin arasındaki farklılıkların minimum olduğunu ve her ikisinin kullanımında klinik olarak kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

2005 yılında yapılan bir araştırmada 60 lateral sefalogram iki yöntemle incelenmiştir: Bunlardan biri elle çizim, diğeri doğrudan olmayan olarak Dolphin programı (Dolphin 10.5) ile dijitize edilen yöntemdir. Güvenirlik açısından her yöntemin ölçümleri ikinci kere tekrar edilmiş ve tekrarlanabilirlikleri incelenmiştir. Farklar kıyaslandığında, elle çizim tekniği SNA, SNB, SN-palatinal düzlem, palatinal düzlem-alt çene düzlemi değerlerinde daha güvenilirken, Dolphin dijital tekniği üst keser-palatinal düzlem ve alt keser-mandibular düzlem değerlerinde daha güvenilir bulunmuştur. Araştırma sonucunda yazar, radyografik

magnifikasyona bağlı oluşan önemli bilgi kayıpları olduğu sonucuna varmıştır. Tanı amaçlı Dolphin kullanırken açısız ölçümlerde olmasa da boyutsal ölçümlerde sonucun belirgin şekilde etkilendiğini belirtmiştir (13).

Yirmi lateral sefalometrik analiz ölçümünün elle çizim yöntemi ve ekranda dijitalasyon tekniği ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, inceleme için kullanılan analizlerin tümü yumuşak dokulara aittir. Araştırmada Viewbox® 3.1.1.9 sefalometrik analiz programından faydalanılmıştır. Sonuçta nazal protrüzyon değeri dışında tüm elle çizim değerleri arasındaki fark, tekrarlanan çizimlerde 1 mm ve 1°den azdır. Ayrıca stomion noktasındaki tekrarlanabilirliğin düşük olmasının bu noktanın tespitindeki zorluktan kaynaklandığı bildirilmiştir (81).

Richardson (14), 50 lateral sefalometrik radyografi üzerinde yaptığı çalışmada, *dijitizer* üzerinde 14 sefalometrik nokta tespit etmiş ve aynısını geleneksel yöntemle de tekrarlamıştır. Aynı noktalar, aynı eksenler kullanılarak geleneksel yöntem ile doğrudan ölçüm yaparak da belirlemiş ve aralarındaki farkları karşılaştırmıştır. Horizontal koordinatlara bakıldığında, *dijitizer*de 14 noktanın 12'sindeki ölçüm sonuçları geleneksel yöntemle göre anlamlı derecede küçük bulunmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında, *dijitizer*in verilerinin daha üstün olduğu görülmüştür. Vertikal koordinatlara bakıldığında, *dijitizer* ölçümlerinin anlamlı farklılıkları 14 noktanın 12'sinde daha küçük iken standart sapma sadece 8 örnekte daha küçük çıkmıştır. Bu çalışma sonucunda geleneksel yöntem ve *dijitizer* ölçümlerinde farklı ölçümlerde her iki yöntemin de üstün olduğu taraflar olduğu görülmüştür. *Dijitizer*in birincil avantajının, eğimli doku kenarlarının çizimlerinde noktaların 'en öndeki', 'en arkadaki' gibi konumlarını belirlenmesindeki kolaylık olduğu bildirilirken, bilgisayarlı analiz programlarının verilerin aktarım hızları ve hazırlanması ile ilgili olarak da avantajlar sunduğu belirtilmiştir.

Sefalometrik radyografide ölçüm ve çizim hatalarının tespiti amacıyla yapılan bir araştırmada, ortak parametrelerin kullanıldığı ve önceden yapılmış üç farklı araştırmaya ait, 30 sefalometrik film incelenerek iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki iki araştırmada ortak kullanılan 23 parametre karşılaştırılırken,

ikinci grupta ise üç araştırmayı da kapsayan 9 parametre karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçta Sella, Nasion ve Gonion noktalarına ait değerlerinde izlenen fark nedeniyle bu noktaların yerinin saptanmasında hata yapılabileceği belirtilmiştir. Ancak ANB açısı ve üst keser uzun ekseni-NA (mm) değerinin en az hata yapılan, en güvenilir ölçümler olduğu belirtilmiştir (82).

Sefalometrik analizlerin bilgisayar programlarıyla yapılmasındaki temel avantajlardan birinin de zaman kazancı olduğu vurgulanmaktadır. İşeri ve ark. (20), 1992 yılında bilgisayar yöntemi ve geleneksel yöntem ile yapılan sefalometrik ölçümleri zaman açısından değerlendirmişlerdir. 50 hastaya ait sefalometrik radyografilerin çizimi sonrası ölçümler yapmışlardır. Her film için, ölçüm başlangıç ve bitiş zamanını kaydetmişlerdir. 100 bireyde 15 parametre ölçümü için geleneksel yöntem ile 22 saat 5 dakika gerekirken, bilgisayar yöntemi ile aynı işlem 2 saat 45 dakikada sonuçlanmıştır. Sonuç olarak, geleneksel yöntem ile 15 parametre ölçümü film başına ortalama 13 dakika 23 saniye, bilgisayar yöntemi ile aynı işlem 2 dakika 5 saniye sürmüştür. Bilgisayar ve elle çizim yöntemlerinin analiz sürelerini incelendiği diğer bir araştırmada da benzer şekilde, sefalometrik analizin bilgisayar programıyla daha kısa sürede tamamlandığı sonucuna varılmıştır.

Ölçümleri hatalardan arındırmak ve insan faktörü kaynaklı sorunlardan korunmak amacıyla anatomik noktaların otomatik olarak bilgisayar programı ile belirlenmesini sağlayan sistemler gelişmeye başlamıştır. Tarihte ilk kez otomatik anatomik nokta belirlenmesini geliştirilirken radyografik görüntüler monitör üzerinde incelenmektedir. Görüntüyü incelemek için Hücresel Mantık Görüntü İşlemcisi (CLİP4-*Cellular Logic Image Processor*) kullanılmaktadır. Geliştirilen algoritma ile Menton ve Sella noktaları hesaplanmış ve sonuçlar 23 adet geleneksel teknikle elde edilen radyografi ile karşılaştırılarak sistemin başarılı olduğu bulunmuştur (83).

Yapılan diğer bir çalışmaya göre ise, bilgisayarlı yöntemle otomatik olarak sefalometrik nokta belirleme sadece Sella, Nasion, Porion, Orbitale ve Gnathion gibi bazı noktalar için doğru sonuç vermektedir (84).

Sefalometrik analizlerin değerlendirmesinde kullanılan bir bilgisayar yöntemi sefalometrik noktaların belirlenmesinde kartezyen koordinat sistemi kullanılmıştır. Program, farklı operatörler tarafından yapılan çizimlerin, karşılaştırma imkanını sunabiliyor olması, bilgisayar sistemine rahatlıkla bilgi yüklenebiliyor olması ve otomatik olarak farklı ölçümleri yapabiliyor olması özellikleri ile öne çıkmıştır (5).

Bilgiye dayalı noktalama (*Knowledge based landmarking*) yöntemi dijitize edilen radyografik görüntü filtre edici işlemci ve kenar belirleyici kullanılarak incelenmiştir. Bundan sonra basit geometrik belirleme kullanılarak noktaların yeri saptanmıştır (85).

Parthasrthy ve ark. (86), anatomik noktaların belirlenmesi için algoritma kullanmayı önermişlerdir. Filtre etmeden önce görüntü çözünürlüğü, kontrastı ve kenar belirlenmesini azaltmak için piramit yöntemini kullanmışlardır. Algoritmayı yumuşak dokuda noktaların belirlenmesinde kullanmışlardır. Tam bir analiz gerçekleştirmek için gerekli 27 noktadan 10 tanesini belirleyerek 5 farklı görüntü kalitesindeki sefalometride başarılı sonuç vermiştir. Sonuç olarak noktaların belirlenmesinde yapılan hata miktarının 1 mm'den az olduğu bulunmuştur.

Yapılan bir araştırmada, bilgisayardaki sefalometrik radyografi üzerinde anatomik noktaların program vasıtasıyla otomatik olarak tanımlanması ve yerleştirilmesi değerlendirilmiştir. Otomatik olarak anatomik noktaların belirlenmesinde istatistiksel yol belirleme tekniği anatomik yapıların karakteristik özelliklerinden faydalanarak tanımlama yapmaktadır. *Spatial spectroscopy* yöntemi temel alınan çalışmada bilgisayarlı ve geleneksel yöntemler arasında noktaların belirlenme hatası çok büyük istatistiksel fark göstermemiştir (46).

Yapılan bir diğer çalışmada, kenar çizimi (*Edge Tracking*) tekniğinde radyografik görüntülerin iyi kalitede olması gerektiği vurgulanmıştır. Eğer radyografik görüntüler ekstra ya da parçalı çizgiler içeriyorsa, önemli olan çizgilerin ve noktaların doğru olarak belirlenemeyeceği vurgulanmıştır.

Araştırmacılar siyah beyaz matematiksel morfolojiyi kullanan hedef belirleme algoritma yöntemini, kafa yüz noktalarının belirlenmesi için uyarlamışlardır. Bu sistem 20 noktada %85'lik bir doğru belirleme oranına sahiptir (45).

Sefalometrik noktaların belirlenmesinde, ekran/film arasındaki duyarlılığı karşılaştırıldığı bir araştırmada altı sefalometrik anatomik nokta kullanılmıştır. Araştırmacı iki ekran/film kombinasyonu arasında noktaların belirlenmesinde çok büyük bir fark bulunmadığını belirtmiştir (87).

Konckak ve Koehler (88) tarafından sefalometrik analizlerin yapılmasında kullanılan yeni bir bilgisayar yazılım programı tanıtılmıştır. Bilgisayar ve *dijitizer* pedinden oluşan sistem onbeş sefalometrik noktayı bilgisayara aktararak, sefalometrik analizlerin yapılmasını sağlamaktadır. Araştırmacılar vektörler, vektör cebiri ve paskal dilini kullanarak açısız ve doğrusal ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Bilgisayar yardımı ile yapılan sefalometrik analizlerin gelecekte daha yaygın kullanım alanı bulacağını ve bu sayede ortodontistlerin daha hızlı, daha geçerli ve daha üstün sefalometrik analizler yapabileceğini bildirmişlerdir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamızın materyalini Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi olan hastaların arşivden alınan lateral sefalometrik radyografileri oluşturmaktadır. Mevcut 1045 dijital radyografiden seçim kriterlerine uymayanlar elendikten sonra kalan 345 radyografi içinden 100 adet lateral sefalometrik radyografi bu araştırma için rastgele seçilmiştir.

Çalışma için seçilen lateral sefalometrik radyografilerin alındığı 100 kişinin yaş ortalaması  $16,9 \pm 3,4$  yıldır (minimum 10 yaş, maksimum 20 yaş). Bireylerin %40'ını erkekler (yaş ortalaması  $16,1 \pm 3,3$  yıl) ve %60'ını kızlar (yaş ortalaması  $17,4 \pm 3,4$  yıl) oluşturmuştur. Maloklüzyon tiplerine göre sınıflandırıldığında, 91 Sınıf I, 8 Sınıf II, 1 Sınıf III maloklüzyona sahip bireyin lateral sefalometrik radyografisi çalışmaya dahil edilmiştir.

#### 3.1. Lateral Sefalometrik Radyografilerin Çekilmesi

Tüm dijital radyografiler Yeditepe Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda 68kV ve 5 MA ile aynı pantomogram ve sefalostat (Promax, Planmeca Oy, 00880 Helsinki, Finlandiya) kullanılarak alınmıştır.

Hastaların lateral sefalometrik radyografilerinin standardizasyonu için kulak deliğine yerleştirilen bilateral kulak çubukları içeren sefalostat kullanılmıştır. Hastaların midsagittal düzlemi x-ışınlarına dik, film düzlemine paralel konumlandırılmıştır.

Tüm kayıtlar dijital ortamda "JPEG" formatında dosyalanarak arşivlenmiştir. Elle çizim yönteminde kullanılacak olan dijital radyografiler, radyografi baskı cihazı (Drypro Model 771, Konica Minolta Medical Imaging USA, Inc. 411 Newark Pompton Turnpike Wayne, nj 07470) kullanılarak basılmıştır. Radyografideki magnifikasyon oranı 1,13 olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.Lateral Sefalometrik Radyografi Seçim Kriterleri

Çalışmamızda, sefalometrik ölçüm grubundaki bireylerin kronolojik, iskeletsel yaşlarına ve cinsiyetlerine dikkat edilmemiştir. Araştırmaya dahil edilen lateral sefalometrik filmlerin seçiminde şu kriterler göz önünde bulundurulmuştur:

1. Tüm lateral sefalometrik radyografilerin aynı cihaz kullanılarak alınmış olması.
2. Radyografide, kullanılacak anatomik işaret noktalarının belirlenmesinde güçlüğe neden olan netlik ve parlaklık sorunlarının bulunmaması.
3. Sefalostat baskısının, yumuşak doku projeksiyonunu etkilememiş olması.
4. Yumuşak doku kontraksiyonu bulunmaması.
5. Hastaların daimi dişlenme döneminde olması.
6. Ağızda metal yapı bulunmaması (metal kron, braket vb.)
7. Dişlerin oklüzyonda olması.
8. Eksik ya da gömülü diş bulunmaması.
9. Anatomik noktaların belirlenmesine engel olacak kadar kalın yumuşak doku olmaması.
10. Anamnezinde belirgin asimetri bulunmaması (hasta dosyalarından alınan bilgilere göre).
11. Ortognatik cerrahi geçirmiş veya geçirecek hasta olmaması (41, 79).

### 3.3. Sefalometrik Analiz Gereçleri

1. Negatoskop, yarı şeffaf asetat çizim kağıdı (0.03 inç) (G&H Wire Comp.), 0.1 mm (Faber-Castell, ecco pigment) çizim kalem, açıölçer, cetvel, selobant.

2. Bilgisayar: Intel® Pentium®4 CPU 3.00GHz, 512 MB RAM

3. İşletim Sistemi: Windows XP home.

4. Yazılım:

1) Dolphin Imaging Version 10.5, Cephalometric Tracing & Analysis Software (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA, ABD).

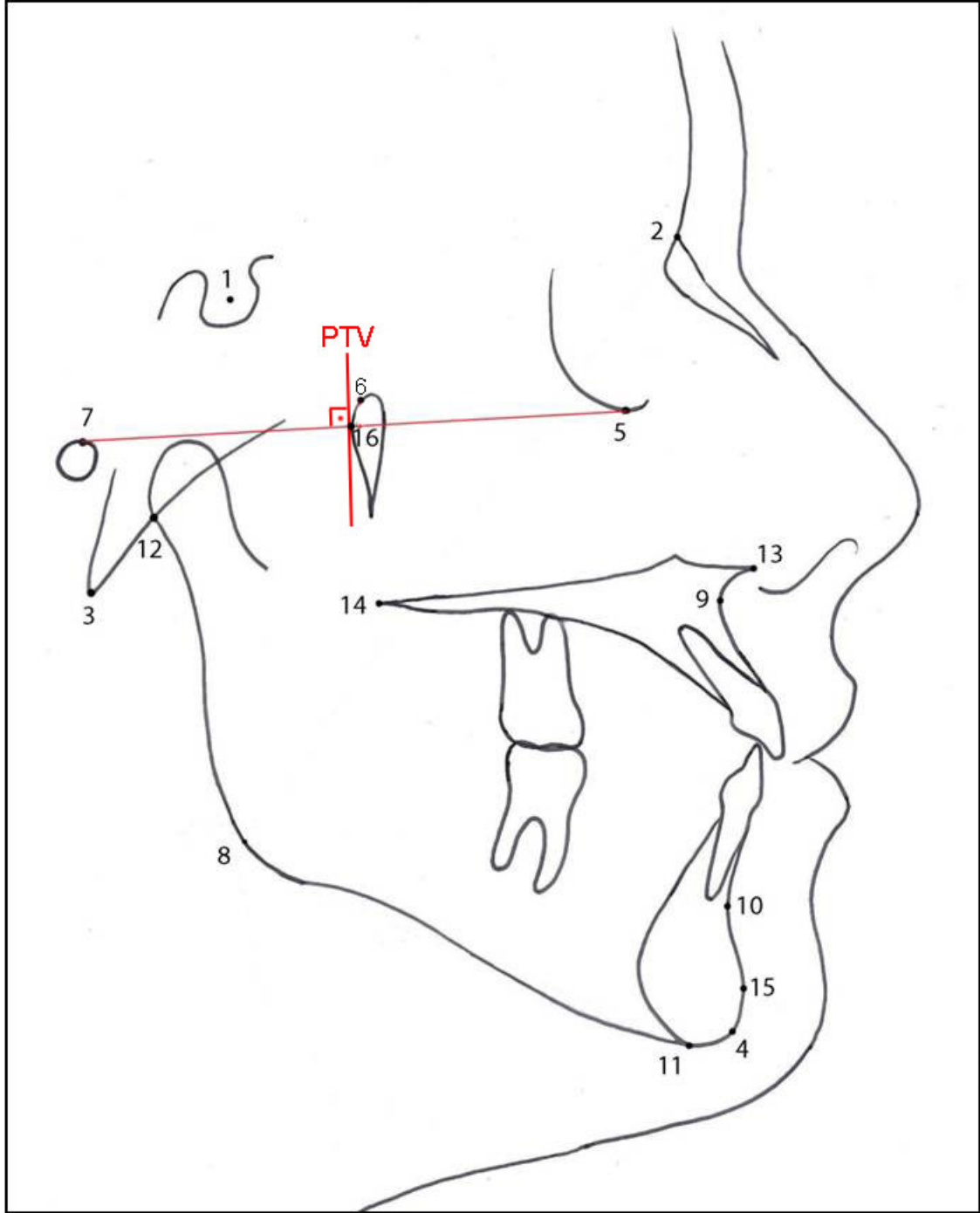
2) Nemoceph Dental Studio NX 2006 version 6 Dental Analysis & Treatment Planning Software (Madrid, İspanya).

3) Microsoft Excel; Office 2007.

4) İstatistiksel Analiz Yazılım Programı: NCSS-PASS 2007 istatistiksel analiz programı.



### 3.4. Anatomik İşaret Noktaları



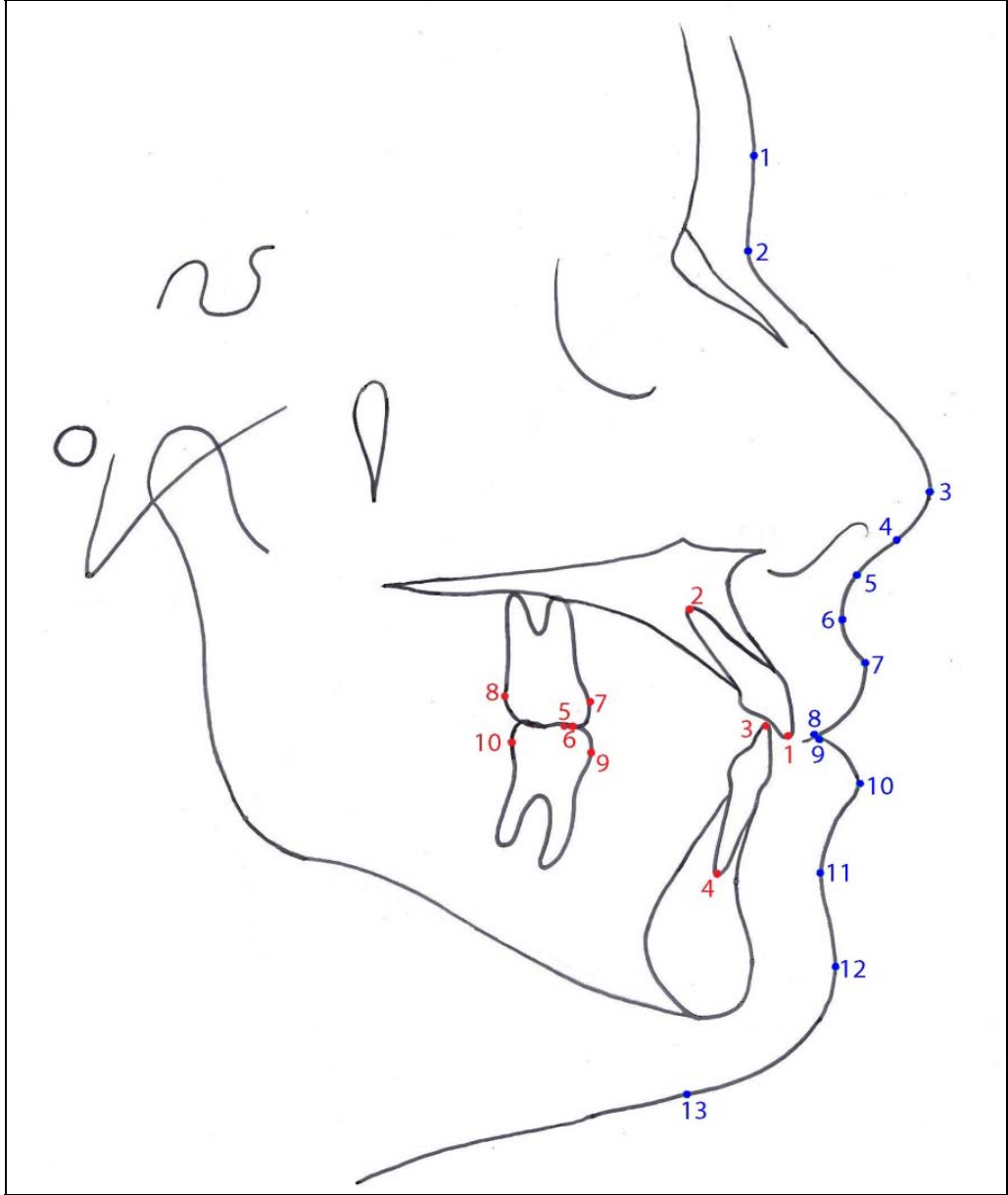
Şekil 3.1. İskeletsel işaret noktaları

### 3.4.1. İskeletsel İşaret Noktaları

Anatomik işaret noktalarının tanımı (48, 72):

1. Sella (S): *Sella turcica*'nın merkezi.
2. Nasion (N): Sutura frontonasalis'in en ön ve o bölgedeki en derin noktası.
3. Basion (Ba): *Foramen occipitale magnum*'un ön kenarının en ön noktası.
4. Gnathion (Gn): Kemik çene ucunun ön ve alt kenar görüntü çizgisinin Pogonion ve Menton noktaları arasında kalan parçasının ortası.
5. Orbitale (Or): Göz çukuru alt kenarının en derin noktası.
6. Pterygoid nokta (Pt): Lateral sefalometrik radyografilerde foramen rotundumun alt kenarı ile pterygoid maksiller fossanın kesişme noktası.
7. Porion (Po): *Meatus acusticus externus*' un en üst noktası.
8. Gonion (Go): Corpus mandibularis alt kenarı ile ramus mandibularis arka kenarının birleşim noktası.
9. A noktası: Anterior nasal spina altındaki üst çene ön alveol kemik girintisinin en derin noktası.
10. B noktası: Pogonion noktasının üzerindeki alt çene ön alveolar kemik girintisinin en derin noktası.
11. Menton (Me): Alt kesici dişlerin köklerinin lingual tarafını örten alveol kemiği görüntüsünün en arka çizgisi (kemiğin kompakt kısmı) aşağıya doğru takip edildiğinde bu çizginin mandibula alt kenarıyla birleştiği nokta.
12. Articulare (Ar): Alt çene kemiğinin artiküler çıkıntısının (*processus articularis ossis mandibularis*) arka kenarı ile kafa kaidesi dış (alt) sınırının kesişme noktası.

13. Anterior Nasal Spina (ANS): Anterior nasal açıklığın alt kenarında maksillanın anterior sivri kemik çıkıntısının uç noktasıdır.
14. Posterior Nasal Spina (PNS): Palatinal kemiğin posterior uç noktasıdır.
15. Pogonion (Pg): *Mandibular symphysis*'in en ön noktasıdır.
16. Yüz merkezi (CF): Frankfurt horizontal düzlemi ile pterygoid vertikalın birleşme noktasıdır.



**Şekil 3.2.** Dişsel (kırmızı renkli noktalar) ve yumuşak doku (mavi renkli noktalar) işaret noktaları

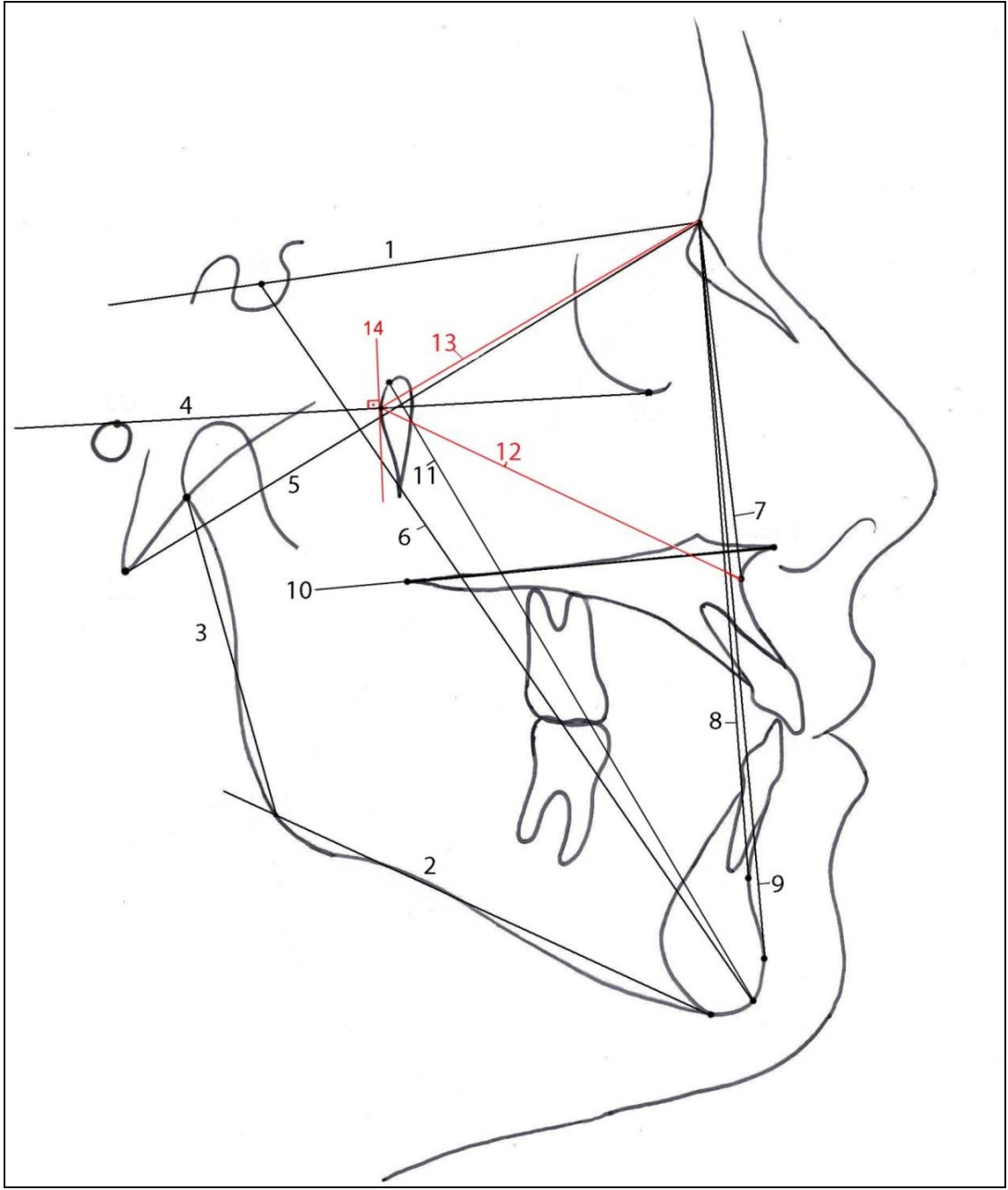
### 3.4.2. Dişsel İşaret Noktaları

1. Mx1c: Üst kesici kronunun ucu.
2. Mx1r: Üst kesici kökünün ucu.
3. Md1c: Alt kesici kronunun ucu.
4. Md1r: Alt kesici kökünün ucu.
5. U6o: Üst birinci büyük azının mezio-bukkal tüberkül tepesi.
6. L6o: Alt birinci büyük azının mezio-bukkal tüberkül tepesi.
7. Mx6m: Üst birinci büyük azının mezial kontakt noktası.
8. Mx6d: Üst birinci büyük azının distal kontakt noktası.
9. Md6m: Alt birinci büyük azının mezial kontakt noktası.
10. Md6d: Alt birinci büyük azının distal kontakt noktası.

### 3.4.3. Yumuşak Doku İşaret Noktaları

1. Glabella (G') : Alnın midsagital düzlemde en çıkıntılı olduğu nokta.
2. Yumuşak doku Nasion (N'): Burun kökündeki yumuşak doku konturunun en derin noktası.
3. Pronasale (Pn): Burun ucunun en çıkıntılı noktası.
4. Columella (Cm): Burnun kolumellası (burnun altında kalan kıvrım) üzerindeki en ön nokta.
5. Subnasale (Sn): Burnun alt kenarının dudağın dış sınırı ile birleştiği nokta.

6. Yumuşak doku A noktası (A'): Üst dudak konkavitesinin en derin noktası.
7. Labrale superior (Ls): Üst dudağın en ön noktası.
8. Stomion superius (Ss): Üst dudağın en alt noktası.
9. Stomion *inferius* (Si): Alt dudağın en üst noktası.
10. Labrale inferior (Li): Alt dudağın en ön noktası.
11. Yumuşak doku B noktası (B'): Li ve Pg' noktaları arasındaki alt dudağın kıvrımının en derin noktası.
12. Yumuşak doku Pogonion noktası (Pg'): Alt çene ucu yumuşak dokusunun en ön noktası.
13. Yumuşak doku Menton (Me'): Yumuşak doku çene ucunun en alt noktasının boyun düzlemi ile birleştiği nokta.



**Şekil 3.3.** İskeletsel analizler için kullanılan sefalometrik doğrular.

#### 3.4.4. İskeletsel Analizler için Kullanılan Sefalometrik Doğrular

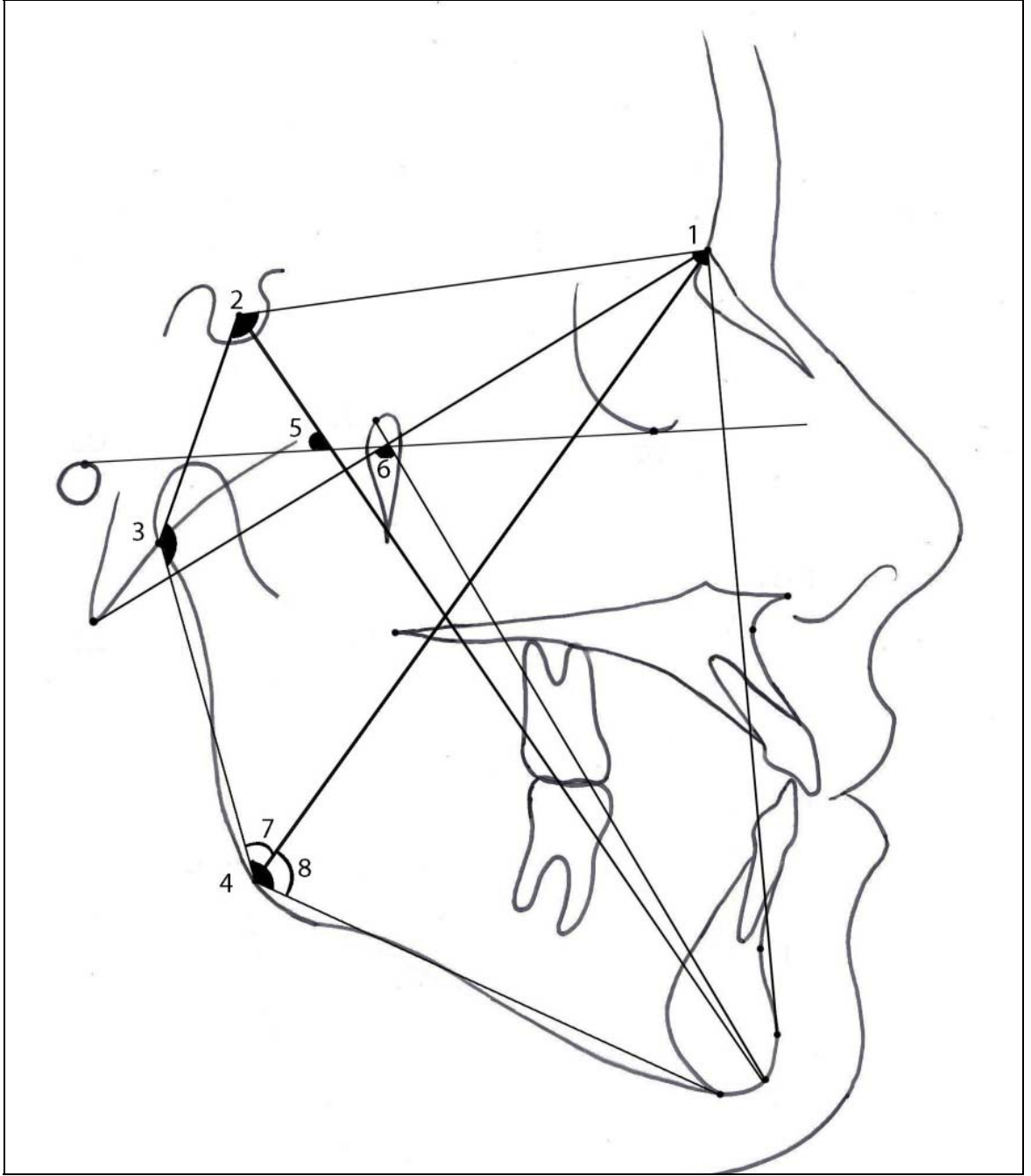
1. Ön kafa kaidesi düzlemi (S-N): S ve N noktalarından geçen doğru.
2. Mandibular düzlem (Go-Me): Go ve Me noktalarından geçen doğru.
3. Ar-Go (Ru): Ar ve Go noktalarından geçen doğru.
4. Frankfurt Horizontal Düzlemi (FH): Po ve Or noktalarından geçen doğru.
5. N-Ba: N noktası ile Ba noktalarından geçen doğru.
6. Yüz eksenini (S-Gn): S ve Gn noktalarından geçen doğru.
7. N-A: N ve A noktalarından geçen doğru.
8. N-B: N ve B noktalarından geçen doğru.
9. Yüz düzlemi (N-Pog): N noktası ve Pog noktasından geçen doğru.
10. Palatinal düzlem (PD): ANS ve PNS arasından geçen doğru.
11. Pt-Gn: Pt ve Gn noktalarından geçen doğru.
12. CF-A: CF ve A noktası arasındaki doğru.
13. CF-N: CF ve N arasındaki doğru.
14. Pterygoid Vertikal (PTV): Pterygopalatin fossanın distalinden Frankfurt horizontal düzlemine indirilen dikme.



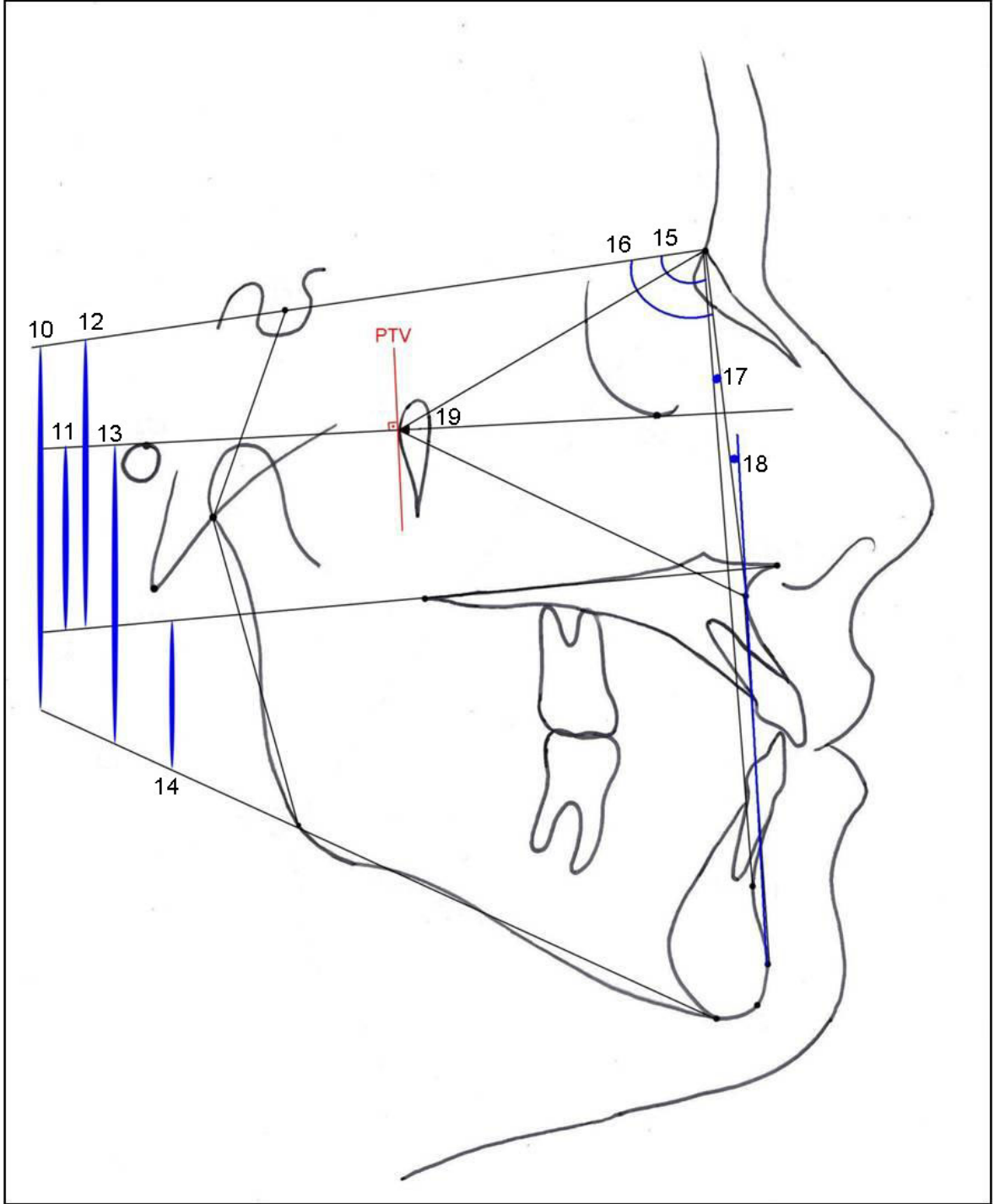


### **3.4.5. Dişsel ve Yumuşak Doku Analizleri için Kullanılan Sefalometrik Doğrular.**

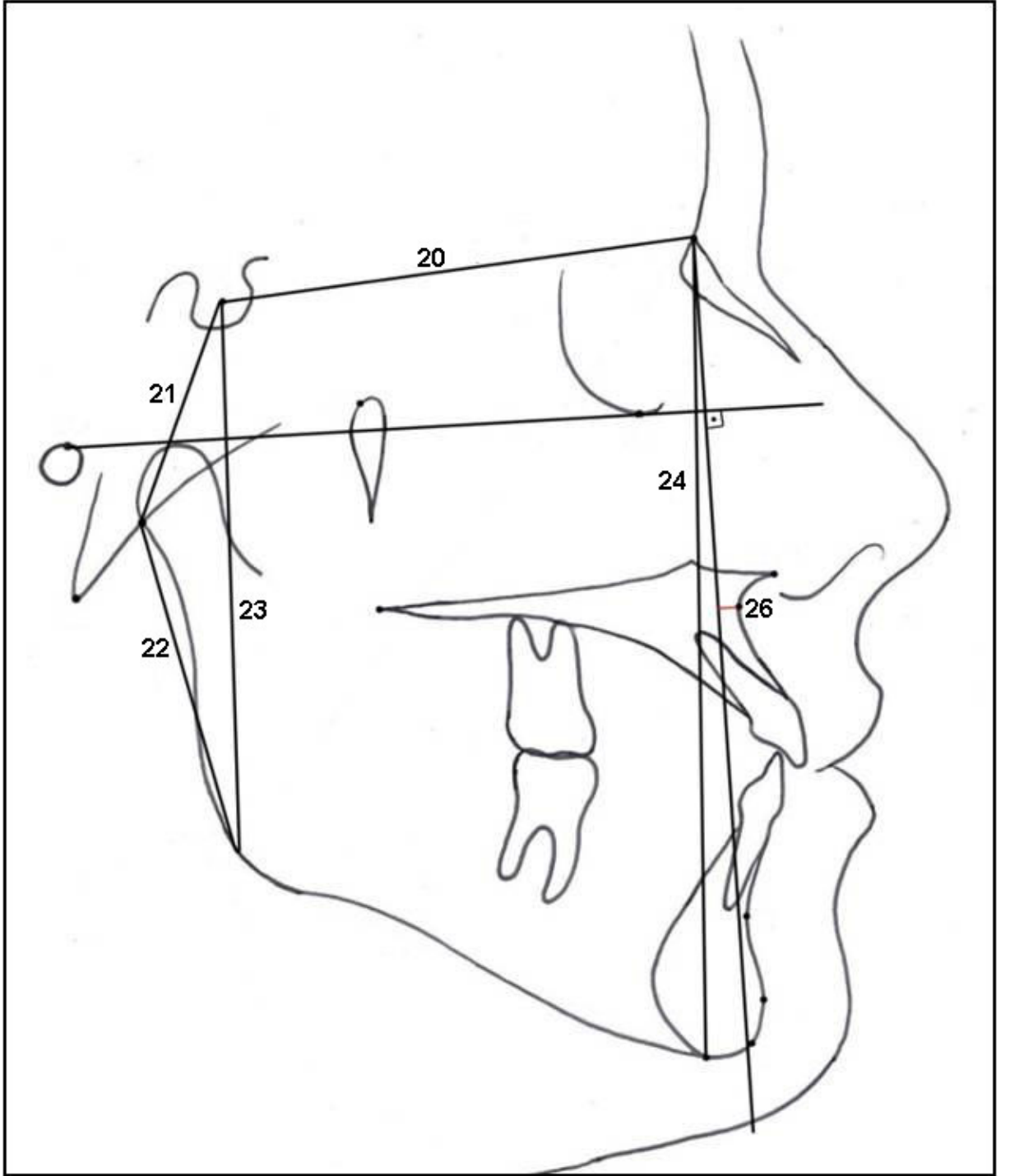
1. U1: Üst santral dişin kronunun ucu ile kökünün ucundaki noktalardan geçen doğru.
2. L1: Alt santral dişin kronunun ucu ile kökünün ucundaki noktalardan geçen doğru.
3. Okluzal düzlem (OD): Mx1c ile Md1c arasındaki mesafenin orta noktası ile U6o ve L6o arasındaki mesafenin orta noktasından geçen doğru.
4. Cm-Sn: Kolumella ve Subnasale noktalarından geçen doğru.
5. Sn-Ls: Subnasale ve Ls noktalarından geçen doğru.
6. E düzlemi: Yumuşak doku çene ucu ile yumuşak doku burun ucu arasında oluşturulan düzlem.
7. G'-Sn: Alnın en çıkıntılı noktası ile subnasal noktadan geçen doğru.
8. Sn-Pg': Subnasal nokta ile yumuşak doku pogonion noktasından geçen doğru.
9. TVL: S-N doğrusu ile arasında  $+7^\circ$  fark bulunan, subnazal noktadan geçen ve horizontal düzleme (THL) dik doğrudur.



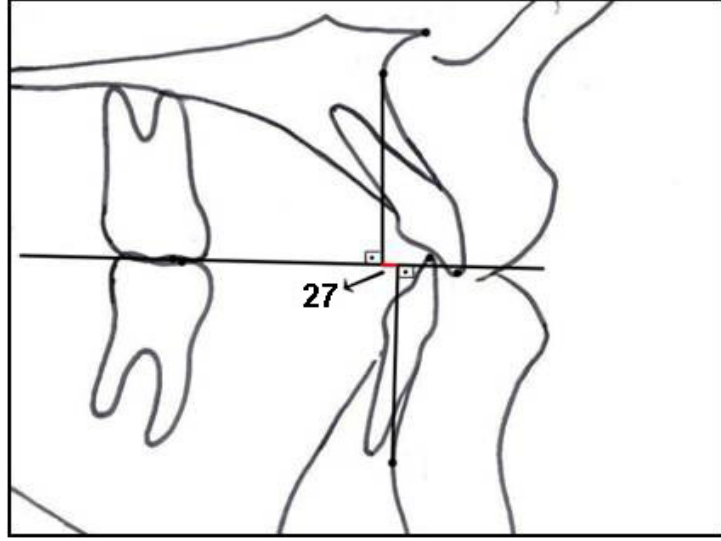
**Şekil 3.5.** İskeletsel açısal ölçümler



Şekil 3.6. İskeletsel açısal ölçümler (devamı)



Şekil 3.7. iskeletsel doğrusal ölçümler



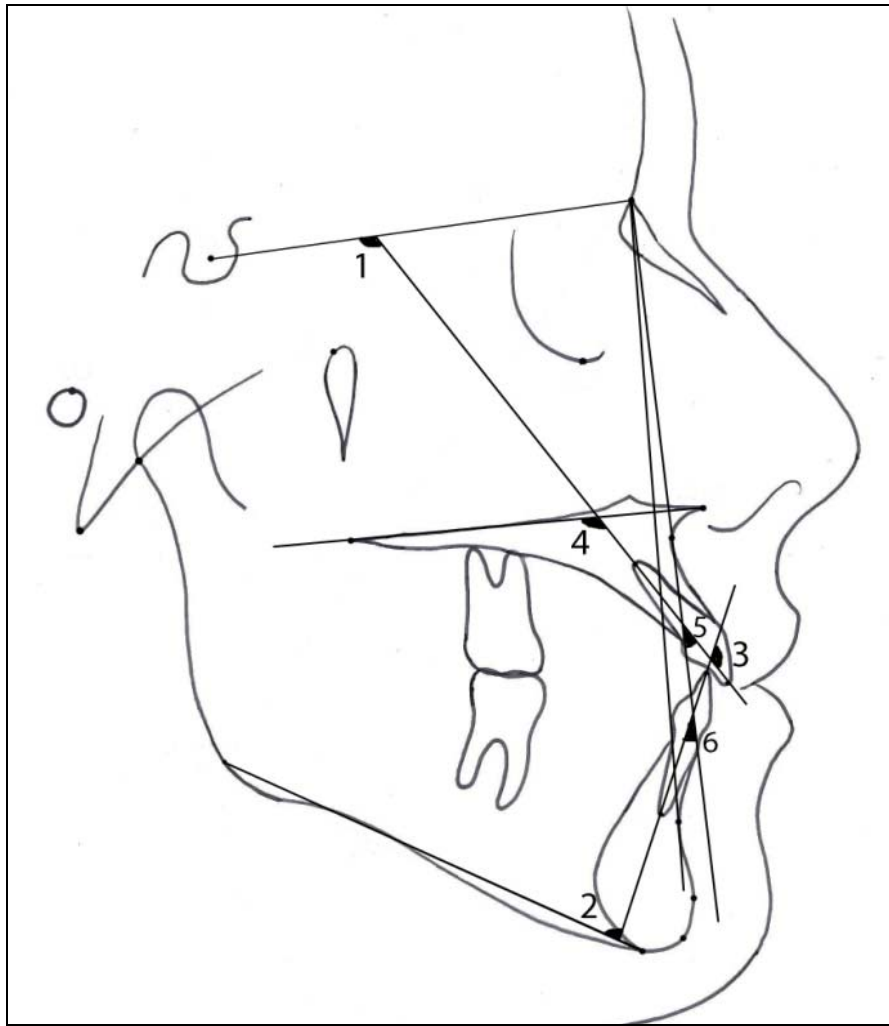
**Şekil 3.8.** İskeletsel ölçümler (wits ölçümü)

#### **3.4.6. İskeletsel Açısal ve Doğrusal Ölçümler**

1. Yüz derinlik açısı (YDA<sup>o</sup>) : S-N ile N-Pog doğruları arasında kalan açı.
2. Saddle açısı (Saddle<sup>o</sup>) : N, S, Ar noktaları arasında kalan açı.
3. Artikuler açı (ART A<sup>o</sup>) : S-Ar ve Ar-Go doğruları arasındaki açı.
4. Gonial açı (GO A<sup>o</sup>) : Ar, Go, Me noktaları arasında kalan açı.
5. Y-aksı açısı (Y-Aksı<sup>o</sup>) : Frankfurt horizontal düzlemi ile S-Gn arasındaki aşağı, öne bakan açı.
6. Yüz eksen açısı (YEA<sup>o</sup>) : Ba ve N noktalarından geçen doğru ile Pt ve Gn noktaları arasından geçen doğru arasında oluşan ve aşağı yöne bakan açı.
7. Üst gonial açı (U.GO A<sup>o</sup>) : Ar, Go, N noktaları arasında kalan açı.
8. Alt gonial açı (A.GO A<sup>o</sup>) : N, Go, Me noktaları arasında kalan açı.

9. Posterior iç açılar toplamı (PiAT°) : Artikuler, Gonion ve Saddle açılarının toplamı.
10. SN-MD° : S-N ve Go-Me doğruları arasında kalan açı.
11. PD-FH° : Palatinal düzlem ve Frankfurt horizontal düzlemi arasında kalan açının ölçümü.
12. SN-PD° : SN ve PD düzlemleri arasında kalan açının ölçümü.
13. FMA° : Frankfurt horizontal düzlemi ile Go-Me arasındaki düzlem.
14. PD-MD° : Palatinal düzlem ve mandibuler düzlem arasında kalan açının ölçümü.
15. SNB° : S, N ve B noktaları arasındaki açı.
16. SNA° : S, N ve A noktaları arasındaki açı.
17. ANB° : N, A ve B noktaları arasındaki açı.
18. İskeletsel konveksite açısı (Skon°) : N, A ve Pogonion noktalarının arasında kalan açı.
19. Maksiller yükseklik açısı (MY°) : N-CF ve CF-A doğruları arasında kalan açıdır.
20. Ön kafa kaidesi uzunluğu (ÖKK) (mm) : S ve N noktaları arasındaki mesafenin ölçümü.
21. Arka kafa kaidesi uzunluğu (AKK) (mm) : S ve Ar noktaları arasındaki mesafenin ölçümü.
22. Ramus uzunluğu (Ru) (mm) : Ar ve Go noktaları arasındaki mesafenin ölçümü.
23. Arka yüz yüksekliği (AYY) (mm) : S ile Go noktaları arasındaki mesafenin ölçümü.
24. Ön yüz yüksekliği (ÖYY) (mm) : N ve Me noktaları arasındaki mesafenin ölçümü.

25. Jarabak oranı: Arka yüz yüksekliğinin [23 (S-Go)], ön yüz yüksekliğine [ 24 (N-Me)] oranı.
26. Na-perp (mm) : A noktasının, N noktasından Frankfurt düzlemine dik inen doğruya (yüz düzlemi) olan en yakın mesafesi.
27. Wits (mm) : A ve B noktalarından oklüzal düzleme indirilen dikmeler ile oluşan iki noktanın arasındaki mesafe.

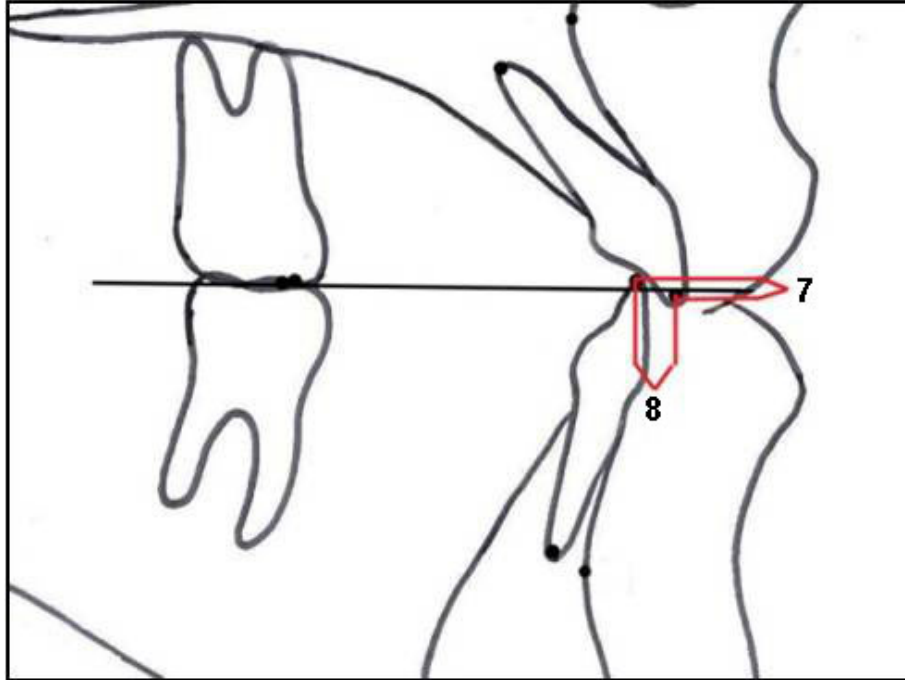


**Şekil 3.9.** Dişsel açısal ölçümler



### 3.4.7. Dişsel Ölçümler

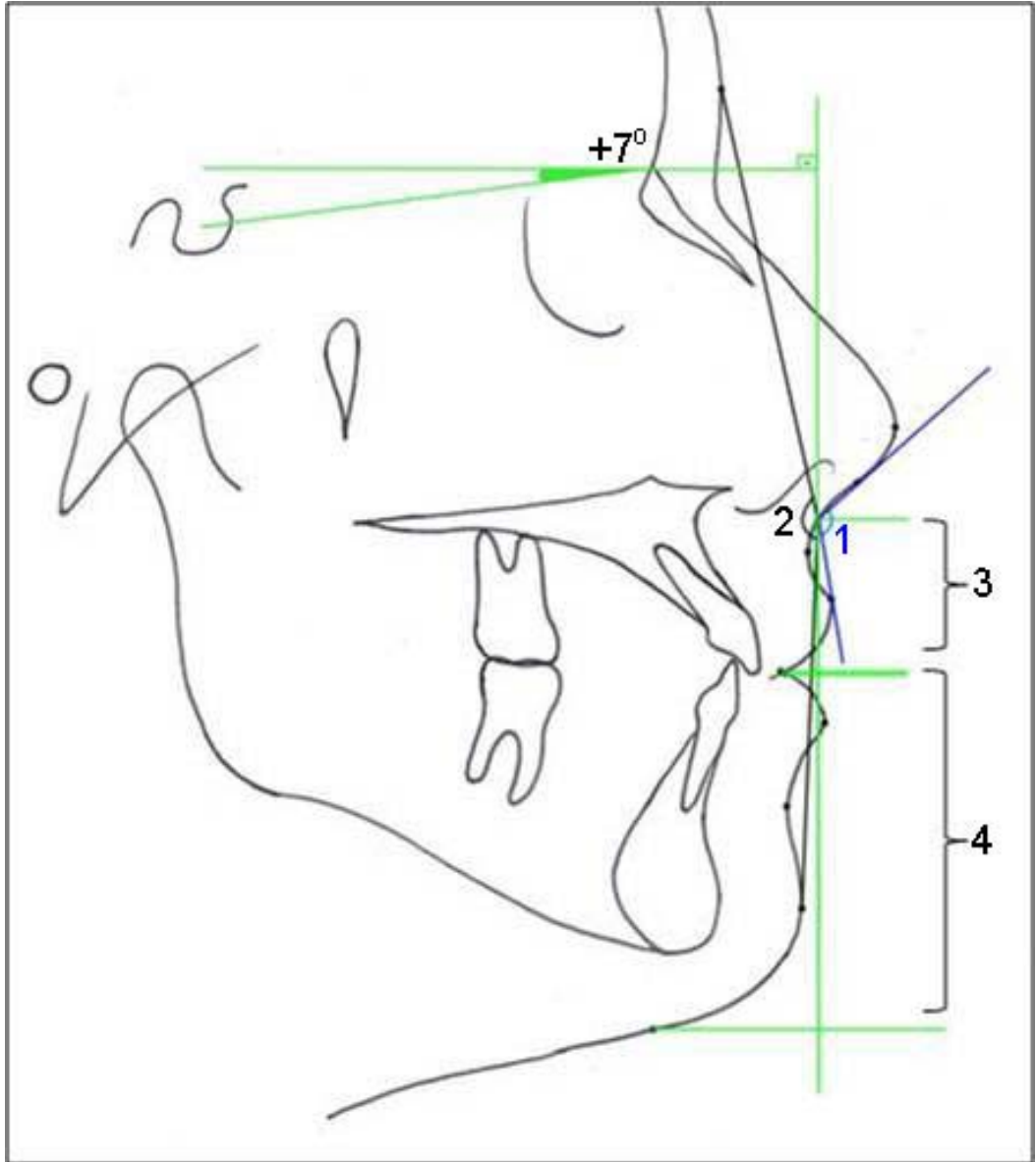
1. U1-SN° : SN doğrusu ile üst birinci keser uzun eksenini arasındaki aşağı, arkaya bakan açı.
2. IMPA° : Go-Me doğrusu ile alt birinci keser uzun eksenini arasındaki önde kalan açı.
3. Kesiciler arası açı (İ.A°) : Üst birinci keser uzun eksenini ile alt birinci keser uzun eksenini oluşturduğu doğrular arasında kalan açı.
4. U1-PD° : Üst birinci keser uzun eksenini ile palatinal düzlem arasındaki açı.
5. U1-NA° : Üst birinci keser uzun eksenini ile NA doğruları arasındaki dar açının ölçümü.
6. L1-NB° : Alt birinci keser uzun eksenini ile NB doğruları arasındaki dar açının ölçümü.



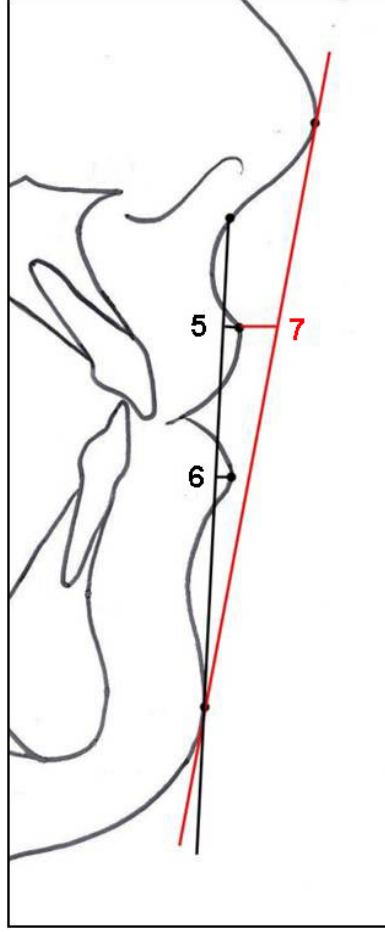
Şekil 3.10. Dişsel doğrusal ölçümler

7. Overbite (OB) (mm) : Alt ve üst kesicilerin tepe noktaları arasındaki uzaklığın oklüzal düzleme göre dik yöndeki ölçümü.

8. Overjet (OJ) (mm) : Alt ve üst kesicilerin tepe noktaları arasındaki uzaklığın oklüzal düzlem üzerindeki ölçümü.



**Şekil 3.11.** Yumuşak doku açısal ve doğrusal ölçümleri



**Şekil 3.12.** Yumuşak doku açısal ve doğrusal ölçümleri (devamı)

#### **3.4.8. Yumuşak Doku Ölçümleri**

1. Nasolabial açı<sup>o</sup> : Cm, Sn ve Ls noktaları arasındaki açı.
2. Yüz konveksitesi açısı (YK<sup>o</sup>) : G', Sn, Pg' noktaları arasında kalan açı.
3. ÜDU (mm) : Ss ve Sn noktalarının TVL düzlemi üzerindeki izdüşümü mesafesi.
4. ADU (mm) : Si ve Me' noktalarının TVL düzlemi üzerindeki izdüşümü mesafesi.

5. ÜDP (mm) : Ls noktasının Sn, Pg' düzlemine en yakın uzaklık mesafesi (Üst dudak protrüzyonu).

6. ADP (mm) : Li noktasının Sn, Pg' düzlemine en yakın uzaklık mesafesi (Alt dudak protrüzyonu).

7. ÜDP (mm) : Ls noktasının E-düzlemine olan lineer uzaklık değeri.

### **3.5. Çalışmamızda Kullanılan Analiz Teknikleri**

#### **3.5.1. Konvansiyonel Teknik (Elle Çizim)**

Konvansiyonel teknikte, radyografiler el ile çizilir. Bu teknikte, hastalardan alınan lateral sefalometrik radyografiler, üzerlerine yarı şeffaf asetat çizim kağıdı (0.03 inç) (G&H Wire Comp.) bantlandıktan sonra negatoskop üzerinde 0,1 mm kalınlığında (Faber-Castell, ecco pigment) çizim kalemi ile çizilmiştir. Çizimler anatomik noktaların net seçilebilmesi için karanlık odada yapılmıştır. Ölçümler için açıölçer ve cetvelden yararlanılmıştır. Uzunluk ölçümleri cetvel üzerindeki en yakın 0,5 mm'lik değere, açisal ölçümler ise açıölçer üzerindeki en yakın 0,5°'lik değere yuvarlatılarak hesaplanmıştır.

Elde edilen lateral sefalometrik radyografiler, orijinal görüntü büyüklüklerinden saptığından ölçüm standardizasyonun sağlanması için magnifikasyon hatasının ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu nedenle elle yapılan sefalometrik analizdeki tüm doğrusal ölçümler 1,13 magnifikasyon oranına göre düzeltilmiştir.

#### **3.5.2. Bilgisayarlı Teknik**

##### **3.5.2.1. Dolphin Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Programı**

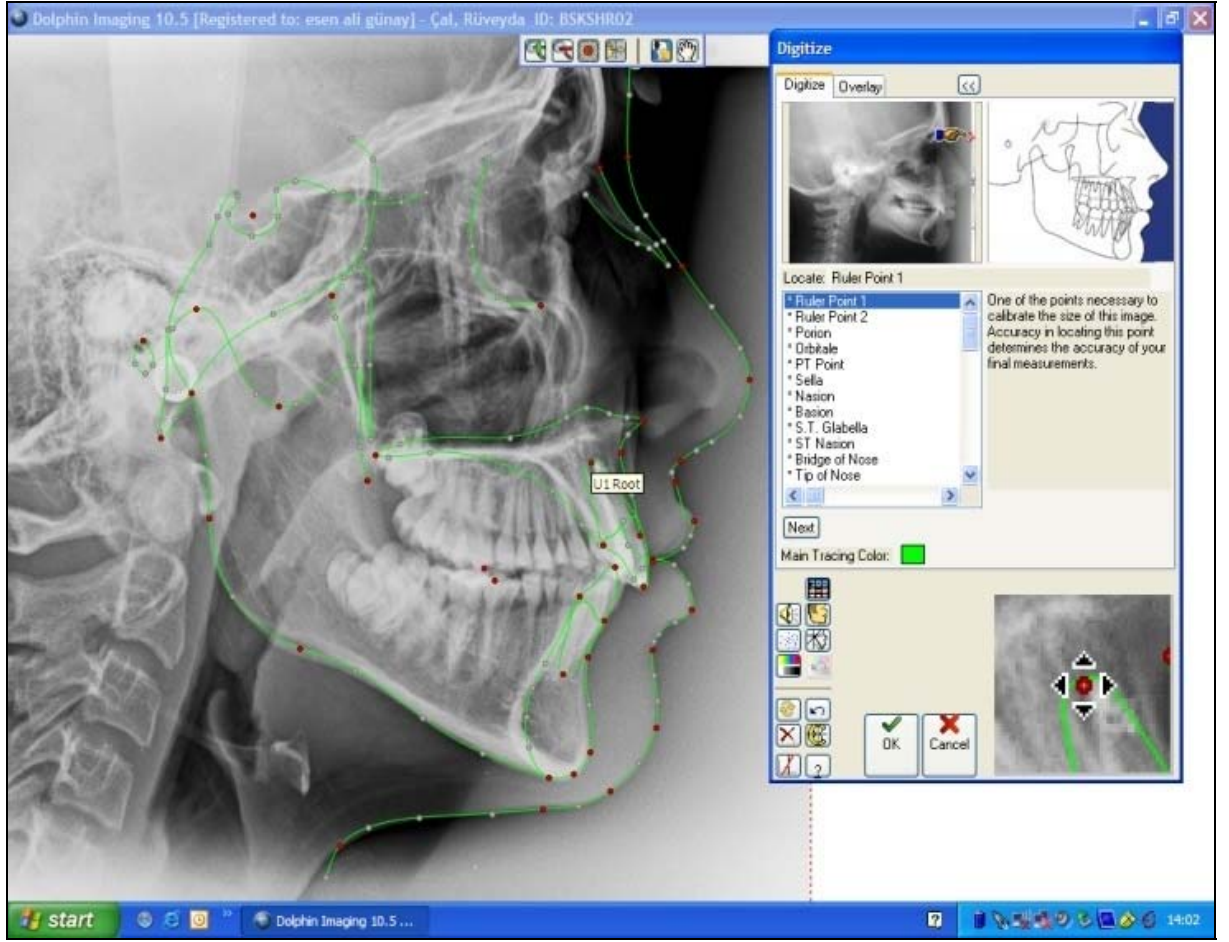
Çalışmamızda "Cephalometric Tracing and Analysis – Dolphin Imaging Version 10.5" yazılımı kullanılmıştır. Dijital lateral sefalometrik radyografiler

programda açıldıktan sonra Planmeca Sefalostat üzerinde yer alan ve orijinal görüntünün üzerinde izlenen 45 mm uzunluğundaki cetvelin görüntüsü kullanılarak kalibrasyon sağlanmıştır.

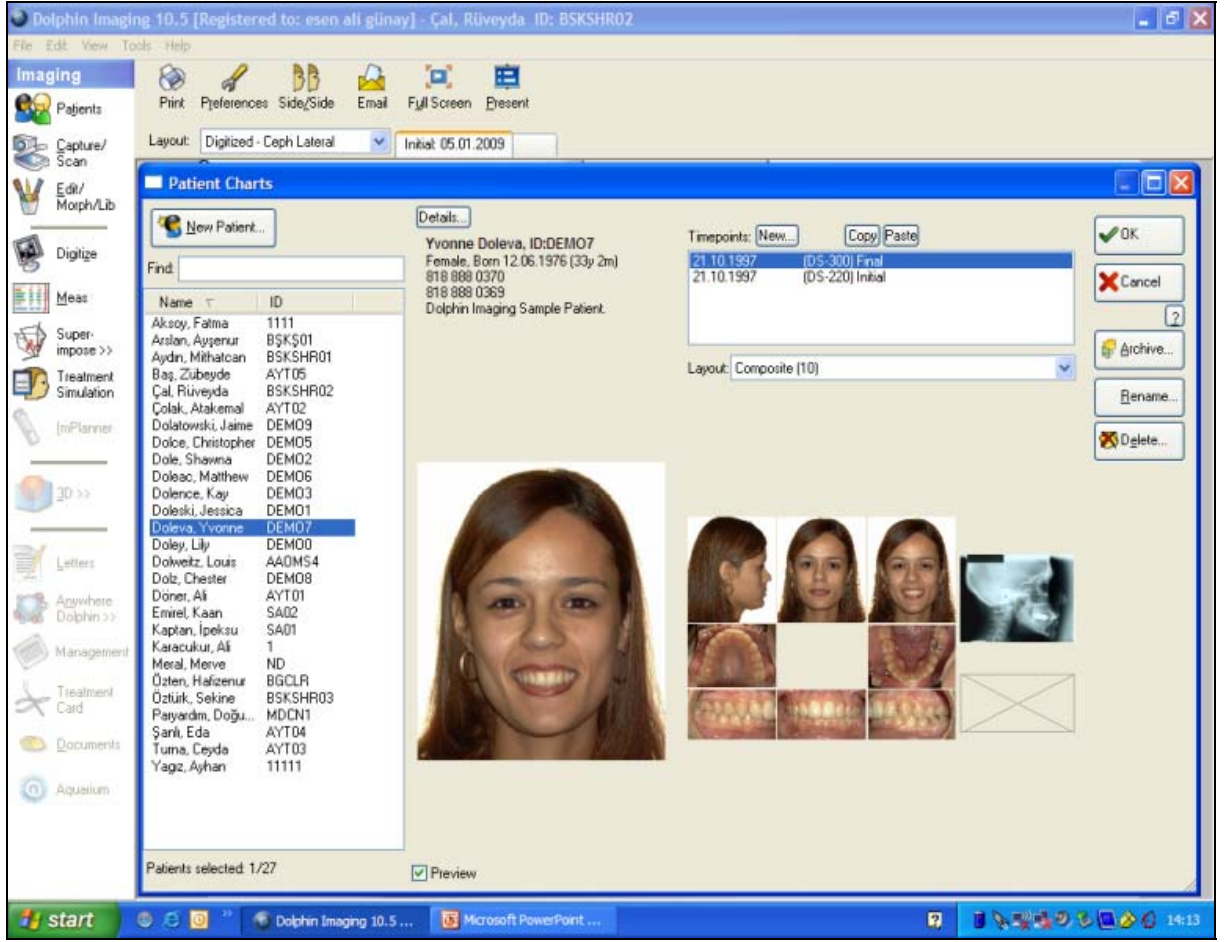
### **Dolphin Sefalometrik Çizim ve Analiz Modülü**

Bu modül lateral sefalometrik radyografi üzerinde çizim, çakıştırma ve 400'ün üzerinde sefalometrik analiz yapma imkanı vermektedir. Dolphin sefalometrik çizim ve analiz modülü aşağıdaki başlıklarda tanımlanabilir:

1. Standart ve kişiye göre uyarlanmış analizler kullanılarak sefalometrik radyografi üzerinde dijitalasyon ve çizim yapılması.
2. Bilgisayara aktarılan radyografi üzerindeki yapıların manüel olarak izlenmesi.
3. Hastanın sefalometrik çiziminin ve ölçüm tablolarının görüntülenmesi.
4. Karşılaştırma için radyografi çakıştırılması.
5. Tedavi planlamasına hazırlık amacıyla hastanın sefalometrik çiziminin profil fotoğrafının üzerine çakıştırması.



**Resim 3.1.** Dolphin çizim penceresi



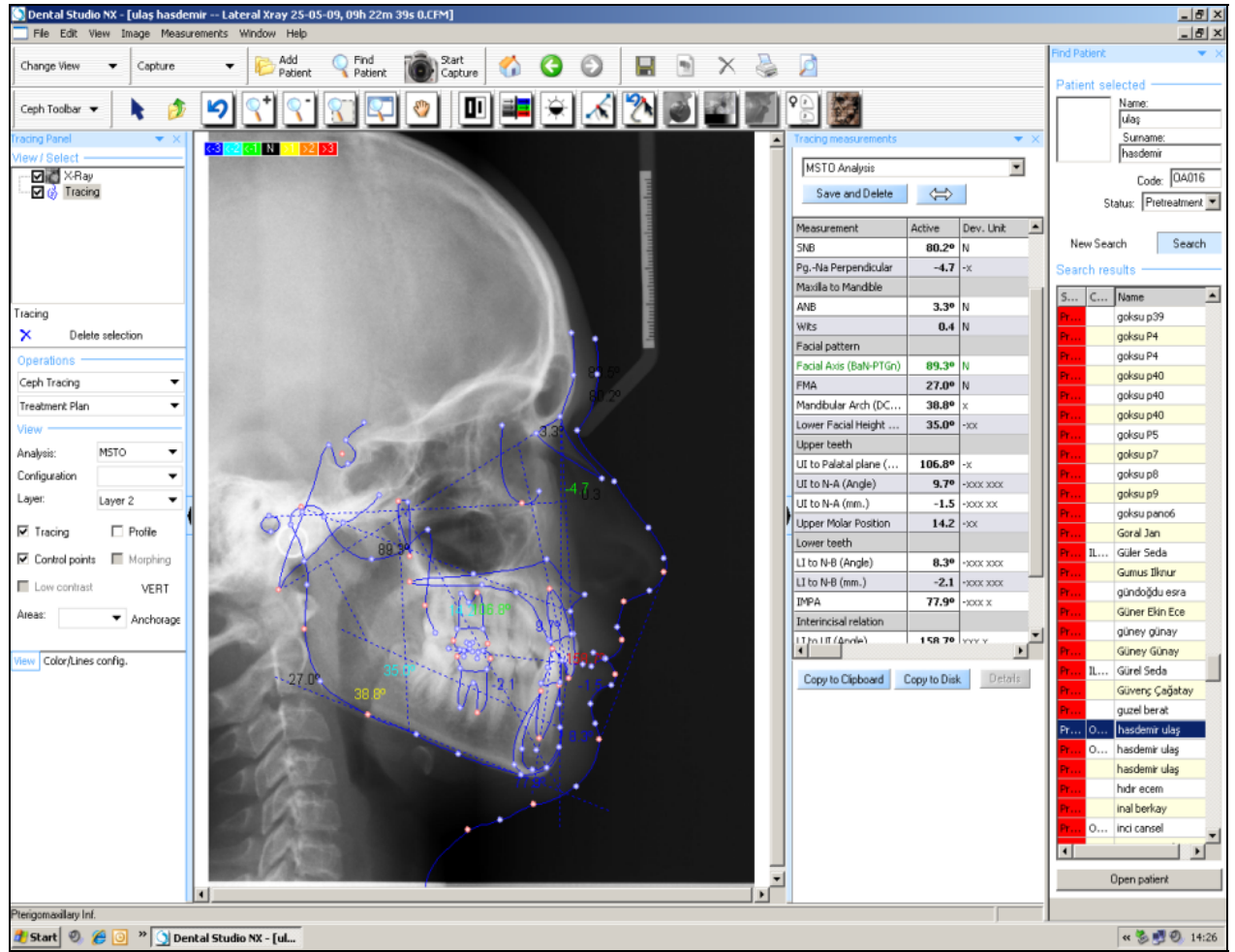
**Resim 3.2.** Dolphin hasta listesi penceresi

### 3.5.2.2. Nemoceph Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Programı

Nemoceph Dental Studio NX 2006, diş hekimliği ve çene yüz cerrahisi alanında kullanılan analiz, planlama ve öngörü programıdır. Hastanın lateral radyografileri, frontal radyografileri, lateral resimleri, frontal resimleri ve oklüzal görüntüler üzerinde analiz yapma imkanı vermektedir. Büyüme tahmini ve morfolojik değişikliklerin de yapılabildiği bu program İspanya, Madrid'de merkezi bulunan Nemotec firmasının bir ürünüdür.

Nemoceph Bilgisayarlı Sefalometrik Analiz Programı ile çalışmamızda kullanılan radyografilerin sefalometrik analizleri tekrarlanmıştır. Dijital olarak

elde edilen radyograflerin kalibre edilebilmeleri için sefalostat üzerindeki 45 mm uzunluk kullanılmıştır.



Resim 3.3. Nemoceph çizim penceresi

### 3.6. Ölçüm Süresi

Geleneksel yöntem ve iki farklı bilgisayarlı sefalometrik analiz programı (Dolphin ve Nemoceph) ile yapılan ölçümler sırasında analiz süreleri dijital kronometre kullanılarak kaydedilmiştir. Elde edilen toplam süreler her üç ölçümün ayrı ayrı ortalamasını hesaplamak için kullanılan radyografi sayısına (n=100) bölünmüştür.



### **3.7. Yöntem Hatası**

Araştırmada gerçekleştirilen tüm ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve ölçümcü güvenilirliğinin belirlenebilmesi için, araştırma kapsamında yer alan 100 adet radyografi arasından rastgele 30 tanesi seçilerek tekrar çizilmiştir. Çizimler, hem el ile hem de Nemoceph ve Dolphin bilgisayar programları kullanılarak, ilk çizimlerden bağımsız şekilde 1 ay sonra yeniden yapılmıştır.

### **3.8. İstatistiksel Değerlendirme**

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS-PASS istatistiksel yazılım 2007 (329 North 1000 east, Kaysville, Utah 84037, ABD) bilgisayar programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerin (ortalama, standart sapma) yanı sıra ölçümcü içi güvenilirliğinin belirlenmesinde elle çizim, Dolphin ve Nemoceph için iki yönlü sınıfıçı korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Geleneksel ölçüm ile Nemoceph ve Dolphin programları ile yapılan ölçümlerinin güvenilirliğini belirlemede de iki yönlü sınıfıçı korelasyon katsayısı kullanılmış; mutlak farklar ve % değişkenlik hesaplanmıştır. Geleneksel ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph programı ile yapılan ölçümlerin ve ölçüm sürelerinin istatistiksel farklılığı eşleştirilmiş t testi kullanılarak araştırılmıştır. Sonuçların anlamlılığı  $p < 0,05$  düzeyinde, %95'lik güven aralığında değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi

#### 4.1.1. İskeletsel Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliğinin Değerlendirilmesi

Ölçümcü güvenirligi değerlendirildiğinde; elle yapılan ölçümlerde iskeletsel değerlerin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,991 ile 0,999 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Dolphin bilgisayar programı ile yapılan ölçümlerde iskeletsel değerlerin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,985 ile 0,999 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu bulunmuştur.

Nemoceph bilgisayar programı ile yapılan ölçümlerde iskeletsel değerlerin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,986 ile 0,999 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu saptanmıştır. **(Tablo 4.1.)**

**Tablo 4.1.** İskeletsel ölçümlerin ölçümcü içi güvenirliliği.

	Elle		Dolphin		Nemoceph	
	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA
YDA°	0,998	(0,995-0,999)	0,999	(0,997-0,999)	0,986	(0,971-0,993)
Saddle°	0,998	(0,996-0,999)	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
ART A°	0,997	(0,994-0,999)	0,997	(0,993-0,998)	0,993	(0,986-0,997)
GO A°	0,998	(0,997-0,999)	0,995	(0,989-0,998)	0,998	(0,997-0,999)
Y-Aksi°	0,987	(0,972-0,994)	0,999	(0,997-0,999)	0,992	(0,983-0,996)
YEA°	0,999	(0,997-0,999)	0,985	(0,969-0,993)	0,999	(0,997-0,999)
U.GO A°	0,999	(0,997-0,999)	0,995	(0,990-0,998)	0,999	(0,997-0,999)
A.GO A°	0,998	(0,995-0,999)	0,995	(0,990-0,998)	0,995	(0,989-0,997)
PIAT°	0,996	(0,992-0,998)	0,999	(0,997-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
SN-MD°	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
PD-FH°	0,999	(0,998-0,999)	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
SN-PD°	0,999	(0,997-0,999)	0,995	(0,989-0,997)	0,997	(0,994-0,999)
FMA°	0,995	(0,989-0,997)	0,998	(0,997-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
PD-MD°	0,997	(0,994-0,999)	0,999	(0,997-0,999)	0,994	(0,988-0,997)
SNB°	0,999	(0,997-0,999)	0,998	(0,995-0,999)	0,997	(0,993-0,998)
SNA°	0,999	(0,997-0,999)	0,998	(0,997-0,999)	0,998	(0,996-0,999)
ANB°	0,999	(0,997-0,999)	0,996	(0,992-0,998)	0,999	(0,997-0,999)
Skon°	0,996	(0,993-0,998)	0,998	(0,997-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
MY°	0,993	(0,986-0,997)	0,996	(0,992-0,998)	0,993	(0,986-0,997)
OKK (mm)	0,992	(0,983-0,996)	0,998	(0,996-0,999)	0,993	(0,986-0,997)
AKK (mm)	0,995	(0,990-0,998)	0,989	(0,977-0,995)	0,996	(0,993-0,998)
RY (mm)	0,991	(0,981-0,996)	0,992	(0,984-0,996)	0,986	(0,970-0,993)
AYY (mm)	0,997	(0,994-0,999)	0,999	(0,997-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
OYY (mm)	0,996	(0,992-0,998)	0,998	(0,997-0,999)	0,996	(0,992-0,998)
Jarabak	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)	0,998	(0,996-0,999)
Na-perp (mm)	0,992	(0,984-0,996)	0,998	(0,996-0,999)	0,995	(0,989-0,998)
Wits (mm)	0,990	(0,980-0,995)	0,995	(0,989-0,998)	0,997	(0,994-0,999)

n=30

GA: Güven aralığı

#### 4.1.2. Dişsel Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliliğinin Değerlendirilmesi

Dişsel veriler için ölçümcü güvenirliliği değerlendirildiğinde; elle yapılan ölçümlerde dişsel değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,981 ile 0,999 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Dolphin ölçümlerin dişsel değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,991 ile 0,999 arasında değiştii ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu bulunmuştur.

Nemoceph ölçümlerin dişsel değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,991 ile 0,999 arasında değiştii ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.2.)

**Tablo 4.2.** Dişsel ölçümlerin ölçümcü içi güvenirliliği.

	Elle		Dolphin		Nemoceph	
	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA
U1-SN°	0,992	(0,983-0,996)	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
IMPA°	0,998	(0,995-0,999)	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
İ.A°	0,999	(0,997-0,999)	0,994	(0,987-0,997)	0,992	(0,983-0,996)
U1-PD°	0,999	(0,997-0,999)	0,998	(0,995-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
U1-NA°	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
L1-NB°	0,981	(0,96-0,991)	0,991	(0,981-0,996)	0,995	(0,99-0,998)
OB (mm)	0,994	(0,987-0,997)	0,998	(0,995-0,999)	0,997	(0,994-0,999)
OJ (mm)	0,998	(0,996-0,999)	0,993	(0,986-0,997)	0,991	(0,981-0,996)

n=30

GA: Güven aralığı

#### 4.1.3. Yumuşak Doku Ölçümlerin Ölçümcü İçi Güvenirliliğinin Değerlendirilmesi

Yumuşak doku verileri için ölçümcü içi güvenirliliği değerlendirildiğinde; elle yapılan ölçümlerde, yumuşak doku değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,980 ile 0,999 arasında değiştii ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Dolphin ile yapılan ölçümlerde, yumuşak doku değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,959 ile 0,999 arasında değiştii ve kabul düzeyinin 0,70'in olduğu bulunmuştur.

Nemoceph ile yapılan ölçümlerde, yumuşak doku değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,933 ile 0,999 arasında değiştii ve kabul düzeyinin 0,70'in olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3.)

**Tablo 4.3.** Yumuşak doku ölçümlerin ölçümcü içi güvenilirliği.

	Elle		Dolphin		Nemoceph	
	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı	%95 GA
Nasolabial°	0,983	(0,964-0,992)	0,982	(0,963-0,992)	0,998	(0,995-0,999)
YK°	0,999	(0,998-0,999)	0,999	(0,998-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
UDU (mm)	0,999	(0,997-0,999)	0,998	(0,996-0,999)	0,999	(0,997-0,999)
ADU (mm)	0,999	(0,997-0,999)	0,997	(0,994-0,999)	0,999	(0,998-0,999)
UDP (mm)	0,980	(0,971-0,987)	0,997	(0,995-0,999)	0,933	(0,860-0,968)
ADP (mm)	0,998	(0,996-0,999)	0,996	(0,992-0,998)	0,997	(0,993-0,998)
UDE (mm)	0,999	(0,997-0,999)	0,959	(0,914-0,980)	0,999	(0,997-0,999)

n=30 GA: Güven aralığı

#### 4.2. Elle Yapılan Ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph Bilgisayar Programları ile Yapılan Ölçümlerin Karşılaştırılması.

##### 4.2.1. Elle Yapılan Ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph Bilgisayar Programları ile Yapılan İskeletsel Ölçümlerin Karşılaştırılması.

Elle yapılan ve Dolphin bilgisayar programı ile yapılan iskeletsel ölçümler karşılaştırıldığında, her iki yöntemle yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). (**Tablo 4.4.**) Elle yapılan iskeletsel ölçümlerin değerleri ile Dolphin iskeletsel ölçüm değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,894 ile 0,997 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerinin tümünün değişim yüzdeleri %5'in altında bulunmuştur. (**Tablo 4.5.**)

Elle yapılan ve Nemoceph bilgisayar programı ile yapılan iskeletsel ölçümler karşılaştırıldığında, her iki yöntemle yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). (**Tablo 4.4.**) Elle yapılan iskeletsel ölçümlerin değerleri ile Nemoceph ölçümlerinin değerlerinin tümünün sınıfıçı korelasyon katsayısının 0,911 ile 0,995 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerinin tümünün değişim yüzdeleri %5'in altında bulunmuştur. (**Tablo 4.5.**)

**Tablo 4.4.** Elle yapılan iskeletsel ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan iskeletsel ölçümlerin karşılaştırılması.

	<b>Elle</b>	<b>Dolphin</b>	<b>Nemoceph</b>	<b>E/D p</b>	<b>E/N p</b>
	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss		
<b>YDA °</b>	-2,6±4,06	-2,67±4,12	-2,83±4,1	0,905	0,682
<b>Saddle °</b>	125,16±6,23	125,24±6,1	125,33±6	0,922	0,843
<b>ART A °</b>	145,78±7,77	146±7,78	146,18±7,65	0,845	0,713
<b>GO A °</b>	124,07±5,83	124,22±5,82	124,21±5,94	0,855	0,865
<b>Y-Aksı °</b>	59,94±3,08	60,28±3,1	60,16±3,39	0,444	0,633
<b>YEA °</b>	87,62±3,26	87,68±3,27	88,02±3,24	0,907	0,39
<b>U.GO A °</b>	49,91±4,46	50,09±4,43	50,08±4,46	0,773	0,783
<b>A.GO A °</b>	73,79±4,1	74,13±6,07	73,86±4,18	0,822	0,905
<b>PIAT °</b>	395±8,79	395,46±8,97	395,63±9,03	0,729	0,64
<b>SN-MD °</b>	33,98±6,1	34,67±5,98	34,96±6,03	0,418	0,252
<b>PD-FH °</b>	0,06±3,34	0±3,46	0,04±3,49	0,906	0,975
<b>SN-PD °</b>	9,52±3,69	9,46±3,83	9,7±3,73	0,919	0,732
<b>FMA °</b>	26,21±5,11	26,15±4,92	26,39±4,71	0,939	0,793
<b>PD-MD °</b>	25,43±6,26	26,16±6,31	26,27±6,26	0,411	0,343
<b>SNB °</b>	76,44±4,65	76,82±4,73	76,67±4,68	0,564	0,726
<b>SNA °</b>	80,43±4,02	80,66±3,95	80,59±3,95	0,685	0,775
<b>ANB °</b>	3,94±3,87	3,77±3,86	3,84±3,96	0,756	0,87
<b>Skon °</b>	3,95±4,74	4,15±4,97	4,11±4,96	0,771	0,816
<b>MY °</b>	60,49±3,43	60,56±3,41	60,66±3,29	0,884	0,712
<b>ÖKK (mm)</b>	65,14±3,44	65,49±3,36	65,39±3,46	0,468	0,609
<b>AKK (mm)</b>	33,29±3,1	33,54±3,08	33,5±3,19	0,631	0,708
<b>RY (mm)</b>	42,38±5,63	42,42±5,6	42,52±5,48	0,956	0,858
<b>AYY (mm)</b>	73,09±6,66	72,21±7,09	73±6,9	0,978	0,92
<b>ÖYY (mm)</b>	112,16±4,76	112,45±4,67	112,35±4,67	0,656	0,775
<b>Jarabak</b>	65,23±6	64,39±6,35	65,03±6,17	0,93	0,821
<b>Na-perp (mm)</b>	-0,17±2,49	-0,12±2,81	-0,01±2,78	0,907	0,664
<b>Wits (mm)</b>	0,19±2,07	0,16±2,22	0±2,66	0,911	0,570

p: Anlamlılık düzeyi

p<0,05

n=100

Ss: Standart sapma

**Tablo 4.5.** Elle ölçüm değerlerinin Dolphin ve Nemoceph programı ile elde edilen iskeletsel değerler ile karşılaştırılmasında sınıfıçi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

Güvenirlilik	Elle/Dolphin			Elle/Nemoceph		
	Sınıfıçi Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Değişim %	Sınıfıçi Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Değişim %
YDA°	0,974	(0,961-0,983)	4,3	0,980	(0,970-0,986)	4,9
Saddle°	0,991	(0,986-0,994)	3,28	0,990	(0,985-0,993)	0,73
ART A.°	0,996	(0,994-0,997)	3,2	0,995	(0,993-0,997)	0,52
GO A°	0,993	(0,990-0,996)	3,2	0,994	(0,991-0,996)	0,46
Y-Aksi°	0,988	(0,982-0,992)	2,44	0,972	(0,958-0,981)	1,23
YEA°	0,988	(0,983-0,992)	2,32	0,987	(0,981-0,992)	0,72
U.GO A°	0,994	(0,991-0,996)	4,7	0,911	(0,868-0,940)	2,35
A.GO A°	0,939	(0,910-0,645)	0,09	0,995	(0,992-0,996)	0,01
PIAT°	0,991	(0,987-0,994)	1,42	0,993	(0,989-0,995)	0,36
SN-MD°	0,977	(0,966-0,985)	3,92	0,975	(0,962-0,983)	3,55
PD-FH°	0,995	(0,992-0,997)	3,1	0,994	(0,991-0,996)	3,7
SN-PD°	0,992	(0,988-0,995)	3,75	0,991	(0,986-0,994)	6,29
FMA°	0,977	(0,966-0,984)	4,73	0,971	(0,957-0,980)	3,67
PD-MD°	0,996	(0,994-0,997)	3,95	0,993	(0,989-0,995)	4,35
SNB°	0,998	(0,997-0,999)	2,16	0,998	(0,998-0,999)	0,44
SNA°	0,992	(0,988-0,994)	2	0,991	(0,987-0,994)	0,72
ANB°	0,991	(0,987-0,994)	3,7	0,990	(0,985-0,993)	3,3
Skon°	0,994	(0,992-0,996)	3,9	0,995	(0,993-0,997)	3,7
MY°	0,990	(0,984-0,993)	3,87	0,987	(0,981-0,992)	0,89
ÖKK (mm)	0,987	(0,981-0,991)	0,84	0,994	(0,991-0,996)	0,75
AKK (mm)	0,995	(0,993-0,997)	4,2	0,994	(0,992-0,996)	3,27
RY (mm)	0,997	(0,995-0,998)	3,95	0,993	(0,990-0,995)	1,38
AYY (mm)	0,902	(0,854-0,934)	0,04	0,995	(0,993-0,997)	0,04
ÖYY (mm)	0,995	(0,993-0,997)	1,17	0,992	(0,988-0,995)	0,54
Jarabak	0,894	(0,842-0,929)	0,05	0,993	(0,989-0,995)	0,04
Na-perp (mm)	0,981	(0,972-0,987)	4,1	0,980	(0,970-0,986)	4,4
Wits (mm)	0,993	(0,990-0,995)	4,31	0,920	(0,880-0,946)	4,2

GA: Güven aralığı n=100

#### 4.2.2. Elle Yapılan Ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph Bilgisayar Programları ile Yapılan Dişsel Ölçümlerin Karşılaştırılması

Elle yapılan ve Dolphin programı ile yapılan dişsel ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). (Tablo 4.6.)

Elle yapılan ve Nemoceph programı ile yapılan dişsel ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). (Tablo 4.6.)

Elle yapılan dişsel ölçümlerin değerleri ile Dolphin programı ile yapılan ölçümlerin değerlerinin tümünün sınıfıçi korelasyon katsayısının 0,894 ile 0,997 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin tümünün değişim yüzdeleri %5 in altında bulunmuştur. (Tablo 4.7.)

Elle yapılan dişsel ölçümlerin değerleri ile Nemoceph ölçümlerin değerlerinin tümünün sınıfıçi korelasyon katsayısının 0,911 ile 0,995 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin tümünün değişim yüzdeleri %5 in altında bulunmuştur. (Tablo 4.7.)

**Tablo 4.6.** Elle yapılan dişsel ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan dişsel ölçümlerin karşılaştırılması.

	Elle	Dolphin	Nemoceph	E/D p	E/N p
	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss		
<b>U1-SN°</b>	103,49±8,1	103,59±7,85	104,09±8,12	0,929	0,600
<b>IMPA°</b>	92,55±8,62	93,09±8,43	92,94±8,73	0,657	0,752
<b>İ.A°</b>	128,91±10,19	128,43±10,01	128,75±10,05	0,738	0,909
<b>U1-PD°</b>	112,63±7,01	112,89±7	112,99±7,1	0,793	0,713
<b>U1-NA°</b>	22,97±6,36	23,05±6,39	23,11±6,36	0,931	0,883
<b>L1-NB°</b>	24,76±7,35	25,66±7,4	25,65±7,7	0,533	0,533
<b>OB (mm)</b>	2,72±1,53	2,47±1,35	2,61±1,42	0,225	0,608
<b>OJ (mm)</b>	3,67±1,41	3,66±1,42	3,77±1,46	0,952	0,636

p: Anlamlılık düzeyi

$p<0,05$

n=100

Ss: Standart sapma



**Tablo 4.7.** Elle ölçüm değerlerinin Dolphin ve Nemoceph programı ile elde edilen dişsel değerler ile karşılaştırılmasında sınıfıçi korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

Güvenirlilik	Elle/Dolphin			Elle/Nemoceph		
	Sınıfıçi Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Değişim %	Sınıfıçi Korelasyon Katsayısı	%95 GA	Değişim %
U1-SN°	0,993	(0,989-0,995)	1,04	0,990	(0,984-0,993)	1,32
IMPA°	0,996	(0,994-0,997)	0,95	0,993	(0,989-0,995)	1,22
İ.A°	0,993	(0,99-0,995)	1,03	0,990	(0,985-0,993)	1,33
U1-PD°	0,990	(0,986-0,994)	0,86	0,986	(0,979-0,991)	1,03
U1-NA°	0,988	(0,982-0,992)	4,5	0,984	(0,977-0,99)	4,26
L1-NB	0,989	(0,984-0,993)	3,76	0,977	(0,965-0,984)	3,44
OB (mm)	0,975	(0,963-0,983)	3,79	0,981	(0,972-0,987)	3,29
OJ (mm)	0,977	(0,966-0,985)	4,44	0,965	(0,949-0,977)	4,12

GA: Güven aralığı                      n=100

#### 4.2.3. Elle Yapılan Ölçümler ile Dolphin ve Nemoceph Bilgisayar Programları ile Yapılan Yumuşak Doku Ölçümlerin Karşılaştırılması

Elle ölçüm ile Dolphin programı ile yapılan yumuşak doku ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). (**Tablo 4.8.**)

Elle ölçüm ile Nemoceph ile yapılan yumuşak doku ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). (**Tablo 4.8.**)

Elle yapılan yumuşak doku ölçüm değerleri ile Dolphin ölçüm değerlerinin tümünün sınıfıçi korelasyon katsayısının 0,986 ile 0,995 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin tümünün değişim yüzdeleri %5 in altında bulunmuştur. (**Tablo 4.9.**)

Elle yapılan yumuşak doku ölçümlerin değerleri ile Nemoceph ölçümlerin değerlerinin tümünün sınıfıçi korelasyon katsayısının 0,913 ile 0,994 arasında değiştiği ve kabul düzeyinin 0,70'in üzerinde olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin tümünün değişim yüzdeleri %5 in altında bulunmuştur. (**Tablo 4.9.**)

**Tablo 4.8.** Elle yapılan yumuşak doku ölçümleri ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan yumuşak doku ölçümlerinin karşılaştırılması.

	<b>Elle</b>	<b>Dolphin</b>	<b>Nemoceph</b>	<b>E/D p</b>	<b>E/N p</b>
	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss		
<b>Nasolabial<sup>o</sup></b>	112,92±10,57	113,74±10,63	113,59±10,3	0,588	0,650
<b>YK<sup>o</sup></b>	163,37±5,81	163,34±5,75	163,16±5,78	0,979	0,802
<b>ÜDE (mm)</b>	-4,88±2,4	-4,35±3,41	-4,85±2,53	0,928	0,870
<b>ADU (mm)</b>	44,09±2,91	44,03±2,9	44,09±2,79	0,878	0,994
<b>ÜDU (mm)</b>	24,63±3,57	24,88±4,39	24,78±4,14	0,663	0,777
<b>ÜDP (mm)</b>	1,87±1,47	2,09±1,17	2,03±1,35	0,743	0,998
<b>ADP (mm)</b>	1,67±1,72	1,75±1,83	1,63±1,72	0,753	0,854

**p: Anlamlılık düzeyi      p<0,05      n=100      Ss: Standart sapma**

**Tablo 4.9.** Elle ölçüm değerlerinin Dolphin ve Nemoceph programı ile elde edilen yumuşak doku değerleri ile karşılaştırılmasında sınıfıçı korelasyon katsayıları ve değişim yüzdeleri.

<b>Güvenirlilik</b>	<b>Manuel/Dophin</b>			<b>Manuel/Nemoceph</b>		
	<b>Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı</b>	<b>%95 GA</b>	<b>Değişim %</b>	<b>Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı</b>	<b>%95 GA</b>	<b>Değişim %</b>
<b>Nasolabial<sup>o</sup></b>	0,986	(0,979-0,991)	1,44	0,980	(0,971-0,987)	1,65
<b>YK<sup>o</sup></b>	0,995	(0,992-0,996)	0,35	0,994	(0,992-0,996)	0,36
<b>ÜDE (mm)</b>	0,990	(0,985-0,993)	2,61	0,933	(0,902-0,955)	3,08
<b>ADU (mm)</b>	0,992	(0,989-0,995)	0,89	0,984	(0,977-0,990)	1,15
<b>ÜDU (mm)</b>	0,932	(0,899-0,954)	2,92	0,971	(0,956-0,980)	3,81
<b>ÜDP (mm)</b>	0,964	(0,898-0,909)	2,54	0,913	(0,879-0,941)	3,6
<b>ADP (mm)</b>	0,992	(0,988-0,995)	2,68	0,987	(0,980-0,991)	2,2

**GA: Güven aralığı      n=100**

### 4.3. Çizim Sürelerinin Karşılaştırılması

Bir sefalometrik radyografinin analizinin yapılması için gerekli olan elle çizim süresinin Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programı ile yapılan çizim süresinden istatistiksel olarak anlamlı derecede uzun olduğu gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). (Tablo 4.10.)

**Tablo 4.10.** Dolphin ve Nemoceph ile yapılan çizim sürelerinin elle yapılan çizim süreleri ile karşılaştırılması.

	Elle	Dolphin	Nemoceph	E/D p	E/N p
	Ort $\pm$ Ss	Ort $\pm$ Ss	Ort $\pm$ Ss		
<b>Çizim süresi (dk)</b>	36,06 $\pm$ 2,11	10,44 $\pm$ 1,46	10,37 $\pm$ 1,66	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>

**p:** Anlamlılık düzeyi  $p=0,0001$     **n=100**    **Ss:** Standart sapma

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, piyasada bulunan ve ortodonti pratiğinde sıklıkla kullanılan iki farklı sefalometrik analiz programının (Dolphin Imaging Versiyon 10.5 ve Nemoceph Dental Studio NX 2006 Versiyon 6), geleneksel yöntem olan elle çizim tekniğiyle karşılaştırılarak araştırmacı içi tekrarlanabilirliğin, ölçümlerin güvenilirliğinin ve analiz sürelerinin değerlendirilmesidir.

Araştırmamızda kullanılan hasta ve radyografi sayısı 100 adet olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan materyalin büyüklüğü güvenilirliği etkileyen bir faktördür ve bu yapılan araştırmalarla vurgulanmıştır.(89, 90). Bazı çalışmalarda bu sayı on adedi geçmezken, bazılarında bu sayı elli ve üzerindedir (19, 21, 63, 80, 91-98).

Kullanılan cihazın (Promax, Planmeca Oy, 00880 Helsinki, Finlandiya) spot odağının büyüklüğü, magnifikasyonu minimuma indirgeyecek şekilde hazırlanmış, dünya çapındaki diğer kliniklerde de sıklıkla kullanılmış standart bir ünitedir. Bununla birlikte bir miktar magnifikasyon saptanmıştır ki bu magnifikasyon oranı (1,13) hesaplanarak doğrusal ölçümlerde düzeltme yapılmıştır. Radyografi alınırken magnifikasyon farkı nedeniyle oluşacak farklar radyografiler arasındaki ölçümlerin farklı yorumlanmasına sebep olmaktadır. Magnifikasyonun doğrusal ölçümlerin doğruluğunu bozacağı, bu nedenle bu oranın belirlenip standardize edilmesi gerektiği belirtilmiştir (71).

Araştırmamızda kullanılan radyografilerin seçimleri yapılırken kriter sayısı artırılarak, anatomik noktaların tespitini zorlaştıran etkenler azaltılmaya çalışılmıştır. Diğer taraftan, birçok araştırmada (21, 24, 82, 99-103), radyografiler seçilirken kriter belirlenmemiştir. Bu nedenle, radyografilerin ait oldukları bireylerin kronolojik ve iskeletsel yaşları ile cinsiyetlerine dikkat edilmemiştir. Ancak, tüm lateral sefalometrik radyografilerin aynı cihaz ve sefalostat kullanılarak alınmış olması, anatomik işaret noktalarının belirlenmesinde güçlüğe neden olan netlik ve parlaklık sorunlarının

bulunmaması, sefalostat baskısının yumuşak doku projeksiyonunu etkilememiş olması, hastaların daimi dişlenme döneminde olması, dişlerin sentrik oklüzyonda olması, eksik ya da gömülü diş bulunmaması ve anatomik noktaların belirlenmesine engel olacak bir artefakt, metal yapı (metal kron, braket vb.) ve restorasyonu bulunmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca anamnezinde aşırı derecede asimetri ve gelişim defekti bulunanlar ile ortognatik cerrahi geçirmiş veya geçirecek hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda, radyografik kayıtlar hastaların Frankfurt horizontal düzlemleri yer düzlemine paralel olacak şekilde, hastanın başı kulak çubukları ve alın çubuğu arasında sefalostat ile sabitlenerek alınmıştır. Kulak çubuklarının kullanımı hem başın konumunun sabitlenmesi açısından hem de petröz temporal bölgedeki yapıların (Ba, Po, Co) tespitindeki hata payının azaltılması açısından yardımcıdır (104). Frankfurt horizontal düzlemi tüm yöntemlerde standart referans düzlemi olduğu için kullanılmıştır (13). Dikkat edilmesi gereken nokta, tüm hastaların kayıtları alınırken işlemler sırasında bir standardizasyon sağlanması gerektiğidir. Yapılan bir inceleme sonucu postürün bozukluğunun ya da başın eğikliğinin çift görünen yapılar oluşmasına ve süperpozisyonlara yol açabileceği bildirilmiştir (105). Literatürdeki çalışmalarda, geleneksel yöntemde yapılan hataların radyografiler çekilirken oluşabilecek standardizasyon eksikliğinin hatalara yol açabileceği de bildirilmiştir. Kayıt işlemleri sırasında oluşan hatalar sonuç olarak tanı hatalarına sebep olabilmektedir (32, 33, 39, 95).

Anatomik noktaları belirleyebilmek için radyografik görüntü kalitesinin yüksek olması gerekmektedir (27, 29). Bu araştırmada anatomik yapıların net ve detaylı şekilde tespit edilebilmeleri için JPEG formatı kullanarak hata payı en aza indirilmeye çalışılmıştır. Yapılan araştırmalarda JPEG formatının, görüntü kalitesini etkilemediğini belirtilmiştir (30, 31). Ayrıca dijital görüntüler elde edildikten sonra, görüntü özellikleri üzerinde değişiklik yapılabiliyor olmasının, geleneksel radyografilere oranla daha fazla avantaj sağladığı bildirilmiştir (28). Örneğin, kontrast ve parlaklık ayarlarında değişiklik yapılması görüntünün üzerinde noktaların belirlenmesini kolaylaştırır. Çalışmamızdaki radyografilerin

tamamı doğrudan dijital görüntüleme ile elde edilmiş dijital radyograflardır. Bu nedenle çalışmamızın, film kalitesizliği ve banyo artefaktlarından arındırıldığı söylenebilir. Literatürde doğrudan olmayan yöntemi kullanan araştırmalar (4, 13, 29) olduğu gibi doğrudan yöntem ile elde edilen radyografileri kullanan yayınlar da (12, 16) bulunmaktadır. Doğrudan ve doğrudan olmayan yöntemlerdeki çözünürlük farklarının hata miktarını etkileyebileceği bilindiği için çalışmamızda verilerin dijital formatta olması tercih edilmiştir.

Bilgisayar ortamında çizim sonrası anatomik noktaların yerleri ekranda beliren düzlemler ile daha kolay tespit edilebilmektedir. Yapılan araştırmalarda, bazı anatomik noktalar (Go, Gn, Sn) işaretlenirken belirgin hatalar yapıldığı belirtilmektedir. Bunun nedeni, yuvarlak konturlar üzerinde işaretleme ya da en içbükey noktası gibi yoruma açık ifadeler kullanılmasıdır (33, 106). Yani parametrenin subjektif olmasıdır. Araştırmamızda elle çizimler sırasında bu hataları engellemek amacıyla cetvel kullanılarak çizilen referans düzlemlerinden faydalanılmıştır. Bilgisayarda yapılan çizimlerde ise, program kullanıcıya anatomik noktaları belirleme işlemi bittikten sonra, tüm sefalometrik düzlemleri göstererek düzeltme imkanı da sağladığı için hata miktarı azalmaktadır.

Çalışmamızda kullanılan anatomik noktalar, sıklıkla kullanılan parametrelerden seçilmiştir. Bu parametreler, çalışmamızda kullandığımız her iki sefalometrik analiz programında da bulunanlar içinden, bölümümüzce oluşturulan analiz listesinde yer alanlar arasından seçilmiştir. Ayrıca farklı araştırmalarda belirlenmesi zor olan noktalar olarak tespit edilen Orbitale, Porion, Gonion, Basion noktaları gibi bazı anatomik noktaların araştırmamızda özellikle kullanılmasına dikkat edilmiştir (63, 104, 107). Seçilen anatomik noktaların karakteristik özelliği önemlidir. Çünkü kranyum dışı, sınır yapılar ve anatomik köşe noktaları, kafa içi ve yuvarlak konturlu (Orbitale gibi) yapılara göre daha kolay tespit edilebilmektedir (33). Çalışmamızda çok sayıda ve farklı bölgeleri ilgilendiren (kranial, maksiller, mandibular) sefalometrik ölçümlerin kullanılmasına özen gösterilmiştir. Yapılan araştırmalarda kullanılan yöntemlerin daha iyi değerlendirilmesi için birden fazla parametrenin kullanılması tavsiye edilmektedir (89, 108, 109). Araştırmamızda, 15 iskeletsel, 13 yumuşak doku,

10 dişsel toplam 32 adet anatomik nokta kullanılarak 42 adet parametrenin doğrusal ve açısal ölçümleri incelenmiştir. Power ve ark (13), çalışmalarında 8 adet ölçüm incelemişler, Chen ve ark (41), 19 adet ve Turner ve ark'nın (16) ise 14 adet noktadan oluşan, sekizi açısal, dördü doğrusal ölçümlerden oluşan çalışması bulunmaktadır. Geleen ve ark'nın (96) 21 anatomik noktadan oluşan ölçümleri kullanarak yaptığı bir araştırması bulunmaktadır. 2007 yılında Sayınsu ve ark (21) 30 adet lateral sefalometrik radyografi üzerinde 9 dişsel, 21 iskeletsel ve 3 yumuşak dokuda olmak üzere toplam 33 adet ölçüm, Naoumova (19) ise 25 adet anatomik nokta ile ölçüm yapmışlardır. Polat-Ozsoy ve ark (80) 2009 yılındaki araştırmalarında 26 adet anatomik noktayı kullanarak ölçüm yapmışlardır.

Çalışmamızda, anatomik noktaların belirlenmesindeki tekrarlanabilirlik yerine anatomik noktalar kullanılarak oluşturulmuş düzlem, açı ya da ölçümlerin yöntemler arasında karşılaştırılması kullanılmaktadır. Geleneksel ve bilgisayarlı teknikler karşılaştırılırken, anatomik noktaların belirlenmesindeki hatalar, çalışmalarda istatistiksel fark analizleri ile gösterilmiştir (45, 46, 86, 110, 111). Bu çalışmalarda, sefalometrik analiz tekniklerini karşılaştırmak için anatomik yapıların belirlenmesi esas alınmıştır. Gonion, Orbitale gibi bazı noktalarda, değişik yöntemler arasında sıklıkla farklılıklar görülmüştür. Sella gibi bazı anatomik noktaların ise yöntemler farklı olsa da oldukça fazla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (24, 59, 112). Yapılan çalışmalara göre, tekrarlanabilirliği ve tespiti zor anatomik noktaların bazı parametreler içinde yer alarak, parametrenin gruplar arası değerlendirmede anlamlı bir fark göstermeyeceği belirlenmiştir.

Geleneksel yöntemde el ile ölçüm yaparken, uzunluk ölçümleri cetvel üzerindeki en yakın 0,5 milimetrelilik değere, açısal ölçümler ise açıölçer üzerindeki en yakın 0,5 derecelik değere yuvarlatılarak hesaplanmıştır. Nemoceph ve Dolphin programlarında ise ölçümler, tam sayıların onda biri hassasiyetinde elde edilebilmektedir. Bu nedenle, kullanılan sefalostatın alın çubuğu üzerinde bulunan 45 mm'lik kalibrasyon cetvelinde, ölçümler sırasında

maksimum deęer olan 45 mm baz alınarak, hata miktarı da minimuma dūřurūlmūř olmaktadır.

Yapılan alıřma ile geleneksel yōntem ve bilgisayar programları ile yapılan iskeletsel, diřsel ve yumuřak dokuya ait ōlūmler arasında istatistiksel olarak kabul edilebilir dūzeyde uyumluluk gōzlemlenmiřtir. Őlūmlerin ōlūmcū içi gūvenirlięi deęerlendirildięinde kabul dūzeyinin 0,70'in ūzerinde olduęu bulunmuřtur. Elle yapılan ōlūmler ile Dolphin ve Nemoceph bilgisayar programları ile yapılan ōlūmlerin karřılařtırılmasında kabul dūzeyinin 0,70'in ūzerinde ve ōlūmlerinin tūmūnūn deęiřim yūzdeleri %5'in altında bulunmuřtur. Bu bulgulara gōre çalıřmamızda kullanılan analiz yōntemleri arasında iskeletsel, diřsel ve yumuřak doku ōlūmleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadıęı saptanmıřtır. Arařtırma sonuçlarımızla benzer řekilde, İřeri ve ark.'nın (47) iki farklı çizim teknięi olan geleneksel yōntem ile bilgisayar yōntemini karřılařtırdıkları arařtırmalarında iki yōntemin tekrarlanabilirlik katsayısı deęerlendirmiřler ve tūm parametrelerin istatistiksel olarak ōnemli dūzeyde tekrarlanabilir olduęunu ortaya koymuřlardır. Buna karřın, Sarı ve ark. (113) farklı çizim teknięini karřılařtırmıřlardır. Quick Ceph programı, Joe Digitizer ve elle çizim teknięini kullandıkları çalıřmaları ile Porion ve Orbitale noktalarının oluřturduęu Frankfurt dūzlemi ve nazolabial açıda ōnemli farklılıklar tespit etmiřlerdir. Sekiguchi ve Savara (114), *Posterior Nasal Spine* (PNS) ve *Anterior Nasal Spine* (ANS) noktalarının belirlenmesindeki hatalardan sōz etmektedir. Overbite ōlūmūnūn tekrarlama katsayısının dūřuk olmasını oklūzal dūzlemin belirlenmesindeki hatalara baęlamaktadır. ūnkū yazar, oklūzal dūzlem belirlenirken molarların kapanıř farkları arasındaki sūperpozisyonun buna engel olduęunu belirtmiřtir. Bir bařka arařtırma, keserler arası açı farklılıęının da alt keser diřin apeksinin belirlenmesindeki gūlūk nedeniye olduęunu bildirilmiřtir (102). Yapılan çalıřmalara gōre Porion, Orbitale, Basion, ANS, PNS noktalarının dięer noktalara gōre daha deęiřken olduęunu belirtilmiřtir (115). Nasomaksiller suturun net gōrūlemeyeceęi ve gonion noktasının deęiřkenlięinden de bahsedilmektedir (114). Birçok arařtırmada da ANS, PNS, Menton noktalarının belirlenmesi sırasında yapılan hata miktarının istatistiksel olarak belirgin olduęu ortaya koyulmuřtur (3, 24, 33, 64, 83, 106,



117-120). Ayrıca Porion noktasının kesinlik ve doğruluk açısından problemlere sebep olabileceği ve nasolabial açının belirlenmesinde hatalar olabileceğini bildirilmiştir (38, 121, 41, 22). Çalışmamızda parametreler arasında belirgin bir fark bulunmamasının nedenini, seçim kriterleri ile kullanılan radyograflerin üzerinde anatomik noktaların seçilmesini zorlaştıracak ya da buna engel olacak faktörlerin ortadan kaldırılmış olmasına ve dijital ayarlamaların yapılabilmesi ile tespitinin kolaylaşmasına bağlamaktayız. Sandallı ve Bilgiç (99), yaptıkları araştırmada anatomik noktaların işaretlenmeleri sırasındaki güçlüklerden bahsetmişler ve bunun ölçüm hatalarına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Teknolojinin ilerlemesiyle görüntüleme sistemlerinin gelişmesi, anatomik noktaların daha kolay belirlenmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, ileride yapılacak araştırmalarda hata oranının azalacağı beklenmektedir. Sonuç olarak, teknikler farklı olsa da yorumdan arındırılmış, açıkça tarif edilen analiz metodlarını uygularken anatomik noktalar doğru tespit edilirse yöntemler arasında farklılık bulunmayacağı düşünülmektedir.

Yaptığımız çalışmada, bilgisayar yöntemi ile film başına harcanan süre 10 dakika 3 saniye, geleneksel yöntem ile film başına harcanan süre 36 dakika 4 saniye olarak tespit edilmiştir. İşeri ve ark. (103), 1992 yılında bilgisayarlı yöntem ve geleneksel yöntemi hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve zaman açısından değerlendirdiği araştırmasında bilgisayar yöntemi ile film başına harcadığı ortalama süreyi 2 dakika 5 saniye, geleneksel yöntem ile film başına harcadığı süre 13 dakika 23 saniyedir. Ancak İşeri ve ark'nın araştırmasında 15 ölçüm kullanılırken, yaptığımız çalışmada 42 ölçüm kullanıldığından geleneksel yöntemler arasındaki yaklaşık 3 kat süre farkı ölçümü yapılan ölçüm sayısı ile orantılıdır. Bilgisayarlı analiz yönteminde süre farkı 5 katına kadar ulaşırken farkın sebebinin bilgisayarda girilmesi gereken hasta bilgilerinin olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca filmin netliği, ortamın aydınlık miktarı, hekimin tecrübesi, programın kolay ulaşım tuşları içermesi, negatoskopun ışık miktarı, hekimin ruh hali gibi faktörler çizim süresine etki eder (20, 21, 47). Önceki araştırmalar ile bizimki arasında, çizim tekrarlanabilirliği, ölçümlerin güvenilirliği ile analiz süreleri açısından benzerlikler bulunmaktadır. Çalışmamızda, sefalometrik analizler tek bir araştırmacı tarafından yapıldığından, analizler arasındaki süre farkının

arařtırmacının tecrübelerinden eřit oranda etkileneceęi dūřunūlmektedir. Analizi yapan arařtırmacının tecrübeleri anatomik yapıların doęru olarak belirlenebilmesi açısından önemlidir. Belirli bir tecrūbe dūzeyinin ūzerindeki arařtırmacılar arasında ise anlamlı farklılıklar tespit edilememektedir (122). Chen ve ark. (79)'nın yaptıkları arařtırmada, anatomik yapıların çizilmesi ve noktaların yerleřtirilmesinde tecrūbeli ve tecrūbesiz kullanıcılar arasında belirgin bir fark bulunduęunu bildirmiřtir. Ayrıca yōntemler arasındaki tecrūbe farkının analiz sūrelerini etkileyeceęini ortaya koymuřtur.

Kullanım kolaylıęı açısından her programın kendine gōre ūstūnlūęū bulunmaktadır. Bu kullanıcıya hız ve dolayısıyla zaman kazandırır. Őrneęin, programlar radyografilerin çizimlerinde noktalar koyulduktan sonra hekime dūzeltme imkanı saęlamaktadır. Nemoceph programı, ekranın solunda açılan bir pencere ūzerinde anatomik noktaları hareket ettirirken, saęda açılan dięer pencerede deęiřen analiz deęerlerini gōstererek hekime ideal normlar için noktanın nerede olması gerektięini gōstermektedir. Analiz deęerlerinin deviasyon miktarları, renk deęiřimleri ile kolay fark edilebilir řekilde kullanıcıya sunulmaktadır. Ayrıca, noktalar yerleřtirilirken dokuların hatlarını belirleyen çizgiler otomatik olarak ekrana gelmektedir. Sert ve yumuřak doku hatlarını belirleyen bu anatomik çizgiler programın becerisi olarak kabul edilmektedir. Adaptasyon ne kadar yūksekte ise beceri o kadar yūksektir. Dolphin programında dūzeltme safhasına geçildięinde becerisi nedeniyle anatomik çizgiler dokuya adapte řekilde kullanıcının ūnūne gelirken Nemoceph programında dūzeltmeler için vakit harcamak gerekmektedir. Bununla birlikte iřaretlenen sefalometrik noktalar dıřında programlar kendi kontrol noktalarını anatomik hat ūzerinde yerleřtirirler. Çizimin ūzerindeki her nokta, ūzerinde bulunduęu dokunun çizgisinin eęimini dūzenlemek amacıyla 2 adet daha kontrol noktası oluřturur. Bu ūzellik, çok daha hassas, dokuya uyumlu çizim yapmak için faydalı olsa da analiz sonuçlarına hiçbir etkisi yoktur.

Arařtırmamızın bulgularına gōre bilgisayarla yapılan sefalometrik analizlerin geleneksel yōntemle kıyaslanabilir sonuçlar vermesi ve sūre açısından saęladıęı avantaj gōz ūnūnde bulunduğunda, bilgisayarlı analiz

programlarının günlük pratikte ve araştırma amaçlı kullanımları önerilebilir. Diğer yandan, teknolojideki ilerlemeler 2-boyutlu (2B) sefalometriden 3-boyutlu (3B) sefalometrik analizlere geçişi ve bu sayede 2B sefalometrinin bazı sınırlamalarını ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Son zamanlarda 3B görüntüleme ve bilgisayarlı analiz sistemleri ortodontide popülerliklerinin artmaları ile ilgi çekmektedir. Ancak, 3B görüntüler daha gerçeğe yakın ve doğru sonuçlar veriyor gibi görünmelerine karşı, bu sistemler pahalıdır ve henüz ortodontide yaygın olarak kullanılamamaktadırlar. (20). Gelecekte yapılacak araştırmalarda, yeni gelişen bu sistemlerden faydalanarak teknikler arasındaki saf farklılığı ortaya koymak için daha geniş kapsamlı incelemeler planlanabilir.

## 6. SONUÇ

İki farklı sefalometrik analiz programının (Dolphin Imaging Versiyon 10.5 ve Nemoceph Dental Studio NX 2006 Versiyon 6), geleneksel yöntem olan elle çizim tekniğiyle karşılaştırılarak araştırmacı içi tekrarlanabilirliğin, ölçümlerin güvenilirliğinin ve analiz sürelerinin değerlendirildiği çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre:

Geleneksel yöntem ve bilgisayar programları ile yapılan iskeletsel, dişsel ve yumuşak dokuya ait ölçümler arasında istatistiksel olarak kabul edilebilir düzeyde uyumluluk gözlemlenmiştir. Çizim süreleri karşılaştırıldığında ise geleneksel yöntemin bilgisayarlı yöntemlere göre anlamlı derecede daha uzun sürdüğü bulunmuştur ( $p=0,0001$ ).

Bu çalışmada değerlendirilen bilgisayarlı sefalometrik analiz programlarının ölçüm güvenilirliğinin yüksek olması ve çizim süresini belirgin olarak kısaltmaları nedeniyle, bu programların ortodontistler tarafından kullanılmalarının avantajlı olduğu düşünülmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Allen W I. Historical aspects of roetgenographic cephalometry. Am J Orthod. 49: 451-458,1963. Alınmıştır Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
2. Bishara SE. Textbook of Orthodontics. Saunders. United States of America. Ss 113-125. 2001
3. Liu JK, Chen YT, Cheng KS. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. Am J Orthod Dentofacial Orthop., 118: 535-40, 2000.
4. Chen YJ, Chen SK, Yao JC, Chang HF. The effect of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. Angle Orthod., 74(2): 155-161,2004.
5. Baumrind S, Miller DM. Computer-aided head film analysis: the University of California San Francisco method. Am J Orthod. 78: 41-65, 1980.
6. Dana JM, Goldstein M, Burch JG, Hardigan PC. Comparative study of manual and computerized cephalometric analysis. J Clin Orthod., 38(5): 293-6, 2004.
7. Doll GM, Zentner A, Krummenauer F, Gartner H. Reliability and validity of the Digigraph 100 in orthodontic diagnosis. J Orofac Orthop., 62(2): 116-32, 2001.
8. Hing RN. The accuracy of computer generated prediction tracings. Int J Oral Maxillofac Surg. 18: 148-151, 1989.
9. Lowey MN. The development of a new method of cephalometric and study cast mensuration with a computer controlled, video image capture system Part I. Br J Orthod., 20: 203-14, 1993.
10. Nagasaga S, Fujimura T, Segoshi K. Development of a non-radiographic cephalometric system. Eur J Orthod., 25: 77-85, 2003.
11. Nimkarn Y, Miles PG. Reliability of computer-generated cephalometrics. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 10(I): 43-52,1995.
12. Oliver RG. Cephalometric analysis comparing five different methods. Br J Orthod., 18: 277-283, 1991.

13. Power G. Dolphin Imaging Software: An analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 34(6): 619-26, 2005.
14. Richardson A. A comparison of traditional and computerized methods of cephalometric analysis. *Eur J Orthod.*, 3: 15-20, 1981.
15. Sandler PJ. Reproducibility of cephalometric measurements. *Br J Orthod.* 15(2): 105-10, 1988.
16. Turner PJ, Weerakone S. An evaluation of the reproducibility of landmark identification using scanned caphalometric images. *Br J Orhod.* 28: 221-229, 2001.
17. Aharon PA, Eising S, Cisnersos GJ. Surgical prediction reliability: A comparison of two computer software systems. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.*, 12(1): 65-78, 1997.
18. Baskin HN, Cisneros GJ. A comparison of two computer cephalometric programs. *J Clin Orthod.* 31: 231-233, 1997.
19. Naoumova J and Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod.*, 31(3):247-253; 2009.
20. Uysal T, Baysal A, Yagci A. Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. *Eur J Orthod.*, 31(5): 523-528. 2009
21. Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod.*, 29: 105–108, 2007.
22. Çelik E. Konvansiyonel Teknik ve Bilgisayar ile Yapılmış Sefalometrik Analizlerin Güvenilirlik Açısından Karşılaştırılması. Başkent Üniversitesi, Doktora tezi, Ankara, 2007.
23. Salameh FH. Reliability of measurements done on hand-tracings of cephalometric radiographs, compared to measurements done by two different computerized analysis software. Marmara University, Doctorate thesis, İstanbul, 2005.
24. Radanov D. Konvansiyonel ve bilgisayarlı metodları ile yapılmış sefalometrik analizlerin karşılaştırılması ve hata payının belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Doktora tezi, Ankara, 2002.
25. Quintero JC, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *Angle Orthod.* 69: 491 – 506, 1999.

26. Brannan J. An introduction to digital radiography in dentistry. *Br J Orthod.*, 29: 66 – 69, 2002.
27. Eppley BL, Sadove AM. Computerized digital enhancement in craniofacial cephalometric radiology. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 49: 1038-1043,1991.
28. Jackson PH, Dickson GC, Birnie DJ. Digital image processing of cephalometric radiographs: A preliminary report. *Br J Orthod.* 12: 122-132, 1985.
29. Marci V, Wenzel A. Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. *Eur J Orthod.*, 15: 137-148, 1993.
30. MacMahon H , Doi K , Sanada S Data compression: effect on diagnostic accuracy in digital chest radiography . *Radiology* 178: 175 – 179, 1991.
31. Goldberg MA, Pivovarov M, Mayo-Smith WW. Application of wavelet compression to digital radiographs. *American Journal of Roentgenology* 163: 463 – 468, 1994.
32. Houston WJB, Maher RE, McElroy D, Sherriff M. Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. *Eur J Orthod.*, 8: 149-151, 1986.
33. Midgard J, Bjork G, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurement of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod.*, 44: 56-61, 1974.
34. Onkosuwito E M, Katsaros C, van't Hof MA, Bodegom JC, Kuipers-Jagtman AM. The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *Eur J Orthod.*, 24: 655 – 665, 2002.
35. Kublashvili T, Kula K, Alan G, Hardman P, Kula T. A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: II. Soft tissue. *Semin Orthod.*, 10: 218-225, 2004.
36. Bishara SE, Hession TJ, Peterson LC. Longitudinal soft tissue change, a study of three analyses. *Am J Orthod.*, 88: 209-223, 1985
37. Bruntz LQ, Palomo MJ, Baden S, Hans GM. A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 130: 340-8, 2006.
38. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements 1. Landmark identification. *Am J Orthod.*, 60(2): 111-127, 1971.
39. Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod.*, 83: 382 – 390, 1983.

40. Chen Y, Cheng K, Liu J. A pc-based cephalometric analysis system. Cbms, pp 32, 11 th IEEE Symposium on computer-based medical systems, 1998.
41. Chen Yj., Chen SK., Chan HF., Chen KC.: Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. Angle Orthod., 70: 387-392, 2000.
42. Steiner CC. Cephalometrics for you and me., Am J Orthod 39: 729-755, 1953. Alınmıştır Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
43. Sassouni V. Diagnosis and treatment planning via roentgenographic cephalometry. Am J Orthod. 44: 433-463, 1958. Alınmıştır Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
44. Okyay O. Teleradyografiler üzerinde amudi deformasyonların teşhisinde kullanılan özel bir metod, Beşinci Diş kurultayı. (20-23 Eylül1948) Raporlar, İstanbul Mat, ss 73-79, 1949. Alınmıştır: Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
45. Cardillo J, Sid Ahmed MA. An image processing system for locating craniofacial landmarks. IEEE Trans Med Imag., 13: 257-289, 1994.
46. Rudolph DJ, Sinclair PM, Coggins JM. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. Am J Orthod Dentofac Orthop., 113:173-179, 1998.
47. İşeri H, Açıkbaş A, Yılmaz O. Bilgisayar metodu ve geleneksel metod ile yapılan sefalometrik ölçümlerin hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve zaman açısından değerlendirilmesi. Türk Ortod Derg. 5: 1-6, 1992 .
48. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. 4. Baskı, Dilek Ürünç, İstanbul 1993.
49. Jacobson A, Jacobson RL. Radiographic cephalometry from basics to 3-D Imaging, 2nd ed., 2006.
50. Raper HR. Notes on early history of radiodontia, Oral Surg. 6: 70-81,1953. Alınmıştır: Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
51. Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.



52. Schwartz R. Cephalometric method and orthodontics. J Am Dent Ass. 14: 22-35, 1927. Alınmıştır: Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
53. Broadbent BH A new X-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthodontist 1: 93 – 114, 1931.
54. Carter AC, Larson BE, Guenther TA. Accuracy of videoimaging in mandibular surgery. Int J Adult Orthod Orthognath Surg., 11: 289-300, 1996.
55. Tweed C. The Frankfort mandibular plane in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning and prognosis. Am J Orthod. 32: 175-230, 1946. Alınmıştır: Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
56. Margolis H. A basic facial pattern and its application in clinical orthodontics. Am J Orthod and Oral Surg. 33: 631-641, 1947. Alınmıştır: Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
57. Downs WB. Variations in facial relationships. Their significance in treatment and prognosis. Am J Orthod. 34:812-840, 1948. Alınmıştır: Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
58. Ricketts RM: A principle of archial growth of the mandible. The Angle Orthod. 42: 368-386, 1972.
59. Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S. Digital imaging of cephalometric radiography, part 1: advantages and limitations of digital imaging. Angle Orthod., 66: 37 – 42, 1996a.
60. Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S, Roberts CT. Digital imaging of cephalometric radiographs, part 2: image quality. Angle Orthod., 66: 43–50, 1996b.
61. Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U. The effect of projection errors on cephalometric length measurements. Eur J Orthod., 8: 141-148, 1986.
62. Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U. The effect of projection errors on angular measurements in cephalometry. Eur J Orthod., 10: 353-361, 1988.
63. Gravely J F, Benzie P M 1974 The clinical significance of tracing error in cephalometry. Br J Orthod., 11: 44-48, 1984.
64. Salzmann JA. Limitations of roentgenographic cephalometrics. Am J Orthod., 50: 169-188, 1964.

65. Downs WB. Analysis of the dentofacial profile. Angle Orthod. 26(4): 191-211, 1956. Alınmıştır. Jacobson A. Radiographic Cephalometry. From Basics to Videoimaging. Quintessence, 1995.
66. Franklin JB. Certain factors of aberration to be considered in clinical roentgenographic cephalometrics. Am J Orthod. 38:351-68, 1952. Alınmıştır. Jacobson A. Radiographic Cephalometry. From Basics to Videoimaging. Quintessence Pub.1995.
67. Arnette GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontics diagnosis and treatment planning, Part 1. Am J Orthod Dentofac Orthop.103: 299-312, 1993. Alınmıştır. Jacobson A. Radiographic Cephalometry. From Basics to Videoimaging. Quintessence Pub.1995.
68. Miyashita K. An atlas of roentgen anatomy and cephalometric analyses [Japanese]. Tokyo: Quintessence, 1986. . Alınmıştır. Jacobson A. Radiographic Cephalometry. From Basics to Videoimaging. Quintessence, 1995.
69. Chen YJ, Chen SK, Yao JCC, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. Angle Orthodontist 74: 155 – 161, 2004a
70. Björk A, Solow B. Measurements on radiographs. Journal of Dental Research 41: 672 – 683, 1961
71. Gotfredsen E, Kragsskov J, Wenzel A. Development of a system for craniofacial analysis from monitor-displayed digital images. Dentomaxillofac Radiol. 28:123-126, 1999.
72. Athanasiou AE. Orthodontic Cephalometry, Mosby-Wolfe, Aristotale University of Thessaloniki, Greece, 1995.
73. Bochacki V, Queveda J, Walker R. Comparative analysis of various system configurations for computer-aided cephalometric analysis. JADR., 71: 142-153, 1992
74. Brodie AG. Late growth changes in the human face. Angle Orthod., 23: 147-154, 1953.
75. Rona G. Çene ve yüz ortopedisinde teleradyografi ve bunlar üstünde husule gelen deformasyonların teşhisi. Beşinci dişh. Kurultayı (20-23 Eylül 1948) Raporlar, İstanbul Mat. 1949, s 79-93. Alınmıştır: Uzel İ, Enacar A. Ortodontide Sefalometri (II. Baskı), Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana, ss 3-18, 2000.
76. Jiffy Orthodontic Evaluation. Version 5.0 RMO Diagnostic Services Copyright. User Guide. 1995.
77. Carlsson GE. Error in x-ray cephalometry. Odont T. 75: 99-129, 1967.

78. Cook PA, Gravely JF. Tracing error with Björk's mandibular structures. *Angle Orthod.*, 2: 169-178, 1988.
79. Chen S K, Chen Y J, Yao C C, Chang H F Enhanced speed and precision of measurement in a computer-assisted digital cephalometric analysis system. *Angle Orthod.*, 74: 501 – 507, 2004b.
80. Ozsoy OP, Gokcelik A, Memikoglu Toygar UT. Differences in cephalometric measurements: A comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod.*, 31: 254–259, 2009.
81. Dvortsin DP, Sandham A, Pruim GJ and Dijkstra PU. A comparison of the reproducibility of manual tracing and on screen digitization for cephalometric profile variables. *Eur J Orthod.*, 30(6):586-91, 2008.
82. Erdem A, Ceylan İ, Deniz E. Röntgenografik sefalometrik çizim ve ölçüm hataları. *Türk Ortod Derg.* 2(2): 274-280, 1989.
83. Cohen AM, Linney AD. Apreliminary study of computer recognition and identification of skeletal landmarks as a new method of cephalometric analysis. *B. J. Orthod.*, 11: 143-54,1984.
84. Liu JK, Chen YT, Cheng KS. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 118(5): 535-40, 2000.
85. Levy-Mandel AD, Venetsanopoulos AN, Tsotsos JK. Knowledge- based landmarking of cephalograms. *Comput Biomed Res.*, 22: 248-69, 1989.
86. Parthasarathy S, Nugent ST, Gregson PG. FAY D.F. Automatic landmarking of cephalograms. *Comput Biomed Res.* 22: 248-69, 1989.
87. Strippus DR. A comparison of the accuracy of cephalometric landmark location between two screen/film combinations. *The Angle Orthod*,3: 211-216. 1986.
88. Konchak PA, Koehler JA. Pascal computer program for digitizing lateral cephalometric radiographs. *Am J Orthod.* 3:197-200, 1985
89. Dougherty HL. Cephalometric manual for University of Southern California Orthodontic Department. Copyright material.
90. Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS. III: Study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. *Clin Orthod.* 30: 615-629, 1996.
91. Cooke MS, Wei S. Cephalometric errors: A comparison between repeat measurements and retaken radiographs. *Australian Dent J.* 36(I): 38-43, 1991.

92. Davis, Taylor CJ. A blackboard architecture for automating cephalometric analysis. J Med Informatics. 16: 137-149, 1991.
93. Farkas LG. Accuracy of antropometric measurements: past, present and future. Cleft Palate Craniofac J., 33(1): 10-22,1996.
94. Farman AG, Farman TT. Extraoral and panoramic systems. Dent Clin North Am., 44(2):257-72, 2000.
95. Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S, Roberts C.T. Digital imaging of cephalometric radiography part2: Image quality. Angle Orthod., 66: 1:43-50, 1996.
96. Geelen W, Wenzel A, Gottfredsen E, Kruger M, Hansson LG. Reproducibility of cephalometric landmark in conventional film, hardcopy and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. Eur J Orthod., 20: 331-340, 1998.
97. Gerbo LR, Poulton DR, Covell DA, Russel CA. A comparison of a computer-based orthognathic surgery prediction system to postsurgical results. Int J Adult Orthod Orthognat Surg., 12(1): 55-63, 1997.
98. Giangreco TA, Forbes DP, Jacobson RS, Kallal RS, Moretti RJ, Marshall SD. Subjective evaluation of profile prediction using video-imaging. Int J Adult Orthod Orthognat Surg., 10(3): 211-217,1995.
99. Sandallı T, Bilgiç U. Sefalometrik analizlerde ölçüm hataları ve kaynakları. Türk Ortod Der., 1(2): 187-190, 1988.
100. Ulgen M, Altug Z, İşcan HN. Sefalometrik çizim ve ölçüm hataları (II): aynı uzak röntgen resimlerinin üç araştırmacı tarafından yapılan sefalometrik ölçümleri arasındaki araştırmacılararası farklılıklar. AÜ Diş Hek Fak Derg., 1(9): 77-89, 1982.
101. Ulgen M, Altug Z, İşcan HN. Sefalometrik çizim ve ölçüm hataları (I): Aynı bireylerin belirli zaman aralıklarıyla birbirinden bağımsız olarak tekrarladıkları çizim ve ölçümleri arasındaki bireysel farklılıklar. A.Ü.Diş Hek Fak Derg., 1(9): 37-49, 1982.
102. Ulgen M. Uzak röntgen resimlerinin değerlendirilmesinde ölçüm hataları. AÜ Diş Hek Fak Derg., 6: 17-23, 1979.
103. İşeri H, Açıkbaş A, Yılmaz O. Bilgisayar metodu ve geleneksel metod ile yapılan sefalometrik ölçümlerin hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve zaman açısından değerlendirilmesi. Türk Ortod Derg., 5(1): 1-6, 1992.
104. Grubb JE, Smith T, Sinclair P. Clinical and scientific applications/advances invideo imaging. Angle Orthod., 66(6): 407-416,1996.

105. Spolyar JL. Head positioning error in cephalometric radiography. *The Angle Orthod*, 1987;57:1:77-87.
106. Vincent A. Cephalometric landmark identification error. *Aust Orthod J*. 10(2): 98-104, 1987.
107. Gurdal P, Hildebolt CF, Akdeniz BG. The effects of different image file formats and image-analysis software programs on dental radiometric digital evaluations. *Dentomaxillofac Radiol*. 30(1): 50-55, 2001.
108. Chen YJ, Hong YL, Wu KM, Chen MC, Chan HF, Chen KC. Jaw triangle analysis: an adjuvan diagnostic tool in orthodontics. *Chin Dent J*. 12: 56-70, 1993.
109. Hagemann K, Vollmer D, Niegel T, Ehmer U, Reuter I. Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral headfilms. *J Orofac Orthop*. 61(2): 91-9, 2000.
110. Bushang HP, Tanguay R, Demirjan A. Cephalometric Reliability. *The Angle Orthod*.4: 168-175, 1987.
111. Savage AW, Showfety JK, Yancey J. Repeated measurements of geometrically constructed and determined cephalometric points. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 76: 295-299, 1987.
112. Heath RM. Measurement of cephalometric radiographs: Methods of analyzing data on a regional basis and improving reading efficiency. *Am J Orthod*. 5: 303-309, 1980.
113. Sarı Z, Başçiftçi AF, Uysal T, Malkoç S. Üç farklı sefalometrik film çizim yönteminde araştırmacılar ve tekniklerin karşılaştırılması. *Türk Ortod Derg*. 15(2):99-107, 2002.
114. Sekiguchi T. and Savara BS. Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. *Am J Orthod*.61: 603-618,1972.
115. Graber TM. *Orthodontics, principles and practice*, 3rd edition, p.433.W.B. Saunders Co. Philadelphia, London, Toronto, 1972.
116. Chate R. A. C.: Cephalometric Landmark Identification within the Petrous Temporal Region. *Br J Orthod*., 14;33-41, 1987.
117. Sameshima G. T., Kawakami R., Kaminishi R., Sinclair P. M.: Predicting soft tissue changes in maxillary impaction surgery: A comparison of two video imaging systems. *Angle Orthod*., 67,1:347-354. 1997
118. Yue W., Yin D., Chengjun L., Wang G., Xu T.: Automated 2-D cephalometric images by a model-based approach. *IEEE Trans Med Imag*., 53: 1615-1623, 2006.

119. Sameshima G. T., Kawakami R., Kaminishi R., Sinclair P. M.: Predicting soft tissue changes in maxillary impaction surgery: A comparison of two video imaging systems. *Angle Orthod.*, 1: 347-354, 1997.
120. Marci V, Wenzel A. A reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. *Eur J Orthod.*, 15: 137-148. 1993.
121. Baumrind S, Frantz R C The reliability of head film measurements.  
2. Conventional angular and linear measurements. *Am J Orthod.*, 60: 505–517, 1971b.
122. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: A meta analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 112: 165-170, 1997.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

22 Ağustos 1980'de Antalya'da doğdum. İlk öğrenimimi Alanya Barbaros İlköğretim Okulu ve Alanya Azakoğlu İlköğretim Okulu'nda, orta okulu Alanya Ayşe Melahat Erkin Anadolu Lisesi'nde, lise öğrenimimi ise Özel Alanya Erkek Lisesi'nde tamamladım. 1999 yılında üniversite öğrenime başladığım Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 2005 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl doktora eğitimine başladım. Evliyim.