

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI



CEPHNİNJA VE WEBCEPH SEFALOMETRİK ANALİZ
UYGULAMASININ GELENEKSEL YÖNTEMLE
KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEVİLAY GÜLLÜK

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. MUSTAFA HALUK İŞERİ

İSTANBUL, 2022

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI



CEPHNİNJA VE WEBCEPH SEFALOMETRİK ANALİZ
UYGULAMASININ GELENEKSEL YÖNTEMLE
KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEVİLAY GÜLLÜK

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. MUSTAFA HALUK İŞERİ

İSTANBUL, 2022

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZ ONAY BELGESİ

Ortodonti Anabilim Dalı 1811105011 numaralı yüksek lisans öğrencisi Sevilay GÜLLÜK'ün “**Cephninja ve Webceph Sefalometrik Analiz Uygulamasının Geleneksel Yöntemle Karşılaştırılması**” adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 27/04/2022 tarih ve 2022/06 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 25.05.2022

Öğretim Üyesi Ünvanı- Adı ve Soyadı		İmzası
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Mustafa Haluk İŞERİ	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Göksu TRAKYALI	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÖZKAN	

ETİK BEYAN

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu projede;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25 / 05 / 2022

Sevilay GÜLLÜK

İmza

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda yardım, destek ve deneyimlerini esirgemeyen tez danışmanım İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. M. Haluk İŞERİ'ye teşekkür ederim. Ayrıca Doç. Dr. Göksu Trakyalı ve Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÖZKAN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

İSTANBUL, 2022

Sevilay GÜLLÜK

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Sefalometrinin Tarihi	5
2.2. Sefalometrik Radyografi Çeşitleri.....	7
2.2.1. Geleneksel Sefalometrik Radyografi.....	7
2.2.2. Dijital Sefalometrik Radyografi	8
2.3. Sefalometrik Analiz Yöntemleri	9
2.3.1. Geleneksel Sefalometrik Analiz Yöntemi.....	9
2.3.2. Dijital Sefalometrik Analiz Yöntemi	9
2.4. Dijital Radyografide Referans Noktası Tanımlama, Güvenirlik ve Tekrarlanabilirlik Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar	10
2.4.1. Dijital Radyografide Referans Noktası Tanımlama Üzerine Yapılan Çalışmalar	10
2.4.2. Bilgisayarlı Sefalometrik Programların Güvenilirliği ve Tekrarlanabilirliğinin Değerlendirildiği Bazı Çalışmalar	16
2.4.3. Akıllı Telefon Sefalometrik Analiz Uygulamalarının Güvenilirliği ve Tekrarlanabilirliğinin Değerlendirildiği Bazı Çalışmalar	23
2.5. Geleneksel Yöntem ile Dijital Sefalometrik Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Örneklem Seçimi.....	27
3.2. Power Analiz Ölçümleri	28

3.3. Lateral Sefalometrik Röntgen Ölçüm Prosedürü	28
3.4. Lateral Sefalometrik Röntgen Referans Noktası Belirlenmesi ve Ölçülmesi.....	28
3.5. İstatistik Yöntem	39
4. BULGULAR.....	40
4.1. Sınıf İçi Korelasyon Katsayı	40
4.2. El İle Çizim Ölçümlerinin Karşılaştırılması	41
4.3. El İle Çizim Ölçümleri İle Cephninja ve Webceph Ölçümlerinin Karşılaştırılması	44
4.4. El İle Çizim Ölçümleri İle Cephninja Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	46
4.5. El İle Çizim Ölçümleri İle Webceph Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	49
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	52
6. KAYNAKLAR	61
EKLER.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	73

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan sefalometrik referans noktaları ve tanımları	32
Tablo 3.2: Çalışmada kullanılan sefalometrik ölçümler ve tanımları	34
Tablo 3.3: Çalışmadaki veri grupları	37
Tablo 4. 1: Yetişkinler için Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği'ne Ait Güvenilirlik Analizi Bulguları El ile Çizim Ölçümleri	41
Tablo 4. 2 : El ile Çizim Birinci Ölçümleri ile El İle Çizim İkinci Ölçümlerinin Karşılaştırılması	42
Tablo 4. 3: El İle Çizim Ölçümleri ile CephNinja ve Webceph Uygulaması Ölçümlerinin Karşılaştırılması	45
Tablo 4. 4: El ile Çizim Ölçümleri ile CephNinja Uygulaması Ölçümlerinin Karşılaştırılması	47
Tablo 4. 5: El ile Çizim Ölçümleri ile Webceph Programı Ölçümlerinin Karşılaştırılması	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3. 1: Webceph uygulamasında sefalometrik görüntü kalibrasyonu	29
Şekil 3. 2: CephNinja uygulaması sefalometrik görüntü kalibrasyonu	30
Şekil 3. 3: Webceph uygulaması sefalometrik röntgen referans noktası tespiti	30
Şekil 3. 4: CephNinja uygulaması sefalometrik röntgen referans noktası tespiti	31
Şekil 3. 5: Çalışmada kullanılan sefalometrik referans noktaları	31
Şekil 3. 6: Çalışmada kullanılan düzlemler.....	34
Şekil 3. 7: Çalışmada her hasta için ölçümlerin yazıldığı form	38



KISALTMALAR LİSTESİ

N : Nasion

S : Sella

ANS : Anterior Nasal Spine

PNS : Posterior Nasal Spine

A : A noktası

U1 : Üst kesici Diş

L1 : Alt Kesici Diş

B : B noktası

Pog : Pogonion

Gn : Gnathion

Me : Menton

Go : Gonion

Co : Condylon

Ar : Articulare

LS : Labial Superius

LI : Labial Inferius

Pog' : Yumuşak Doku pogonion

NSL : Sella- Nasion düzlemi

NL : Palatal düzlem

ML : Mandibular düzlem

ÖZET

CephNinja ve Webceph Sefalometrik Analiz Uygulamasının Geleneksel Yöntemle Karşılaştırılması

Amaç: Bu çalışmada, akıllı telefon uygulması “CephNinja” ve bilgisayar uygulaması “Webceph” ile elde edilen sefalometrik ölçümleri, geleneksel ölçüm methodu ile karşılaştırarak güvenilirlik ve tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntem: 30 adet tedavi öncesi çekilen yüksek kaliteli dijital sefalometrik x-ray görüntüsü üzerinde 23 referans noktası ve 29 sefalometrik parametre tanımlandı. CephNinja ve Webceph uygulamaları ve el ile çizimde elde edilen ölçümler aynı operatör tarafından 4 hafta arayla iki kez yapıldı. Methodların karşılaştırmalı değerlendirmesi t-test ile belirlendi. İstatistiksel önemlilik seviyesi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

Bulgular: Her iki teknik ile yapılan tüm sefalometrik ölçümler için, korelasyon katsayıları en az 0,95 (yüksek korelasyon) olarak tespit edilmiştir. Üç ölçüm methodu arasında 15 değerde istatistiksel fark bulunmuştur (SN, S-Ar, NSL/NL, A to N-Perp, Co-A, NSL/ML, Ar-Go, Ar Go Me, N-Me, S-Go, Pog to N-Perp, Co-Gn, Sp-Me, U1-NA (mm), U1 NA (açı)) ($p < 0.05$). El ile çizim ölçüm sonuçları ve Webceph uygulama sonuçları ile karşılaştırıldığında 8 dijital ölçüm sonucu (S-N, NSL/NL, Co- A, Ar Go Me, N – Me, Co- Gn, U1-NA (mm), U1-NA (açı)) ve CephNinja ile karşılaştırıldığında 12 ölçüm sonuçları (S-N, S-Ar, A to N-Perp, NSL/NL, Co- A, Ar Go Me, N – Me, S-Go, Co- Gn, Pog to N-Perp, U1-NA (mm)) el ile çizim yöntemi sonuçlarına göre biraz daha düşük korelasyonlar gösterdi.

Sonuç: Sefalometrik web uygulaması “Web Ceph” ve sefalometrik akıllı telefon uygulaması “CephNinja”nın el ile çizim ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırıldığında fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç, otomatik referans noktası belirlenmesi ile

elde edilen sonuçların daha güvenilir olması için uygulamaların geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sefalometri , Webceph, CephNinja

Sevilay GÜLLÜK, 2022



ABSTRACT

Comparison of CephNinja and Webceph Cephalometric Analysis Application with Conventional Method

Aim: The aim of this study was to assess reliability and reproducibility of the cephalometric measurements obtained with smartphone application "CephNinja" and the web application "Webceph" by comparing them with the traditional measurement method

Material and Method: Twenty three reference points and 29 cephalometric parameters were defined on 30 high-quality digital cephalometric x-ray images taken before treatment. Measurements obtained in CephNinja and Webceph applications and hand drawing were made by same operator twice with an interval of 4 weeks. Comparative evaluation of methods was determined by t-test. Statistical significance level was accepted as $p < 0.05$.

Results: Correlation coefficients were determined to be at least 0.95 (high correlation) for all cephalometric measurements made with both techniques. There were 15 statistical differences between the three measurement methods (SN, S-Ar, NSL/NL, A to N-Perp, Co-A, NSL/ML, Ar-Go, Ar Go Me, N-Me, S-Go, Pog to N-Perp, Co-Gn, Sp-Me, U1 -NA (mm), U1- NA(aç)) ($p < 0.05$). When hand drawing and Webceph applications were compared, 8 digital measurements and 12 measurements compared with CephNinja showed slightly lower correlations with the hand drawing method results.

Conclusion: Comparison of "Web Ceph" and "CephNinja" indicated statistically significant differences. Therefore both applications should be developed to obtain reliable outcomes.

Keywords: Cephalometri, Webceph, CephNinja

1. GİRİŞ

Ortodonti büyük ölçüde morfolojik ilişkilerle ilgilenir ve bu nedenle ortodontik değerlendirmede morfolojiyi ölçmek için bazı araçlar gerekmektedir. Radyografların kullanılmasından önce, ortodontik vaka analizi zorunlu olarak subjektifti ve iskelet sınıfının belirlenmesi büyük ölçüde klinik görüşe dayanmaktaydı. Alçı yüz maskeleri bazen yüz morfolojisini kaydetmenin bir yolunu sağlamak için kullanılmıştır. X ışınlarının ortaya çıkışı, iskelet analizi için yeni fırsatlar sağlamıştır. Broadbent (1931) tarafından sefalostatin geliştirilmesi, başın X-ışını görüntüsünü tekrarlanabilir bir şekilde tekrarlama araçlarını üreterek radyografik sefalometrilere çağını başlatmıştır (Cohen, 1984).

Sefalometrik radyograflar, uygun ortodontik teşhis, tedavi planlaması ve tedavi sürecinin izlenmesi için en önemli araçlardır (Duarte vd., 2009; Liu vd., 2003). Tedavi planlaması, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi, dental ve kranial yapılar arasındaki ilişki ve maloklüzyonun belirlenmesi için kullanılmaktadır (Cohen, 1984; Baumrind and Frantz, 1971; Sandler, 1988; Izgi ve Pekiner, 2019).

Sefalometrik radyografları değerlendirmek için üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Geleneksel sefalometrik analiz, bilgisayar destekli sefalometrik analiz yöntemi ve dijital radyografları doğrudan bir bilgisayar veri tabanına ileten ve bir sefalometrik program ile anatomik yapıları belirleyen ve otomasyon yoluyla mesafeleri ve açıları ölçerek sefalometrik analizi tamamlayan tamamen dijital analiz yöntemidir.

Geleneksel olarak sefalometrik analiz, elle izlenerek gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, bir cetvel ve iletken kullanarak doğrusal ve açısal ölçümü kaydeden radyografin üzerine bir asetat tabakasının yerleştirilmesini içerir. Ortodonti alanında çok yaygın olmasına rağmen, operatörün çizgileri ve açıları ölçmek için daha fazla zaman harcaması gerekir ve ölçümlerde hata ve yanlışlık olasılığı vardır (Baumrind ve Frantz, 1971; Cohen, 1984; Ricketts, 1981; Sandler, 1988). Hatanın en yaygın nedenleri, yer işareti tanımladaki değişiklik, ölçüm hataları, büyütme hataları ve üç

boyutlu bir nesnenin iki boyutlu bir nesneye indirgenmesidir (Cooke ve Wei, 1991; Ricketts, 1981; Sandler, 1988).

Bilgisayarlı sefalometrik radyografi dönemi 1960'ların sonlarında başlamıştır (Ricketts, 1969). Sefalometrik izlemenin açılarını ve mesafelerini ölçen çeşitli programların oluşturulması, veri analizindeki teknik gelişmeler sayesinde kolaylaştırılmış, araştırmalar için gereken manuel çalışmayı en aza indirmiş ve sonuç olarak sefalometrik değerlendirmeyi içeren çalışma projelerini hızlandırmıştır.

Sayısal analizde açılar ve çizgiler otomatik olarak hesaplanır, bu da referans noktaları arasında çizgiler çizerken hata olasılığını azaltabilir ve özel bir sistemle ölçülür. Dijital görüntü değiştirilebilir ve yer işaretlerinin tespitine yardımcı olmak için görsel görünüm iyileştirilebilir. Dijital analizin kullanılması, veri toplama ve ölçme için gereken süreyi azaltır (Jackson ve diğerleri, 1985).

Dijital analiz yöntemi, geleneksel el ile çizim yöntemine göre birtakım avantajlara sahiptir. Bilgisayarlı dijital analiz programının çalıştırılması kolaydır, ölçümler kolayca tamamlanabilir ve aynı anda birden fazla analiz tamamlanabilir. Fotoğraflar dijital formatta olduğu için saklanması kolaydır ve daha az yer kaplar (Vincent ve West, 1987). Ayrıca görüntülerin üst üste bindirilmesine ve görüntünün özelliklerini değiştirme yeteneğinin yanı sıra film bozulmasıyla mücadele etmek için görüntülere erişimi arşivleme ve genişletme becerisine de yardımcı olur. Ayrıca hastalar, radyasyona maruz kalma dozunun azaltılmasından ve kimyasalların ve buna bağlı çevre kirliliğinin ortadan kaldırılmasından yararlanır (Forsyth ve Davis, 1996).

Dijital analizin birkaç dezavantajı vardır. Üç boyutlu bir yapının iki boyutlu bir temsili olduğu için, yer işaretlerini tanımlamak zor olmaktadır. Bilateral yapıların üst üste gelmektedir ve görüntü sıkıştırıldıkça görüntü çözünürlüğü düşmektedir (Sandler, 1988). Sandler ve diğerleri, (1988) ve Sayınsu ve diğerleri, (2007) açısal ve doğrusal ölçümleri karşılaştırmışlardır. Çizgi ve açı tekrarlanabilirliğinin elde

edilmesi çok sayıda kaynaktan dolayı daha zordur. (Bruntz vd., 2006; Ongkosuwito vd., 2002; Power vd., 2005). Bununla birlikte, sayısallaştırma yaklaşımını geleneksel yöntemlerle karşılaştırmanın bulguları yetersizdir.

Web tabanlı uygulamaların kullanımı, sayısız potansiyel ve gerçekleştirilmiş fayda ile sağlık ve diş hekimliği de dahil olmak üzere birçok ortama yayılmıştır. Web tabanlı uygulamaları kullanma yeteneği, ortodontistler için bu yeni teknolojiyi kliniğe entegre ederek tedavi öncesi ve tedavileri sırasında onlara yardımcı olmak için yeni ve daha kullanışlı fırsatlar yaratmıştır (Baheti ve Toshniwal, 2014).

2019 yılında sefalometrik analiz için yeni yayınlanan web tabanlı bir uygulama olan "Web Ceph" tanıtıldı. Uygulama Prof. Seokki Jung (Kore Üniversitesi Ortodonti Bölümü) tarafından geliştirildi. Bu uygulama, kısa sürede birkaç sefalometrik analiz üretme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, kullanıcı özel bir sefalometrik analiz oluşturma yeteneğine sahiptir.

Akıllı telefon kullanımı hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir (Baheti ve Toshniwal, 2014). Sefalometrik analiz sürecini basitleştirmeye yardımcı olmak ve çeşitli önemli noktalara ve parametrelere kolay erişim sağlamak için uygulamalar geliştirilmiştir (Mamillapalli vd., 2016). Akıllı telefonların kullanımı, sağlık ve diş hekimliği de dahil olmak üzere birçok alana yayılmıştır ve birçok potansiyel fayda sağlamıştır.

Ortodontide hasta eğitimi, teşhis ve tedavi planlaması için akıllı telefon uygulamaları kullanılmaktadır. Halihazırda piyasada, kullanımı kolay ve zaman kazandıran çeşitli sefalometrik yazılımlar mevcuttur. Bu yazılımlar pahalıdır ve bir dizüstü bilgisayar veya masaüstü gerektirmekte olup, bu da onu zahmetli ve daha az erişilebilir hale getirmektedir. "Cep telefonu" kelimesi, hareket halindeyken erişilebilirlik ve hareketlilik avantajını ifade etmektedir. Akıllı telefonlarımızdan kolayca erişilebilen mobil sefalometrik yazılım uygulaması, günümüzün ihtiyacıdır (Kumar vd.,2019).

Bu tür uygulamalardan biri, App store oyun mağazasında bulunan ve kullanımı ücretli olan CephNinja'dır.

Bu çalışmanın amacı CephNinja ve Webceph uygulamaları ile elde edilen sefalometrik ölçümlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini, geleneksel yöntem ile karşılaştırmaktır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sefalometrinin Tarihi

Sefalometrik radyografinin gelişim süreci Wilhem Conrad Röntgen'in 1895 senesinde ilk röntgen ışınlarını keşfetmesi ile başlamıştır. İlk diş röntgeni filmi Otto Walkhoff tarafından 1896 yılında elde edilmiştir. Edmund Kells ise 1897 yılında ağız içi röntgen filmlerini kliniğinde kullanan ilk hekimdir (Uzel ve Enacar, 2000; Ricketts,1981).

Röntgen ışınlarının keşfedilmesiyle beraber, baş hastalıkları ve gelişimsel sendromların tanısında doktorlar bu yöntemi kullanmışlardır (Ricketts, 1969). Sefalometrik filmlerin ortodontide tanı aracı olarak ilk kullanımı, 1919 yılında Ketchman ve Ellis' in çalışmaları ile başlamıştır. A.J. Pacini, profil röntgeninin insan gelişiminin incelenmesi, sınıflandırılması ve gelişim bozukluklarının tespit edilmesinde yararlı olduğunu belirtmiştir. Pacini, geliştirdiği teknik ile röntgen filmlerinde Pogonion, Gonion, Nasion ve Spina Nasalis Anterior noktalarını içeren bazı klasik işaret noktalarını saptamıştır (Röntgen,1896). Charles Mc. Gow, 1923 yılında sefalometrik röntgen filmini, sert ve yumuşak doku profili arasındaki ilişkiyi belirlemek, tedavi esnasında ve sonrasında hasta profilinde meydana gelen değişimleri incelemek için kullanmıştır (Uzel ve Enacar, 2000). Dr. Carter seri olarak alınan röntgen filmleri arasında karşılaştırma yapılabilmesi için hasta konumunun standardize edilmesinin önemli olduğunu vurgulamıştır. C.O. Simpson profil röntgenlerinin elde edilmesinde yeni bir yöntem tanımlamıştır. Araştırmacı deformasyonları azaltmaya, sert ve yumuşak dokuları aynı film üzerinde kaydetmeye çalışmıştır. Bu yöntemde kaynak-birey arasındaki mesafe 4,5 m'dir. Profilin belirlenmesi amacıyla başlarda aynı kaset içine yerleştirilmiş, farklı şiddette ışın alacak şekilde düzenlenmiş iki filmden yararlanılmıştır (Uzel ve Enacar, 2000).

Sefalometrik görüntülemeye yeni bir yöntemi 1924 yılında tanıtan Carrea, ışın kaynağı- birey arasındaki mesafeyi 2m olarak belirlemiş, böylece deformasyonları mümkün olduğunca azaltmıştır. Araştırmacı, bu tekniği “Teleradiofacie” olarak isimlendirmiştir. Carrea yumuşak doku profilinin belirlenmesinde ince bir kurşun tel kullanmış, porus acusticus externus’un belirlenmesi için de kulağa küçük kurşun borucuklar yerleştirmiştir (Uzel ve Enacar, 2000). R. Waldron, 1925 yılında fasiyal profile doksan derece açı ile elde edilen radyografilerde, gonial açının ölçümü ile ilgili bir çalışma yayınlamıştır. M. Dewey ve S. Riesner, 1926 yılında, sadece model ve fotoğrafların yeterli gelmeyeceğini, bu nedenle profil filmlerinin de olması gerektiğini belirtmişler ve kendi geliştirdikleri yöntemi tanıtmışlardır. R. Schwartz, 1927’de radyoopak bir krem yardımı ile sert ve yumuşak dokuları aynı filmde belirlemek üzere bir yöntem geliştirmiştir. Ancak uygulamış olduğu çekim tekniği görüntünün büyümesine bağlı olarak önemli deformasyonlara yol açmıştır (Uzel ve Enacar, 2000).

Broadbent, 1931 yılında “Yeni Bir X Işın Tekniği ve Ortodontiye Uygulanması” adlı makalesini yayınlarak gerçek anlamıyla bir sefalometri uygulamasını ilk kez ortaya koymuştur. Broadbent’in tekniği ile karşılaştırıldığında daha önceden yapılmış uygulamaların yeterli olmadığı görülmüştür. Broadbent’in buluşu ile sefalometri hızlı bir gelişim göstermiş ve şu anki halini almıştır (Uzel ve Enacar, 2000; Broadbent,1931).

Sefalometrinin 1931 yılında ortodonti literatürüne girmesinden sonra birçok analiz yöntemleri geliştirilmiştir. 1946 yılında Tweed, 1948 yılında Downs, 1953 yılında Steiner, 1958 yılında Sasounni, 1960 yılında Ricketts, 1972 yılında Jarabak ve Fizzell, 1974 yılında Hasund ve ark., 1975 yılında Jacobson ve 1984 yılında McNamara gibi araştırmacılar kendi adlarıyla sefalometrik analiz yöntemleri tanımlamışlardır. Bu teknikler genelde belirli bir ortodontik tedavi felsefesini ve

“ideal” anlayışını yansıtır. Bundan dolayı farklı analiz metotları, “normal”i farklı tanımlamaktadır (Uzel ve Enacar, 2000).

1980 ve 1990’lı yıllarda gelişen dijital radyoloji, banyo ve film ihtiyacını ortadan kaldırarak sefalometrik radyografileri daha pratik elde edilmesini sağlamışlardır. Dijital radyografide, sensörler yardımı ile bilgisayar ortamına geçirilen radyograflar, dijital ortama direkt olarak aktarılmakta ve herhangi bir tarama işlemine gerek bırakmadan analizlerin bilgisayar programlarıyla dijital ortamda yapılmasını sağlamaktadır. Yeni geliştirilmiş radyografik olmayan sonik dijitalizerler ile artık radyasyon olmadan sefalometrik görüntüler elde edilebilmektedir. Yapılan çalışmalarda, konvansiyonel filmlere göre daha iyi sonuçlar elde edilmesine karşın henüz yaygınlaşmamışlardır (Kenneth vd.,1999; Prawat vd.,1995).

İlk olarak tanıtıldığı 1919 yılından bu yana lateral sefalometrik radyografiler hem bilimsel araştırmalarda hem de klinik ortodontide geniş bir kullanım alanına sahiptir. Lateral sefalometrik radyografiler sayesinde farklı anatomik yapılar doğrusal ve açısal ölçümler şekline dönüştürülerek ölçülebilir ve üzerinde çalışılabilir bir hal almıştır. Elde edilen bilgiler sayesinde dental, iskeletsel ve yumuşak doku morfolojisi belirlenebilmekte ve ortodontik tedavi planlaması yapılabilmektedir (Uzel ve Enacar, 2000; Broadbent,1931; Kenneth vd.,1999).

2.2. Sefalometrik Radyografi Çeşitleri

2.2.1. Geleneksel Sefalometrik Radyografi

Geleneksel sefalometrik radyografi lateral yön üzerinde yüzün, çene kemiğinin, kafa kemiklerin ve dişlerin görüntüsünün elde edildiği ağız dışı radyografilerdir. Bu radyografiler görüntü elde edilir iken, görüntü (imaj) reseptörü olarak kaset içerisinde bulunan röntgen filmleri kullanılır. Bu röntgen filmleri kaset içerisinde varolan iki ranforsatör (intensifying screen) arasında bulunmaktadır. Filmleri

sırasıyla koruyucu tabaka, emülsiyon tabakası, yapıştırıcı tabaka ve baz tabaka yapısı olmak üzere dört tabakadan oluşmaktadır. Yapıştırıcı tabaka emülsiyonun baz tabakaya yapışmasını sağlarken, emülsiyon tabakası ise görüntünün oluştuğu bölümdür. Emülsiyon tabakasındaki x ışınlarına duyarlı gümüş halid kristallerinin banyo solüsyonuyla reaksiyonu sonucunda görüntü oluşmaktadır.

Dokular arasında x ışınlarına karşı oluşan absorbsiyon farklılığı röntgen filmi üzerinde radyoopak (açık renk) ve radyolüsent (koyu renk) alanların oluşmasını sağlar. Karanlık odadaki banyo işlemleriyle geleneksel sefalometrik radyografi elde edilmiş olur (Harorlı,2006).

2.2.2. Dijital Sefalometrik Radyografi

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve dijital radyografilerin avantajlı olmasından dolayı dijital sefalometrik radyografilere olarak ilgi zamanla artmaktadır. Dijital görüntü elde edilirken geleneksel olarak elde edilen radyografi uygulamalarından farklı olarak, imaj reseptörü olarak röntgen filmi yerine dijital sensörler kullanılır. Objeyi geçen x ışınları elektromanyetik enerjiye hassas dedektörler tarafından algılanır ve bilgisayar ortamında görüntüye dönüştürülür. Görüntünün bilgisayarda depolaması için röntgen cihazı ile birbirine uyumlu yazılım gerekmektedir. Dijital radyografiler piksellerin oluşturduğu bir matriksten meydana gelir. Matriksteki piksel sayısı ne kadar fazla olursa ve piksellerin boyutu ne kadar küçük olursa elde edilecek görüntünün çözünürlüğü ve hassasiyeti de o derece iyi olmaktadır (Forsyth vd.,1996b; Brennan,2002).

2.3. Sefalometrik Analiz Yöntemleri

2.3.1. Geleneksel Sefalometrik Analiz Yöntemi

Geleneksel sefalometrik analiz yöntemi, sefalometrik çizim tekniği olarak değerlendirme amacıyla uzun süredir yaygın olarak kullanılmaktadır. Manuel olarak çizilmesiyle analiz yapılır. Radyografik filmin üzerine yerleştirilen asetat kağıt filminden kaymayacak biçimde konumlandırılır, analiz için anatomik noktalar işaretlenerek düzlemler çizilir, bu düzlemler kullanılarak yapılan açısal ve doğrusal ölçümler kaydedilir ve değerlendirilir. Fakat bu yöntemin dezavantajı zaman alıcıdır (Liu vd.,2003).

Sefalometrik analizde; referans noktaların belirlenmesinde, radyografik ekspozür ve görüntünün oluşturulması ve ölçüm tekniğinde hatalar olabilir, bu hataların birçoğu, araştırmacı deneyimi, referans noktaların tanımlanması ve görüntünün densite ve netliği gibi faktörlerin etkilediği referans noktaların belirlenmesi esnasında oluşmaktadır. (Baumrind,1971; Rudolph vd.,1998). Radyografi elde edilirken ve ölçümler sırasında oluşan hatalar da sonuçlara etki etmektedirler (Onkowitz vd.,2002).

2.3.2. Dijital Sefalometrik Analiz Yöntemi

Günümüzde hala birçok hekim gerekli verileri elde etmek için geleneksel çizim tekniğini kullanmaktadır (Gotfredsen vd.,1999). Bununla birlikte bilgisayar teknolojisindeki yenilikler, yazılımların gelişmesi, pratik kullanım arayışı, tanı kolaylığı ihtiyacı dijital sistemlerin gelişmesini sağlamıştır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, ortodontistlerin pratik kullanım arayışı ve geliştiricilerin yapmış oldukları çalışmalar sonucunda ortaya çıkan bilgisayarlı sistemler sayesinde; asetat kağıdı, kalem, silgi, cetvel gibi malzeme ihtiyacını ortadan kaldırmış ve bir

çok klinisyen işlem için bilgisayar uygulamasına başlamıştır (İşman,2010; Çelik,2007).

Bu yöntemde dijital halde bulunan veya dijitalize edilen sefalometrik görüntüler çeşitli yollarla programa yüklenir ve üreticilerin sunmuş olduğu analiz yöntemlerinden bir veya birkaçı seçilerek analiz yapılabilir (İşman,2010; Çelik,2007). 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 (Liu vd., 2003). Diğer yandan bilgisayarlı sefalometrik analiz sistemlerinde anatomik noktalar elle belirlendiği takdirde, ölçüm hatalarının elle yapılan analizlerdekine benzer olacağı da bildirilmiştir (Gravely ve Benzies, 1974).

2.4. Dijital Radyografide Referans Noktası Tanımlama, Güvenirlik ve Tekrarlanabilirlik Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

2.4.1. Dijital Radyografide Referans Noktası Tanımlama Üzerine Yapılan Çalışmalar

Sefalometrik radyografi izlemenin doğruluğunu etkileyen en önemli faktörün kuşkusuz yer işareti tanımlamasında yer alan hatadır. Sefalometrik yer işaretlerini lokalize ederken farklılıkların olabileceği bilinmektedir. Klinik olarak kullanılan bazı referans noktaları kafatasının dış hatlarında yer alır ve röntgenogramların aksine keskinliği nedeniyle tanımlanması nispeten kolaydır. Öte yandan, iç kafatasının yapıların üst üste binen anatomik detayların nedeniyle genellikle belirsizdir (Midtgard vd.,1974).

Björk, sefalometrik ölçüm çalışmalarında yöntem hatası için üç neden tanımlamıştır: Bunlardan birincisi aynı kişinin iki filmi arasındaki farklar, ikincisi referans noktası konumlarının değişmesinden kaynaklanan farklılıklar ve üçüncüsü okuma sürecindeki hatalardır. Björk tarafından yapılan yöntem hatasına ilişkin analizi, farklı kraniyal işaretlerin yerini belirlemede kesinlikte büyük farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, kolayca tanımlanabilen referans noktası ile ölçümde yalnızca küçük hatalar tespit edilmiştir. Bu durumlarda lineer ölçüm hataları 0,3 ile 1,4 mm arasında ve açısal ölçüm hataları 0,3 ile 1,6 derece arasında değişmektedir (Björk,1947).

Baumrind ve Frantz, anatomik olarak oluşturulmuş kenarlara veya kıvrımlara yerleştirilen referans noktası ve menton işaretlerinin tanımlanmasının kolay olduğunu, oysa geniş yarıçaplı eğrilere yerleştirilen işaretlerin orantılı olarak daha büyük ölçüm hataları gösterdiğini bulmuşlardır. Her yer işaretinin kendi karakteristik hata modeli vardır. Baumrind ve Frantz, istatistiksel olarak, on altı noktayı doğru yerleştirme olasılığının yüzde kırk dört olduğu sonucuna varmışlardır. Bu nedenle klinik analizler en az iki kez kontrol edilmesi gerektiği savunulmuştur (Baumrind ve Frantz,1971).

Richardson, iki değerlendiricinin bir hafta arayla on sefalogram üzerinde sefalometrik yer işaretlerini, çizgileri ve açıları kaydettirmesini sağlamıştır. Sıradan kranyal işaretlerin ± 1 mm'den daha az hata payına sahip olduğunu bulmuştur. Subspinale ve supramental noktalarında olduğu gibi, profildeki anatomik eğriler söz konusu olduğunda dikey sapmalar daha yüksek sayılara doğru yükselmektedir. Özellikle menton, spina nasalis anterior ve pterygomaxillare için yatay sapmalar gözlenmiştir. Tüm açısal ölçümler, yer işaretlerinin varyasyon eğilimini izlemiştir (Richardson,1966).

Sefalometrik analiz yapmak için farklı yöntemler kullanılabilir: tam bir geleneksel manuel yöntem ve bilgisayar destekli bir yöntemdir. Manuel yöntem popülerdir ve

en eski yöntemdir. Bilgisayar destekli yöntem, doğrusal ve açısal ölçümler için bilgisayar destekli bir analizin izlediği yer işaretlerini belirlemek için manuel veya otomatik bir yaklaşım kullanılmaktadır. Uysal ve diğerlerinin yaptıkları çalışmanın amacı, manuel ve bilgisayarlı olmak üzere iki sefalometrik analiz tekniği kullanarak yer işaretlerinin muayene eden kişiler arası tekrarlanabilirliğini ve muayene edenler arası tekrarlanabilirliğini değerlendirmek ve bunları hız açısından karşılaştırmaktır. Bu çalışmada genellikle bilgisayarlı sefalometrik analizlerle, yer işareti tanımlaması manuel olarak gerçekleştirilebileceği, ancak otomatik yer işareti tanımlaması ile de yapılabileceği ve bilgisayarlı sefalometrik analizde, işaret noktaları elle belirlenirse, ölçüm hataları manuel teknikten farklı olmadığı sonucuna varılmıştır (Uysal vd., 2009).

Liu ve diğerleri, yaptıkları çalışmanın amacı edge-based teknik kullanan bilgisayarlı bir otomatik referans noktası tanımlama sisteminin doğruluğunu değerlendirmektir. Kullanılan Teknik, taranan sefalogramı 8 dikdörtgen alt görüntü bölgesine böler ve bu alt görüntülerin çözünürlüğü düşürüldükten sonra kenarlar algılanır ve yer işaretleri otomatik olarak bulunmaktadır. Yer işaretlerini otomatik olarak tanımlamak için kullandıkları geleneksel ve özel olarak tasarlanmış bilgisayarlı sefalometrik program arasındaki referans noktası tanımlamasındaki hataların, incelenen 13 işaretten sadece 5'i için önemsiz olduğunu bulmuşlardır (3). Bu işaretler sella, nasion, porion, orbitale ve gnathion idi.

Sommer ve diğerleri (Sommer, 2009), sefalometrik analizleri dijital olarak gerçekleştiren bir ortodontik yazılım olan Orthometric'in doğruluğunu iki modda test etmiştir. İlki kullanıcının referans noktalarını tanımladığı ve programın ölçümleri aldığı yarı otomatik mod, diğeri hem yer işaretleri hem de ölçümlerin kullanıcı tarafından herhangi bir müdahale olmaksızın otomatik olarak gerçekleştirildiği tam otomatik mod. Çalışma, tam otomatik modun, yer işareti tanımlamasındaki ilgili hatalarla ilişkili olduğunu bulmuştur. Buna bağlı olarak, yazılım tarafından otomatik olarak ayarlanan tüm yer işareti konumlarının kontrol edilmesi ve gerekirse düzeltilmesi sonucuna varılmıştır.

Cohen ve Linney, otomatik referans noktası belirleme için bir yöntem geliştiren ilk kişilerdi. Bir monitörde radyografik bir görüntü almışlardır. Daha sonra görüntüyü işlemek için bir hücresel mantık görüntü işlemcisi kullanılmıştır. Bu çalışmada CLIP4 görüntü işleme sistemi kullanılarak sella ve mentonun otomatik (öznel olmayan) yer işareti tanımlaması yapılmıştır. 23 radyografide elde edilen sonuçlar geleneksel tekniklerle karşılaştırılmıştır (Cohen ve Linney, 1984).

1986'da Levy-Mandel ve diğerleri bilgiye dayalı bir yer işareti belirleme yöntemi önermiştir. Sayısallaştırılmış radyografik görüntü, kenarları elde etmek için bir ön filtreleme operatörü ve bir kenar detektörü kullanılarak işlenmiştir. Yararlı çizgiler daha sonra bilgi tabanlı bir çizgi izleme algoritması ile çıkarılmıştır. Bilgi, çizgilerin yaklaşık konumunu, çizgilerin başlangıç ve bitiş koşullarını ve çizgilerdeki parça sayısını içermektedir. Daha sonra, yer işaretleri basit geometrik tanımlarla yerleştirilmiştir (Levy-Mandel vd., 1986).

1989'da Parthasarathy ve diğerleri (Parthasarathy vd., 1989) ön filtreleme, kontrast geliştirme ve kenar algılamadan önce görüntünün çözünürlüğünü azaltmak için piramit yöntemini kullanmıştır. Yer işaretlerini bulmak için bir algoritma önermişlerdir. Algoritma, yumuşak doku yüzündeki yer işaretlerini bulmak için de uygulanmıştır; referans noktası tanımlama hataları 1 mm'den küçüktür.

Bruntz ve diğerleri, lateral sefalogramların taranması ve basılı kopyaya yazdırılmasıyla ilişkili bozulmayı değerlendirmek ve dijital görüntülerin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla bu çalışmayı yapmıştır. Çalışması, geleneksel lateral sefalometrik radyograflar ile taranan görüntü arasındaki bozulmanın, dikey düzlemde 0,8 mm'lik bir genişleme ve yatay düzlemde 0,4 mm'lik bir azalma olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, basılı radyograflar dikey ve yatay düzlemde sırasıyla 1,1 mm ve 0,4 mm'lik bir genişleme göstermiştir. Distorsiyon değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmasına rağmen, yazarlar bu farklılıkların klinik olarak önemsiz olduğunu öne sürmüşlerdir (Bruntz vd., 2006).

Uysal ve diğerkleri, manuel ve dijital sefalometrik analiz tekniklerinin muayene eden kişiler arası güvenilirliğini ve muayene edenler arası tekrarlanabilirliğini incelemiştir. Çalışma, rastgele seçilmiş 100 sefalogramı içermiştir (Uysal vd., 2009). Her sefalogramda, 11 açısal ve 6 doğrusal değişken, geleneksel bir yöntem ve Dolphin görüntü yazılımı sürüm 9 kullanılarak iki operatör tarafından izlenmiş ve ölçülmüştür. Sonuçlar, her iki araştırmacının da tekrarlanan ölçümlerde çoğunlukla tutarlı olduğunu göstermiştir. Ancak klinisyenlerden sadece biri için Na- A, Na- Pog ve U1- Na tekrarlanan ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara sahiptir. Hem manuel hem de Dolphin teknikleri ile yer işaretlerinin araştırmacı içi tekrarlanabilirliği, yüksek korelasyon katsayısı göstermiştir. Yer işaretlerinin sorgulayıcılar arası tekrarlanabilirliği kabul edilemez olsa da manuel teknikteki ölçüm hataları genellikle Dolphin tekniği ile karşılaştırılabilirdi. Çalışmada genellikle bilgisayarlı sefalometrik analizlerle, yer işareti tanımlaması manuel olarak gerçekleştirilebileği, ancak otomatik yer işareti tanımlaması ile yapılabileceği, bilgisayarlı sefalometrik analizde, işaret noktaları elle belirlenirse, ölçüm hataları manuel teknikten farklı olmayacağı sonucuna varılmıştır (Uysal vd., 2009).

Turner ve Weerakone taranan sefalometrik radyograflar için referans noktası tanımlamasının tekrarlanabilirliğini incelemiştir. Çalışma materyali, rutin ortodontik değerlendirmenin bir parçası olarak alınan 25 lateral kafatası röntgeninden oluşuyordu. Her röntgende 3 yöntem kullanılarak tekrar sefalometrik nokta tanımlaması yapılmıştır. İlk yöntem, geleneksel izleme yöntemidir. İkinci yöntem, geleneksel radyograflarda yer işaretleri belirlenerek gerçekleştirilir; daha sonra bu radyograflar taranır; daha sonra açısal ölçümler dijital olarak hesaplanır. Son yöntem, radyograflar tarandıktan sonra dijital ekranda yer işaretleri belirlenerek yapılır; daha sonra otomatik bir ölçüm hesaplaması yapılır (screenceph yöntemi). Çalışma, Screenceph yönteminin klinik amaçlar ve uygulamalar için yeterince doğru olduğu sonucuna varmıştır (Turner ve Weerakone, 2001).

Chen ve diğerkleri, taranan geleneksel X-ışınlarından elde edilen dijital görüntüler üzerinde yer işareti tanımlamasını geleneksel radyograflarla

karşılaştırmıştır (Chen vd., 2000). Çalışmada 10 radyografi rastgele seçilmiştir. Hem geleneksel hem de dijital radyograflarda on dokuz yer işareti tanımlanmıştır. Yazarlar, iki yöntem arasındaki referans noktası tanımlamasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varmışlardır. Gözlemciler arası hataların istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları, 19 işaretten sadece 4'ünde bulunmuştur.

Chen ve ark., geleneksel röntgenlerden alınanların aksine, sayısallaştırılmış bir sefalometrik röntgenden seçilen referans noktasından alınan sefalometrik ölçümler arasındaki uyumu değerlendirmiştir (Chen vd., 2004a). Ortodontik hastaların kayıtlarından rastgele on sefalometrik radyografi seçilmiştir. Yedi ortodontik asistan, orijinal radyograflarda ve dijitalleştirilmiş görüntülerde 19 sefalometrik yer işareti tanımlamıştır. Sonuç olarak, orijinal sefalogramlar ile sayısallaştırılmış görüntüler arasındaki ölçüm farklılıkları istatistiksel olarak anlamlıdır ancak klinik olarak kabul edilebilmektedir. Ayrıca, iki yöntem arasında gözlemciler arası hatalarda önemli bir fark bulunmamaktadır.

Roden-Johnson ve diğerleri, yaptıkları çalışmanın amacı film ve dijital sefalometrik izlemeler arasındaki referans noktası tanımlama varyasyonlarını araştırmak ve Quick Ceph 2000'in (Quick Ceph) yeteneklerini karşılaştırmaktır. Çalışma, tek ortodontik muayenehanede, büyüyen hastaların 30 set seri sefalogramını kullanmıştır. Kafa tabanı, maksilla ve mandibula bölgelerindeki sefalogramlarda güvenilir x ve y eksenleri çizilmiştir. ABO Faz III muayene el kitabına göre izlemeler bölgesel olarak üst üste getirilerek güvene dayalı hatlar dijital ve film seri sefalogramlara aktarılmıştır. Sonuç olarak Quick Ceph 2000 ile manuel ve dijital olarak yapılan sefalometrik yer işaretlerinin tanımlanmasında bir fark olmadığı bulunmuştur (Roden-Johnson vd., 2008).

Kasinathan ve diğerleri hem X hem de Y eksenlerinde manuel ve dijital çizim arasında yumuşak doku referans noktası tanımlamasının güvenilirliğini

değerlendirmiştir. Ortodontik tedavi için hastalarından tedavi öncesi toplam 50 lateral sefalogram seçilmiştir. Her bir sefalogramın dijital görüntüleri, ekrandaki dijitalleştirme için doğrudan Dolphin yazılımına aktarılırken, manuel izleme için görüntüler uyumlu bir X-ray yazıcı kullanılarak basılmıştır. Altı profesyonel gözlemci, her sefalogramda 10 yumuşak doku işareti belirlemiştir. Yer işaretleri X ve Y eksenlerinde çizilmiştir. Sonuç olarak, geleneksel çizimde Y eksenindeki boğaz noktası dışında hem X hem de Y eksenlerinde neredeyse aynı olan geleneksel ve dijital çizim arasında iyi bir güvenilirlik göstermiştir. Manuel ve dijital yöntemler için elde edilen sonuçlar hemen hemen benzer bulunmuştur, ancak dijital dönüm noktası çiziminin arşivleme, erişim ve aktarımda ek bir avantajı vardır ve lateral sefalogramların çizimi sırasında geliştirilebilir. Bu nedenle, avantajları nedeniyle hem günlük kullanım hem de araştırma için dijital dönüm noktası çizim yöntemi tercih edilebilir (Kasinathan vd., 2017).

2.4.2. Bilgisayarlı Sefalometrik Programların Güvenilirliği ve Tekrarlanabilirliğinin Değerlendirildiği Bazı Çalışmalar

İşeri ve ark., yaptıkları çalışmada sefalometride bilgisayar methodu ve geleneksel metod ile yapılan ölçümlerin hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve zaman faktörleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Seçilen 50 sefalogram üzerinde aynı operatör tarafından her iki yöntem kullanılarak toplam 15 farklı varyant iki kez ölçülmüştür (İşeri vd., 1992). Çalışma, her iki metod ile yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliği son derece yüksek bulunmuştur ve her iki yöntemin de oldukça güvenilir olduğu sonucuna varmıştır. Ancak, bazı açısal ölçümler, geleneksel grupta daha yüksek farklılıklar göstermiştir.

Sayınsu ve ark., geleneksel elle izleme yöntemini bilgisayarlı yöntemle karşılaştırmıştır (Sayınsu vd., 2007). Hataların izlenmesi ve sayısallaştırılması için gözlemciler arası ve gözlemciler arası hatalar araştırılmıştır. 30 lateral sefalogram 300 dpi'de dijital formatta taranmış ve yüksek çözünürlüklü bir monitörde

görüntülenip Dolphin Imaging Software 9.0 kullanılarak iki operatör tarafından iki kez işlenmiştir. Aynı radyograflar daha sonra aynı iki operatör tarafından manuel olarak izlenmiş ve ölçülmüştür. Sonuç olarak taranan görüntüler üzerinde gerçekleştirilen sefalometrik analiz için bilgisayar yazılımının kullanılması, elle izleme ile karşılaştırıldığında ölçüm hatasını artırmadığını göstermiştir.

Bartlett ve Frost (2008) ölçümlerin tekrarlanabilirliği, aynı koşullar altında aynı konu üzerinde yapılan tekrar ölçümlerindeki varyasyonu şekilde tanımlamıştır. Bu ölçümlerin aynı alet veya yöntemle, aynı gözlemci (veya değerlendirici) tarafından yapıldığı ve temel değer sabit kabul edilebileceği anlamına gelmektedir. Bir tekrarlanabilirlik çalışmasında aynı konu üzerinde yapılan ölçümlerdeki değişkenlik, yalnızca ölçüm sürecinin kendisinden kaynaklanan hatalara bağlanabilir.

Çelik ve ark., dijital bilgisayarlı direkt dijital radyograf yöntemini kullanarak sefalometrik ölçümlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini araştırmış ve geleneksel yöntemle karşılaştırmıştır (Çelik vd., 2009). Çalışmada kullanılan dijital sefalometrik sistemler Vistadent 2.1 ve Jiffy Ortodonti Değerlendirme yazılımıdır. Çalışma, nazolabial açı, ANS Me, APFH, N dik- Pg, Go- Me ve U1- NA gibi bazı değişkenlerin kullanılan yöntemler arasında tutarsız olduğunu bulmuştur. Yazarlar, sefalometrik ölçümlerin çoğunluğunun 3 yöntem arasında önemli ölçüde tekrarlanabilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, dijital olarak bilgisayarlı doğrudan dijital radyograf yönteminin, kullanıcı dostu olması ve zaman tasarrufu sağlaması nedeniyle daha fazla tercih edildiğini öne sürmüşlerdir.

Naoumova ve Lindman (2009) yaptıkları çalışmada, dijital izleme yazılımı (FACAD®) ile yapılan sefalometrik ölçümlerin doğruluğunu elle izlenen eşdeğer ölçümlerle karşılaştırmış ve her yöntemin tekrarlanabilirliğini değerlendirmiştir. Ortognatik tedavi görmüş 30 erişkin ameliyat öncesi ve sonrası lateral sefalografileri bilgisayara taranmıştır. Genel olarak, dijital sefalometrik ölçümlerde daha fazla değişkenlik bulunmuştur. Bulgular, incelenen iki izleme yönteminin sonuçlarının

benzer olduğunu ve FACAD® ile dijital izlemenin güvenilir olduğunu ve rutin olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Rusu ve ark., Planmeca Romexis® (Romexis 3.2.0., Helsinki, Finlandiya), Orthalis (Fransa) ve AxCeph (A.C 2.3.0.74, Ljubljana, Slovenya) olmak üzere 3 farklı bilgisayarlı izleme programının güvenilirliğini değerlendirmiştir (Rusu vd., 2015). Çalışmaya rastgele seçilmiş 39 lateral röntgende, 11 lineer ve 13 açısal ölçümden oluşan 12 iskelet, 9 dental ve 3 yumuşak doku parametresi ölçülmüştür. Bu çalışmada test edilen tüm yazılımların güvenilir olduğu sonucuna varmıştır.

Farook ve ark., bilgisayarlı direkt dijital radyografi yöntemi ile konvansiyonel izleme arasındaki sefalometrik ölçümlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirilmiştir. Çalışma, her radyografide tek bir araştırmacı tarafından yer işaretleri tanımlanmış, 5 iskelet analizi (Steiner, Wits, Tweeds, McNamara, Rakosi Jarabaks) ve 28 değişken hesaplanmıştır. Sonuçlar, 1-NA, Y eksen ve kesiciler arası açı değişkenleri dışında iki teknik arasında tutarlılık göstermiştir. Yazarlar, yaygın olarak kullanılan hemen hemen tüm sefalometrik ölçümlerin her iki teknik için de doğru ve güvenilir olduğu sonucuna varmışlardır. Bazı değişkenlerdeki farklılıklar klinik olarak önemsizdir. FACAD® ve geleneksel yöntemle yapılan ölçümlerin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği yüksek oranda ilişkili olması ve dijital görüntülemenin iyileştirme, iletme, arşivleme ve düşük radyasyon dozajları gibi avantajları, dijitalleştirilmiş yöntemin kalite kaybı olmaması günlük kullanımda geleneksel yöntemle göre tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır (Farook, 2016).

Polat-Özsoy ve diğerleri, dijital olarak bilgisayarlı bir doğrudan dijital radyograf yöntemi kullanarak sefalometrik ölçümlerinin doğruluğunu araştırmış ve bunu dijital radyografik çıktıların geleneksel elle takibi ile karşılaştırmıştır (Polat-Özsoy, 2009). Yöntemler arası karşılaştırmalar, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi ile birlikte sefalometrik ölçümlerin doğruluğu açısından yapılmıştır. Bir operatör, Vistadent OC

1.1 yazılımını ve geleneksel el izleme yöntemini kullanarak 30 tedavi öncesi ve tedavi sonrası lateral sefalometrik röntgeni analiz etmiştir. Çalışma, bazı değişkenler için iki yöntem arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir; SNA, Wits Appraisal, FMA, SN- PP, U1- FH ve L1- NB. Bununla birlikte, tedavi değişiklikleri açısından farklılıklar önemsizdir. Daha sonra, çalışma, elle izleme ve dijital yöntem arasındaki bazı değişkenlerdeki bazı farklılıklara rağmen, ölçülen parametrelerin çoğunun her iki yöntem için de tekrarlanabilir olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca, farklılıklar küçüktü ve klinik uygulamalar için uygundur.

Mosleh ve diğerleri, sefalometrik ölçümler sırasında ortodontinin manuel görevlerini bilgisayara dönüştürmek için geliştirilmiş yeni bir sistem olan Ceph-X bilgisayar sefalometrik yazılımının doğruluğunu manuel teknikle karşılaştırarak değerlendirmiştir (Mosleh vd., 2016). Çalışma, sayısallaştırılan ve dijital görüntülere aktarılan 30 geleneksel lateral sefalogramı içermektedir. Üç operatör 12 sefalometrik yer işareti seçmiştir. Her iki teknik için yirmi altı sefalometrik parametre hesaplanmıştır. Ceph-X, sefalometrik analiz, teşhis ve tedavi için ortodontistler tarafından kullanılmak üzere güvenilirliğini, performansını ve kullanılabilirliğini kanıtlanmıştır.

Thurzo A ve ark., manuel ve dijital sefalometrik analiz yöntemlerini tekrarlanabilirlik ve güvenilirlik açısından ancak konvansiyonel radyografların dijitalleştirilmesinde yeni bir teknikle değerlendirmiştir (Thurzo vd., 2010). Aslında geleneksel radyografları dijital tarayıcı kullanmak yerine Canon PowerShot G5 kamerayla yakalamışlardır. El izleme yöntemi ve Dolphin görüntüleme yazılımı, sürüm 10 kullanılarak kırk değişken izlenmiş ve ölçülmüştür. Yazarlar, geleneksel ve dijital olarak yapılan analizlerin geçerliliği ve tekrarlanabilirliğinin yüksek oranda ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır; bu nedenle, yazılım analizi geleneksel yöntemin tamamen yerini alabilir.

Guedes ve diğerleri, gözlemciler arası ve gözlemciler arası sonuçları belirlemek için geleneksel el izleme ile bilgisayarlı izleme arasında Cef-X 2001 programı (CDT, Cuiabá, Brezilya) kullanarak karşılaştırmalı bir çalışma yürütmüştür (Guedes vd., 2010). Her iki cinsiyet ve çeşitli yaş grupları için elli standart lateral sefalogram örneği, her biri geleneksel el izleme ve al sefalogramların bilgisayarlı izleme işlemlerini gerçekleştiren iki klinisyen tarafından analiz edilmiştir. Elde edilen açısal ve doğrusal ölçümler, her iki yöntem arasındaki gözlemciler arası ve gözlemciler arası sonuçları karşılaştırmak için Mann-Whitney testine tabi tutulmuştur. Çalışma, gözlemciler arası ve gözlemciler arası izleme arasındaki farkların hem manuel hem de bilgisayarlı yöntemler için genellikle önemsiz olduğu sonucuna varmıştır. Benzer şekilde, Uysal ve ark., bilgisayar destekli sefalometrik analiz yazılımı Dolphin görüntüleme yazılımı sürüm 9.0'ın, muayene eden içi ve muayene eden kişiler arası güvenilirliği olumsuz etkilemediği sonucuna varmıştır. Böylece bilgisayar destekli sefalometrik analizde güven artırılabilir (Uysal vd., 2009).

Gözlemciler arası ve gözlemciler arası sonuçları tanımlamak için belirli bir yazılım kullanarak manuel ve bilgisayarlı izlemeler arasında karşılaştırmalı bir analiz yapmaktır. Yöntemler: Çeşitli yaş gruplarındaki erkek ve kadın hastalardan 50 standart lateral sefalometrik radyografiden oluşan bir örnek kullanılmıştır. Radyograflar, her biri 50 radyografin tümünün manuel ve bilgisayarlı izlemesini yapan iki gözlemci tarafından analiz edilmiştir. Açısal ve doğrusal ölçümler elde edilmiştir ve bunlar daha sonra iki izleme türü arasındaki gözlemciler arası ve gözlemciler arası sonuçları karşılaştırmak için Mann-Whitney testine tabi tutulmuştur. Çalışma sonuçları ise hem manuel hem de bilgisayarlı gözlemciler arası ve gözlemciler arası izlemeler arasında bulunan tutarsızlıklar çoğunlukla istatistiksel olarak anlamlı olmadığından, bilgisayar destekli sefalometrik analizden elde edilen izlemelerde güvenin artırılabilceği sonucuna varmıştır.

Tsorovas ve Karsten (2010), yazılımın hem temel hem de gelişmiş özelliklerinin kullanıldığı 5 farklı bilgisayarlı sefalometrik analiz programı ile geleneksel el izleme yöntemi arasındaki uyum düzeyini değerlendirmiştir. Yazar, temel ve ileri özellikleri

"Her programın temel özellikleri, dijital görüntünün gerçek boyutlarında yerleştirilmesini ve herhangi bir iyileştirme aracı olmadan aşağıdaki analizleri içeriyordu. Yukarıdakilere ek olarak, gelişmiş özellikler, aşağıdakilerin kullanımını da içeriyordu. Gözlemcinin algısına göre en kesin yer işareti tanımlamasını üretmek için gerekli olduğunu düşündüğü herhangi bir geliştirme aracı gerekliydi. Bu tür geliştirme araçlarına örnek olarak yakınlaştırma ve uzaklaştırma, parlaklık ve kontrast ayarlamaları, gürültü azaltma ve keskinleştirme dahildir." Kullanılan yazılımlar [Viewbox (DHAL Software, Kifisia, Yunanistan), OnyxCeph (Image Instruments GmbH, Frankfurt, Almanya), OrisCeph (Elite Computer Italia, Vimodrone, İtalya), Facad (Ilexis AB, Linköping, İsveç) ve Winceph® idi. (Rise Corporation, Sendai, Japonya)]. Test edilen 23 ölçümden sadece 2 ölçüm (Wits ve Li'den A-Pog'a) kullanıcı içi tekrarlanabilirliğin zayıf olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, kalan 21 ölçüm, kılavuz 14 arasında ya mükemmel ya da iyi bir uyum göstermiştir.

Erkan ve diğerleri, manuel izleme yöntemini dört farklı bilgisayarlı izleme programıyla karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada otuz rastgele seçilmiş sefalometrik radyografi kullanıldı. Kullanılan dört dijital izleme programı Nemoceph, Dolphin Imaging, Vistadent ve Quick Ceph idi. Sonuçlar, iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ve yazılım ile elde edilen ölçümlerin güvenilir olduğunu göstermiştir (Erkan vd., 2012). Benzer şekilde Silva ve diğerleri (2011) manuel ve dijital izleme yöntemleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu sonucuna varmıştır.

Damstra ve diğerleri, güvenilirliği ve tespit edilebilir en küçük ölçüm hatasını değerlendirmiştir. Çalışmada, rastgele seçilen 25 dijital lateral sefalogramda Viewbox yazılımı kullanılmıştır. Çalışma, sefalometrik analiz için yaygın olarak kullanılan 4 doğrusal ve 11 açısallı ölçümü içeriyordu. Ölçüm işlemi 2 farklı operatör tarafından 3 seansta 3 kez tekrarlanmıştır. Test edilen değişkenlerin neredeyse tamamı için ölçüm hatasının klinik olarak anlamlı olduğu sonucuna varmışlardır; bu

nedenle, gerçek tedavi etkilerini belirlemede bu değişkenlerin kullanımını sorgulamışlardır (Damstra vd., 2010).

Çavdar ve diğerleri, Jiffy Orthodontic Assessment yazılımı ile Quick Ceph Image Pro bilgisayarlı sefalometrik programın güvenilirliğini araştırmış ve geleneksel manuel teknikle karşılaştırmışlardır. Ortodonti hastalarının tedavi öncesi 90 lateral sefalogramı seçilmiştir (Çavdar vd., 2011). İncelenen yöntemlerin karşılaştırılması için 18 parametre kullanılmıştır. Sonuçlar, test edilen değişkenlerin neredeyse %90'ında çok yüksek düzeyde güvenilirlik göstermiştir. Ön kraniyal uzunluk (NA-CC noktası) ve korpus mandibular uzunluk (X-suprapogonion) daha düşük düzeyde güvenilirliğe sahip bulunmuştur. Konvansiyonel sefalometri ile karşılaştırıldığında bilgisayarlı yöntemlerin güvenilirliği ve geçerliliği arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğu bulunmuştur. Bilgisayarlı analizin radyografların zaman, arşivleme ve zenginleştirme açısından güvenilir ve avantajlı olduğu sonucuna varılabilir. Sonuç olarak dijital analizin zaman, arşivleme ve radyografların iyileştirilmesi açısından güvenilir ve faydalı olduğu sonucuna varılmıştır.

AlBarakati ve diğerleri, sefalometrik röntgenlerde açısal ve doğrusal ölçümlerinin güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini geleneksel ve dijital sefalometrik ölçüm tekniklerinde incelemiştir. Bu çalışmada, tedavi öncesi 30 sefalogram değerlendirilmiştir ve toplam on üç dönüm noktası ve on altı iskeletsel ve dişsel değişken tanımlanmış ve ölçülmüştür. Aynı operatör tarafından altı haftalık bir zaman aralığı ile iki kez ölçüm yapılmıştır. İki tekniğin tekrarlanabilirliği bazı istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkarsa da farklılıkların klinik olarak önemsiz olduğu ve her iki tekniğin de oldukça güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır (AlBarakati vd., 2012).

2.4.3. Akıllı Telefon Sefalometrik Analiz Uygulamalarının Güvenilirliği ve Tekrarlanabilirliğinin Değerlendirildiği Bazı Çalışmalar

Vasamsetti ve diğerleri, yaptığı çalışmada sefalometrik analiz, manuel algılama süreci sıkıcı ve zaman alıcı olduğundan lateral sefalometrik görüntülerde sert ve yumuşak doku anatomik yer işaretlerini otomatik olarak lokalize edebilen optimize edilmiş bir şablon eşleştirme (OTM) algoritması önermiştir. Toplam 37 lateral sefalogram üzerinde 12 bölgede seçilen on altı sert ve sekiz yumuşak doku noktası için test edilmiştir. Önerilen otomatik algoritmanın sonuçları, deneyimli üç ortodonti uzmanı tarafından yürütülen manuel işaretlemenin sonuçlarıyla karşılaştırıldı. Optimize edilmiş şablon eşleştirme (OTM) algoritması, sefalometrik görüntülerde anatomik yer işaretlerinin otomatik tespitinde umut verici bir yaklaşım olduğunu sonucuna varılmıştır (Vasamsetti vd., 2015).

Sayar ve Kılınç (2017) Apple'ın IOS mobil işletim sisteminde çalışan CephNinja 3.10 uygulamasının tekrarlanabilirliğini el izleme yöntemiyle karşılaştırarak incelemiştir. Çalışmada 55 hastaya ait sefalometrik röntgenlerde beş iskeletsel, beş dental ve iki yumuşak doku hem manuel olarak hem de uygulama ile değerlendirilmiştir. Ölçülen tüm parametreler için anlamlı bir istatistiksel fark olduğunu bulmuşlardır, ancak farklar klinik olarak önemsizdir.

Aksakallı ve diğerleri, iPad üzerinde çalışan CephNinja 3.3 ve SmartCeph Pro 1.1 (Apple Inc; CA, ABD) ve bu uygulamaları bilgisayarlı Dolphin görüntüleme yazılımı ile sefalometrik uygulamaların doğruluğunu ve güvenilirliğini karşılaştırmışlardır (Aksakallı vd., 2016). 21 referans noktası ve 16 ölçüm herbir uygulama için ölçülmüştür. Yazarlar, ölçümlerin çoğu Dolphin görüntüleme yazılımından önemli ölçüde farklı olduğu için akıllı telefon uygulamalarının daha doğru sonuçlar verecek şekilde geliştirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Goracci ve diğerkleri, yaptıkları çalışmada tablet için yazılımla, kişisel bilgisayarlar (PC'ler) için bir programla ve manuel olarak gerçekleştirilen sefalometrik ölçümlerin tekrarlanabilirliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmaya tedavi öncesi 20 lateral sefalogram dahil edilmiştir Sefalometrik işaret noktaları ve lineer ve açısal ölçümler kaydedilmiştir ve tüm izlemeler aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Çalışmada üç teknik arasındaki ölçümlerdeki farklılıkların, ölçülen sefalometrik parametrelerin herhangi biri için ne istatistiksel ne de klinik olarak anlamlı olmadığı sonucuna varmışlardır (Goracci vd., 2014).

Sommer ve diğerkleri, bu çalışmada, ortodontik yazılım OrthometricH'yi tam otomatik bir yöntem olarak ve yarı otomatik bir yöntem olarak kullanarak sefalometrik analizin doğruluğunu, elle değerlendirmeyi amaçlamıştır. Dijital olarak üretilmiş 100 sefalografıtan 72'si rastgele seçilmiştir. Sefalografık film üzerine şeffaf bir levha üzerine elle çizim, ekranda manuel düzeltme ile yarı otomatik yazılım ve tamamen otomatik olarak üç yöntem uygulanmıştır. Elle çizim yöntemi, bir kalite standardı ve referansı olarak iyi bir şekilde oluşturulmuştur. Bu yöntemin açı ölçüm sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada otomatik olarak ayarlanmış tüm yer işaretlerinin kontrol edilmesi ve gerekirse düzeltilmesi zorunlu olduğu ve yarı otomatik yöntem durumunda, ilgili tüm açılar elle çizim ile aynı güvenilirlikle belirlenebileceği sonucuna varılmıştır (Sommer, 2009).

2.5. Geleneksel Yöntem ile Dijital Sefalometrik Analiz

Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Manuel sefalometrik analiz zaman alıcıdır ve bilgisayar destekli analiz önemli ölçüde zaman tasarrufu sağlayabilir. Bilgisayarlı sefalometrik analizlerin çoğu, yer işaretlerinin sayısallaştırılmasına veya monitörde bulunmasına dayalı olarak manuel tanımlamayı kullanır. Yer işareti tanımlama yöntemleri, bilgisayarlı sefalometrik analizdeki ana hata kaynağıdır. Ayrıca, gözlemciler arası veya gözlemciler arası farklılıklar da sonuçları etkileyebilmektedir. Gözlemciler arası farklılıklar, gözlemcilerin eğitim ve deneyimlerindeki farklılıklardan meydana gelmektedir. Gözlemci içi farklılıklar, başlık kalitesinden ve anatomik yapıların bulanıklığından

kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle, bilgisayar destekli yer işaretlemesi hem zamandan tasarruf sağlamalı hem de gözlemci kaynaklı manuel hataları ortadan kaldırmalıdır (Liu vd., 2003; Sandler, 1988).

Tsorovas ve Karsten, 3D yazılımının hem temel hem de gelişmiş özelliklerini el tekniğini kullanarak sefalometrik analiz yapmak için gereken süreyi karşılaştırmışlardır. 30 dijital lateral radyografik görüntüden oluşuyordu. Yirmi üç ölçüm, bir operatör tarafından hem manuel olarak beş farklı sefalometrik analiz yazılımı programı kullanılarak hesaplanmıştır. Hem temel hem de gelişmiş özellikler, elle izleme tekniğiyle iyi bir ölçüm uyumu göstermiştir. Temel özelliklerin kullanımı, analiz için zaman gereksinimlerini en aza indirdiği ve temel veya gelişmiş özelliklerden oluşan bilgisayarlı bir izleme tekniği, sefalometrik ölçümler söz konusu olduğunda, daha az zaman alıcı ve el izleme için eşit derecede güvenilir olarak kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır (Tsorovas ve Karsten, 2010).

Chen ve ark., geleneksel yöntem ile bilgisayar destekli dijital sefalometrik analiz sistemi (CADCAS) arasında sefalometrik analizlerin doğruluğunu ve yapılması için gereken süreyi bu çalışmada 10 radyografi üzerinde karşılaştırmışlardır. Bilgisayar destekli dijital sefalometrik analiz sistemi (CADCAS), sefalometrik analiz için gereken süreyi azaltabileceğini ve geleneksel sefalometrik analizde manuel ölçüm prosedürü sırasında ortaya çıkan insan hatalarının azaltılmasına yardımcı olabileceğini düşünmüşlerdir. Sonuç olarak, ortalama deneyimli bir klinisyenin bile geleneksel yöntem kullanarak tüm sefalometrik analizleri yapmak için 25 dakikadan fazlasına ihtiyaç duyduğunu ve bunun 15 dakikadan fazlasının sadece ölçüm almak için gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, CADCAS programının sefalometrik analizlerin yapılması için gereken süreyi önemli ölçüde azalttığı sonucuna varmıştır. Ayrıca, geleneksel yöntemde manuel ölçüm prosedürü sırasında meydana gelen insan hatalarının azaltılmasına da yardımcı olabilir. (Chen vd., 2004b).

İşeri ve diğerleri, manuel yöntemle karşılaştırmalı olarak dijital sefalometrik analiz yapmak için zaman faktörünü araştırmışlardır Geleneksel metod ile bilgisayar metodunun zaman açısından değerlendirilmesi sonucunda önemli farklılıklar bulunmuştur. Her iki yöntem kullanılarak aynı operatör tarafından seçilen 50 bireye ait uzaktan röntgen filmleri üzerinde ölçüm yapılmıştır. Her iki method ile yapılan ikinci ölçümlerin birinci ölçümlere göre daha kısa zamanda yapılabildiği saptanmıştır. Toplam zamanın değerlendirmesi, bilgisayar methodunun geleneksel methoda GÖRE 7 kat daha hızlı olduğu sonucuna vardı; bu nedenle yazarlar, dijital teknolojinin klinik uygulamada oldukça faydalı olacağı sonucuna varmışlardır (İşeri vd., 1992).

Uysal ve diğerleri, sefalometri gerçekleştirme hızını manuel ve dijital sefalometrik analiz teknikleri ile incelemiştir. Çalışma, rastgele seçilmiş 100 sefalogramı içermiştir Her sefalometrik radyografa, 11 açısal ve 9 doğrusal parametre iki klinisyen tarafından bir el izleme yöntemi ve Dolphin görüntüleme yazılımının 9.0 versiyonu kullanılarak izlenmiş ve ölçülmüştür. İki operatörün tek bir izleme için ortalama izleme süreleri Dolphin için 2 dakika 41 saniye ve manuel izleme için 6 dakika 51 saniye idir. Her iki klinisyen için Dolphin yazılımını kullanırken ortalama izleme süresi manuel izlemeden 3 kat daha azdır. Yazarlar, Bilgisayar destekli sefalometrik analizin, muayene eden kişi ve kişiler arası güvenilirliği artırmadığı ancak zaman tasarrufu sağlayabildiği sonucuna varmışlardır (Uysal vd., 2009).

Çelik ve diğerleri, yaptıkları çalışmanın amacı, bilgisayarlı dijital radyograf yöntemi kullanarak açısal ve doğrusal sefalometrik ölçümlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirmektir. Dijital olarak bilgisayarlı direkt dijital radyografi yönteminin, kullanıcı dostu olması ve zamandan tasarruf sağlaması nedeniyle daha fazla tercih edildiğini öne sürmüşlerdir. Çalışmada 125 hastanın tedavi öncesi dijital sefalometrik radyografileri dijital sefalometrik sistemler Vistadent 2.1 ve Jiffy Ortodonti Değerlendirme yazılımı ile manuel izleme ile karşılaştırılmıştır (Çelik vd., 2009).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, akıllı telefon uygulaması "CephNinja" ve sefalometrik bilgisayar uygulaması "Webceph" in güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini araştırmak ve geleneksel el izleme yöntemi ile karşılaştırmaktır. Konvansiyonel el ile çizim yöntemi, standart yöntem olarak kullanılmıştır.

3.1. Örneklem Seçimi

Çalışma 8 erkek ve 23 kadının tedavi öncesi 30 lateral sefalometrik röntgeni üzerinde yapılmıştır. Sefalometrik radyograflar, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nın dijital arşivinden seçildi. Çalışma, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi etik kurulu tarafından onaylanmıştır. Çalışmaya sadece hiçbir artefakt içermeyen yüksek kaliteli sefalogramlar dahil edilmiştir.

Araştırma materyaline sefalometrik film radyografları dahil etme kriterleri aşağıdaki gibidir:

- Ortodontik tedavi ihtiyacı olan bireylerin tedavi öncesi sefalogramları
- Artefakt olmaması.
- Patoloji olmaması.
- Büyük kraniyofasiyal asimetri olmaması ve
- Dişlerin maksimum interküspasyonda kapatılmış olması.

Sefalometrik filmler aşağıdaki durumlarda kullanılmamıştır:

- Patoloji varlığı.
- Büyük miktarda asimetri olması.
- Hareket, çözünürlük veya kontrast eksikliği nedeniyle referans noktası tanımlaması yapılamayan röntgenler.
- Hasta pozisyonlandırılmasının yanlış yapılmış olduğu durumlar.

- Bilateral anatomik noktaların orta sagittal düzlemde kabul edilebilir bir çakışma göstermeği durumlar.

Sefalometrik filmde anatomik noktaların belirlenmesini engelleyebilecek yumuşak dokuların görüntülerinin olduğu durumlar.

3.2. Power Analiz Ölçümleri

Materyal boyutu hesaplaması G*Power 3 tarafından yapılmış ve tüm sefalometrik ölçümler için orta düzeyde bir korelasyon beklenmesine dayalı olarak ($r^2 = 0,5$) uygulanan güç analizi, Güç: 0,80, beta: 0,20 ve α : 0,05 olarak minimum 29 radyograf gerektiğini göstermiştir.

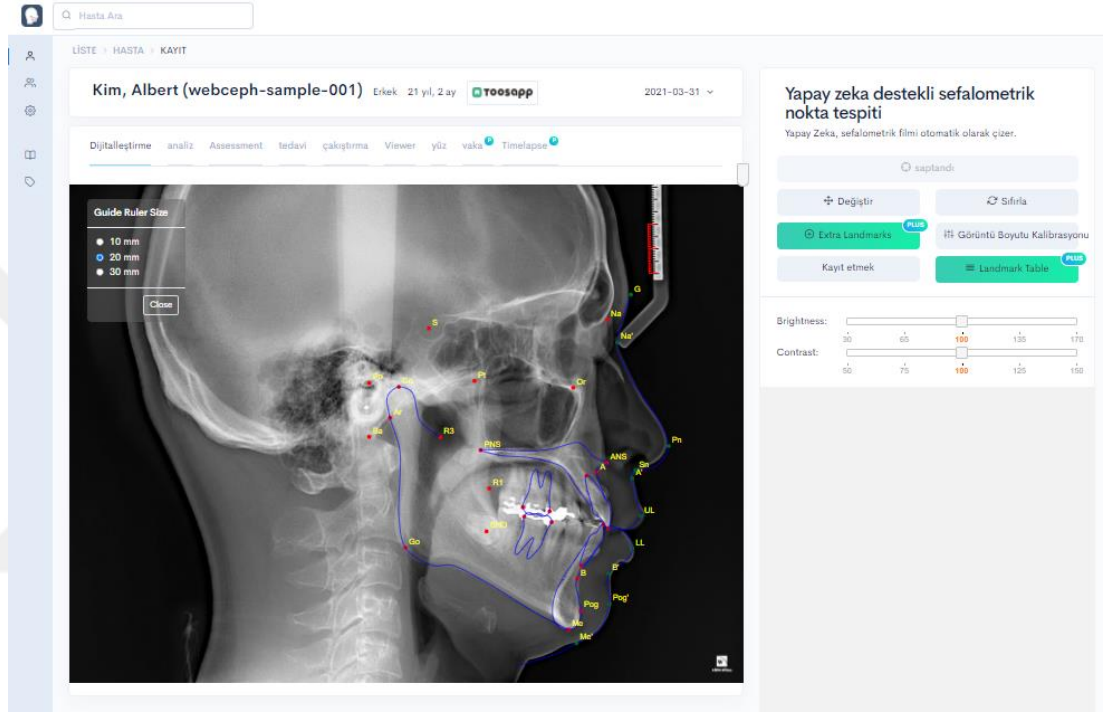
3.3. Lateral Sefalometrik Röntgen Ölçüm Prosedürü

Seçilen tüm lateral sefalometrik radyografiler aynı teknisyen ve aynı sefalostat tarafından çekilmiştir. Röntgen görüntüleri dijital olarak (Vatech, PCH-2500 Digital Cephalometric Unit, Kore) 96 dpi çözünürlük kalitesinde ve 2272 x 2045 piksel boyutunda 24 bit derinlikte elde edilmiştir. Hasta başının orta sagittal düzlemi ile röntgen cihazındaki röntgen kaynağı arasındaki mesafe 5 fitte tutulmuştur. Hastaların başları yere paralel olacak şekilde Frankfurt düzleminde ve orta sagittal düzlem röntgen ışınına 90 derecelik açı yapacak şekilde konumlandırılmıştır. Radyografiler, sentrik oklüzyonda alınmıştır. X-ışınının maruz kalma parametreleri, 12 saniyelik bir süre için 90KVP, 13mA olarak standartlaştırılmıştır.

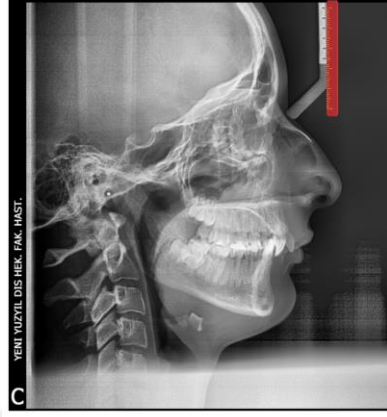
3.4. Lateral Sefalometrik Röntgen Referans Noktası Belirlenmesi ve Ölçülmesi

El ile çizim 0,3 mm HB kurşun kalem ve ölçüm cihazları (cetvel ve iletke) kullanılarak yapılmıştır. Yer işaretleri tek bir nokta ile belirlenmiştir. İdeal olmayan üst üste bindirilmiş bilateral anatomik yapılar ve çift görüntüler olması durumunda, sefalometrik analiz yapmak için orta nokta referans noktası olarak seçilmiş ve doğrusal ve açısal ölçümler hesaplanarak formda doldurulmuştur (Şekil 3.7).

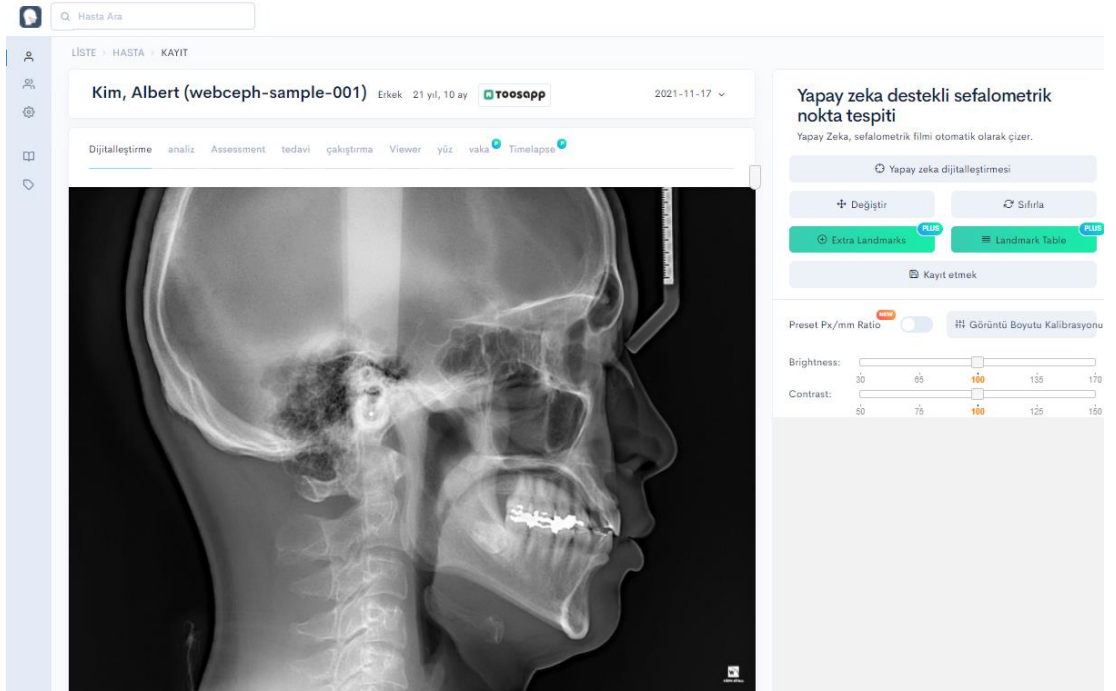
Her iki uygulamada görüntüler içe aktarıldıktan sonra, görüntü kalibrasyonu yapılmıştır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Seçilen 22 nokta ve düzlem belirlendikten sonra (Tablo 3.1), 26 doğrusal ve açısal ölçümler (Tablo 3.2) otomatik referans noktası belirlenerek ölçülmüştür (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Ölçümler belirli bir formda doldurulmuştur (Şekil 3.7).



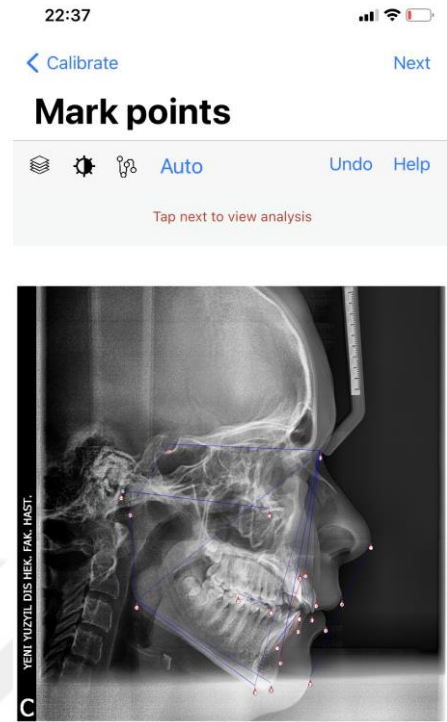
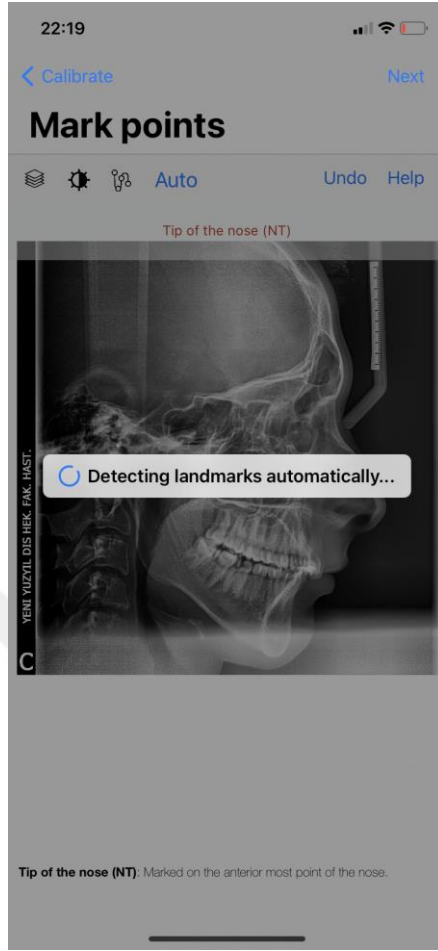
Şekil 3. 1: Webceph uygulamasında sefalometrik görüntü kalibrasyonu



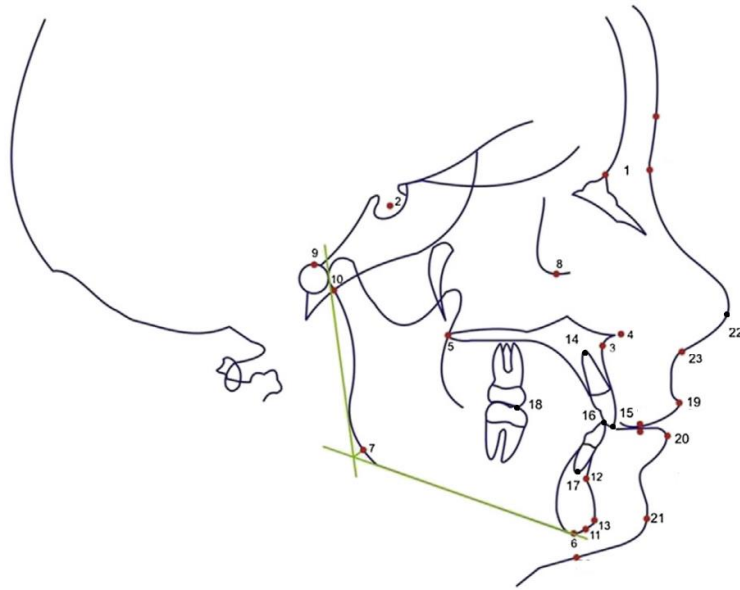
Şekil 3. 2: CephNinja uygulaması sefalometrik görüntü kalibrasyonu



Şekil 3. 3: Webceph uygulaması sefalometrik röntgen referans noktası tespiti



Şekil 3. 4: CephNinja uygulaması sefalometrik röntgen referans noktası tespiti



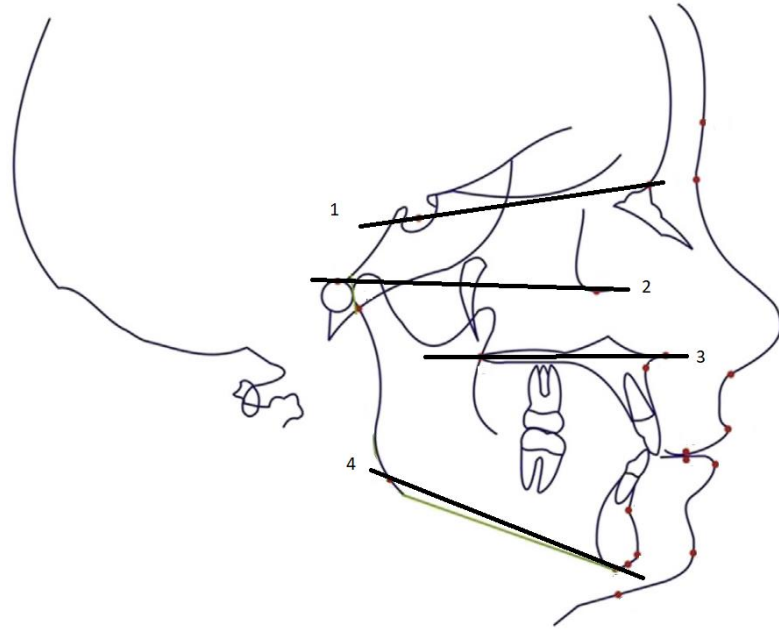
Şekil 3. 5: Çalışmada kullanılan sefalometrik referans noktaları

1. Sella (S) 2. Nasion (N). 3. A noktası (A). 4. Anterior Nasal Spina (ANS) 5. Posterior Nasal Spina (PNS). 6. Menton (me). 7. Gonion (Go). 8. Orbita (Or). 9. Porion (Po). 10. Articulare (Ar). 11. Gnathion (Gn). 12. B noktası (B). 13. Pogonion (Pog). 14. Upper incisor root apex (U1r). 15. Upper incisor incisal edge (U1i). 16. Lower incisor incisal edge. 17. Lower incisor root apex. 18. Birinci molar bölgesinde occusal kontak. 19. Upper lip. 20. Lower lip. 21. Soft tissue pogonion (Pog'). 22. Tip to nose. 23. Subnasale

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan sefalometrik referans noktaları ve tanımları

Sefalometrik Referans Noktası	Tanımı
1. Sella (S)	Sella turcica'nın merkezi
2. Nasion (N)	Sutura frontonasal in en ön ve o bölgedeki girintinin en derin noktasıdır.
3. A noktası (A)	Anterior Nasal Spina (ANS) altındaki üst çene ön alveolar kemik girintisinin en derin noktasıdır.
4. Anterior Nasal Spina (ANS)	Anterior nasal açıklığın alt kenarında maksillanın anterior sivri kemik çıkıntısının uç noktasıdır.
5. Posterior Nasal Spina (PNS)	Palatal kemiğin posterior uç noktasıdır.
6. Menton (me)	Alt kesici dişlerin köklerinin lingual tarafını örten alveol kemiğin kompakt kısmının mandibula alt kenarıyla birleştiği nokta, Menton noktasıdır.
7. Gonion (Go)	Corpus mandibularis alt kenarı ile, ramus mandibularis arka kenarının birleştiği gonion bölgesindeki yuvarlaklığın en derin noktasıdır.
8. Orbita (Or)	Göz çukuru (orbita) alt kenarının en derin noktasıdır
9. Porion (Po)	Dış kulak yolunu oluşturan kemik konkavitesinin en üst noktasıdır.
10. Articulare (Ar)	Alt çene kemiğinin artiküler çıkıntısının arka kenarı ile, kafa kaidesi dış (alt) sınırının kesişme noktasıdır.
11. Gnathion (Gn)	Kemik çene ucunun ön ve alt kenar görüntü çizgisinin Pogonion ve Menton noktaları arasında kalan parçasının ortasıdır.

12. B noktası (B)	Pogonion noktasının üzerindeki alt çene ön alveolar kemik girintisinin en derin noktasıdır.
13. Pogonion (Pog)	Mandibular symphysis'in en ön noktasıdır.
14. Upper incisor root apex (U1r)	Üst kesicinin kök ucu.
15. Upper incisor incisal edge(U1i)	Üst kesicinin kesici kenarının tepe noktası
16. Lower incisor incisal edge	Alt kesicinin kesici kenarının tepe noktası
17. Lower incisor root apex	Alt kesicinin kök ucu.
18. Birinci molar bölgesinde occusal kontak	Üst birinci büyük azı ile alt birinci büyük azının kontakt noktası.
19. Üst Dudak	Üst dudağın en ön noktası.
20. Alt Dudak	Alt dudağın en ön noktası.
21. Yumuşak Doku pogonion (Pog')	Yumuşak doku pogonion, yumuşak doku çenenin en ön noktası
22. Pronasale (Pn)	Burun ucunun en çıkıntılı noktası.
23. Subnasale	Burun alt kenarının dudağın dış sınırı ile birleştiği nokta.



Şekil 3. 6: Çalışmada kullanılan düzlemler

1. SN düzlemi. 2. Frankfurt horizontal düzlemi (Po-Or). 3. Palatal düzlem. 4. Mandibular düzlemi (Go-Me)

Tablo 3.2: Çalışmada kullanılan sefalometrik ölçümler ve tanımları

ÖLÇÜMLER	TANIMI
Kafa Kaidesi	
S-N (Ön kafa kaidesi)	Sella ve Nasionun oluşturduğu doğru parçası. Ön kafa kaidesi olarak da adlandırılır.
S- Ar (Arka kafa kaidesi)	Arka kafa kaidesi düzlemi olarak adlandırılan bu düzlem Sella ve artiküler noktalarından geçer.
N S Ar (Saddle açısı)	Sella-Nasion ve Sella- Articulare doğruları arasında oluşan açı.
Maxilla	
SNA	Üst çenenin kraniyuma göre ön-arka yöndeki konumunu belirleyen açıdır.
NSL/NL (Palatal düzlem)	Sella-Nasion düzlemi ile Palatal düzlem arasında oluşan açıdır.

A to N-Dik (Na dik – A)	Nasion ve A noktalarından Frankfurt horizontal düzleme indirilen dikmeler arasında kalan mesafedir.
Co-A (maxillanın efektif uzunluğu)	Kondil ile A noktası arasındaki uzaklıktır.
Mandibula	
SNB	Alt çenenin kraniyuma göre ön-arka yöndeki konumunu belirleyen açıdır.
NSL/ML (Mandibular düzlem)	Gonion-Menton doğrusu ile ön kafa kaidesinin yaptığı açıdır.
Ar- Go (ramus uzunluğu)	Ar noktasının Go noktasına olan uzaklığıdır.
Ar Go Me (Gonial açısı)	Artiküler-Gonion ile Gonion- Menton doğruları arasında kalan açıdır.
N - Me (Ön yüz yüksekliği)	N noktasının Me noktasına olan uzaklığıdır.
S – Go (Arka yüz yüksekliği)	S noktasının Go noktasına olan uzaklığıdır.
Pog to N-Perp (FH)	Nasion dik çizgisinden pogonion'a doğrusal ölçüm. Maksillayı kranial kaide ile ilişkilendirir. obada
Co – Gn (mandibulanın efektif uzunluğu)	Condylion ile gnathion arasındaki mesafedir. Effektive mandibular uzunluk olarak da adlandırılır. obada
Maxilla – Mandibula İlişkisi	
Sp- Me (Alt ön yüz yüksekliği)	Anterior nasal spine ile menton arasındaki uzaklıktır. Alt yüz yüksekliği olarak adlandırılır.
ANB	Alt ve üst çenenin birbirine göre ön-arka yöndeki konumunu gösteren açıdır.
NL/ML	Maxillar düzlem ile mandibular düzlem arasındaki açı.
Dentoalveolar İlişki	

U1- maxillary düzlem açısı	En belirgin maksiller kesici dişin eğimi maksiller düzleme göre ölçülür.
L1- mandibular düzlem açısı	Alt orta kesici dişlerin uzun ekseninin alt çene doğrusu (MGo) ile yaptığı açıdır.
İnterinsizal açı	Alt ve üst orta kesici dişlerin uzun eksenleri arasında oluşan açıdır
U1- NA (mm)	Üst kesici dişin insizal ucundan Nasion- A doğrusuna dikme indirilerek ölçülen uzaklık miktarıdır.
U1-NA (açı)	Üst kesici dişin ekseninin Nasion- A doğrusu ile yaptığı açıdır.
L1- NB (mm)	Alt kesici dişin insizal ucundan Nasion- B doğrusuna dikme indirilerek ölçülen uzaklık miktarıdır.
L1- NB (açı)	Alt kesici dişin ekseninin Nasion- B doğrusu ile yaptığı açıdır.
L1 A-Pog (mm)	Alt kesici dişin facial yüzeyinden A noktası ve pogonion boyunca çizilen A çizgisine olan mesafe. Alt kesici dişi mandibula ile ilişkilendirir.
Yumuşak Doku	
Nasolabial açı	Üst dudak çıkıntısı ile columella'nın burnun en alt noktasında oluşturduğu açıdır.
Üst dudak- E düzlemi	Üst dudağın en ön noktası ile E düzlemi arasındaki mesafe.
Alt dudak- E düzlemi	Alt dudağın en ön noktası ile E düzlemi arasındaki mesafe.

Tablo 3.3: Çalışmadaki veri grupları

Veri grup	
Grup 1	El ile çizim yönteminin ilk sonuçları
Grup 2	El ile çizim yönteminin ikinci sonuçları
Grup 3	CephNinja yönteminin ilk sonuçları
Grup 4	CephNinja yönteminin ikinci sonuçları
Grup 5	WebCeph yönteminin ilk sonuçları
Grup 6	Webceph yönteminin ikinci sonuçları



T.C.
Istanbul
YENİ YÜZYIL
ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

Hasta Adı
Cinsiyet
Hasta numarası

	El ile çizim ölçümleri	CephNinja Uygulaması ölçümleri	Webceph programı ölçümleri
Kafa Kaidesi			
S-N			
S- Ar			
N S Ar			
Maxilla			
SNA			
NSL/NL			
A N-Dik			
Co-A			
Mandibula			
SNB			
NSL/ML			
Ar- Go			
Ar Go Me			
N- Me			
S – Go			
Pog N- Dik			
Co- Gn			
Maxilla – Mandibula ilişkisi			
Sp- Me			
ANB			
NL/ML			
Dentoalveolar ilişki			
U1 – Maxillar düzlem açısı			
L1- Mandibular düzlem açısı			
İnterinsizal açı			
U1- NA (mm)			
U1- NA (açı)			
L1- NB (mm)			
L1- NB (açı)			
L1 A-Pog (mm)			
Yumuşak Doku			
Nasolabial açı			
Üst dudak – E düzlemi			
Alt dudak – E düzlemi			

Şekil 3. 7: Çalışmada her hasta için ölçümlerin yazıldığı form

ve

3.5. İstatistik Yöntem

İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir. Tüm röntgenler 1 ay sonra yeniden ölçülmüş, sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılarak güvenilirlik analiz edilmiştir. El ile çizim, CephNinja ve Web Ceph grupları arasındaki ölçümü karşılaştırmak için eşleştirilmiş örneklerde t-testi kullanılmıştır.

Bilgisayar ortamına aktarılan veriler, eksik/yanlış değerler ve aykırı değerler açısından kontrol edilmiştir. İlk olarak el ile çizim ölçümleri arasında sınıf içi korelasyon katsayısına bakılmıştır. Bununla birlikte CephNinja uygulaması birinci ölçümleri ikinci ölçümleri ile Webceph programı birinci ölçümleri ikinci ölçümleri birebir aynı olduğu için sınıf içi korelasyon katsayısı değerlendirmeye alınmamıştır. Sonrasında el ile çizim ölçümlerinin birinci ölçümü ile ikinci ölçümünün karşılaştırılmasında “eşleştirilmiş örneklem t-testi (paired samplest t-testi)” kullanılmıştır. Son olarak el ile çizim ölçümleri ile CephNinja uygulaması ve Webceph programı ölçümlerinin karşılaştırılmasında “bağımsız örneklem t-testi (independent samples t-testi) /tek yönlü varyans analizi (ANOVA)” tercih edilmiştir. Ulaşılan bütün sonuçlarda istatistiki anlamlılık $p < 0,05$ seviyesinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Sınıf İçi Korelasyon Katsayı

El ile çizim ölçümlerinin birinci ölçüm ile ikinci ölçüm arasındaki sınıf içi korelasyon katsayısı değerlerinin incelenmesi; sınıf içi korelasyon katsayısının 0,751-0,990 arasında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1). Bu sonuca göre tüm çalışmada ölçülen değişkenlerin yüksek ve mükemmel güvenilirlik gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 4.1: Yetişkinler için Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği'ne Ait Güvenilirlik Analizi Bulguları El ile Çizim Ölçümleri

Measure of View box	1'inci Ölçüm		2'inci Ölçüm		ICC	p
	N=30		N=30			
	Ort.	SS	Ort.	SS		
Cranial base						
S-N	72,74	4,19	72,70	3,65	,914	,000*
S- Ar	35,45	2,90	35,64	2,85	,805	,000*
S-N-Ar	126,03	4,70	125,47	5,10	,878	,000*
Maxilla						
SNA	80,22	3,61	79,95	2,68	,804	,000*
NSL/NL	10,25	3,55	10,05	3,45	,812	,000*
A - N-Dik	,62	2,94	,55	2,83	,790	,000*
Co-A	91,31	6,51	91,29	6,26	,929	,000*
Mandibula						
SNB	76,68	3,50	76,33	3,25	,853	,000*
NSL/ML	34,75	6,79	35,38	6,49	,912	,000*
Ar- Go	45,46	6,30	44,53	6,69	,929	,000*
Ar Go Me	128,13	7,09	126,58	7,05	,826	,000*
N – Me	118,88	8,46	117,97	10,61	,754	,000*
S – Go	76,22	6,94	76,87	10,55	,751	,000*

Pog to N-Perp	-5,41	4,83	-4,83	5,70	,860	,000*
Co – Gn	116,68	8,64	116,58	8,99	,954	,000*
Maxilla–Mandibula						
İlişkisi						
Sp- Me	67,76	6,97	68,19	7,05	,956	,000*
ANB	3,53	2,96	3,85	2,46	,831	,000*
NL/ML	25,77	6,29	25,87	5,62	,915	,000*
Dentoalveolar İlişki						
U1- Maxillar düzlem açısı	114,33	7,02	116,23	6,15	,757	,000*
L1–Mandibular düzlem açısı	93,62	8,58	94,05	7,79	,918	,000*
İnterinsizal açı	126,93	11,97	123,70	11,39	,860	,000*
U1- NA(mm)	4,89	1,58	4,98	1,60	,751	,000*
U1- NA(açı)	24,98	6,05	27,08	5,73	,758	,000*
L1- NB(mm)	5,24	2,84	5,42	2,66	,878	,000*
L1- NB(açı)	25,51	8,52	24,58	8,10	,749	,000*
L1- A-Pog (mm)	2,07	3,56	2,28	3,05	,880	,000*
Yumuşak Doku						
Nasolabial açı	109,37	12,43	107,28	11,60	,918	,000*
Üst dudak- E düzlem	-4,84	3,35	-4,98	3,23	,986	,000*
Alt Dudak- E düzlem	-2,83	2,91	-2,88	3,00	,990	,000*

Tablo 4. 1: Yetişkinler için Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği'ne Ait Güvenilirlik Analizi Bulguları El ile Çizim Ölçümleri

* Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı ($r^2 < .5$ Düşük Güvenilir, $.5 < r^2 < .75$ Oldukça Güvenilir, $.75 < r^2 < .9$ Yüksek Güvenilir, $r^2 > .9$ Mükemmel Güvenilir) * $p < 0.05$

4.2. El ile Çizim Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.2’de eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre,

Ar-Go el ile çizim birinci ölçümlerinin ($45,46 \pm 6,30$) el ile çizim ikinci ölçümlerinden ($44,53 \pm 6,69$) istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,037$) miktarda yüksek olduğu,

Ar Go Me el ile çizim birinci ölçümlerinin ($128,13 \pm 7,09$) el ile çizim ikinci ölçümlerinden ($126,58 \pm 7,05$) istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,042$) derecede yüksek olduğu,

U1 – maxillar düzlem açısı el ile çizim birinci ölçümlerinin ($114,33 \pm 7,02$) el ile çizim ikinci ölçümlerinden ($116,23 \pm 6,15$) istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,033$) derecede düşük olduğu,

İnterinsizal açı el ile çizim birinci ölçümlerinin ($126,93 \pm 11,97$) el ile çizim ikinci ölçümlerinden ($123,70 \pm 11,39$) istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,003$) derecede yüksek olduğu,

U1- NA (açı) el ile çizim birinci ölçümlerinin ($24,98 \pm 6,05$ açı) el ile çizim ikinci ölçümlerinden ($27,08 \pm 5,73$) istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,027$) derecede düşük olduğu,

Nasolabial açı el ile çizim birinci ölçümlerinin ($109,37 \pm 12,43$) el ile çizim ikinci ölçümlerinden ($107,23 \pm 11,60$) istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,017$) derecede yüksek olduğu,

El ile çizim birinci ölçümleri ile el ile çizim ikinci ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde fark olmadığı;

belirlenmiştir.

Tablo 4. 2 : El ile Çizim Birinci Ölçümleri ile El İle Çizim İkinci Ölçümlerinin Karşılaştırılması

1'inci Ölçüm		2'inci Ölçüm		Ortalamalar Arası Fark	p
N=30		N=30			
Ort.	SS	Ort.	SS		

Kafa Kaidesi

S-N	72,74	4,19	72,70	3,65	,1	,910
S- Ar	35,45	2,90	35,64	2,85	-,2	,573
S-N-Ar	126,03	4,70	125,47	5,10	,6	,207
Maxilla						
SNA	80,22	3,61	79,95	2,68	,3	,558
NSL/NL	10,25	3,55	10,05	3,45	,2	,617
A to N-Dik	,62	2,94	,55	2,83	-1,2	,005
Co-A	91,31	6,51	91,29	6,26	,1	,970
Mandibula						
SNB	76,68	3,50	76,33	3,25	,4	,303
NSL/ML	34,75	6,79	35,38	6,49	-,6	,220
Ar- Go	45,46	6,30	44,53	6,69	,9	,037*
Ar Go Me	128,13	7,09	126,58	7,05	1,5	,042*
N – Me	118,88	8,46	117,97	10,61	,9	,501
S – Go	76,22	6,94	76,87	10,55	-,7	,600
Pog to N-Dik	-5,41	4,83	-4,83	5,70	-,6	,257
Co – Gn	116,68	8,64	116,58	8,99	,1	,837
Maxilla–Mandibula						
İlişkisi						
Sp- Me	67,76	6,97	68,19	7,05	-,4	,266
ANB	3,53	2,96	3,85	2,46	-,3	,281
NL/ML	25,77	6,29	25,87	5,62	-,1	,828
Dentoalveolar İlişki						
U1- Maxillar düzlem açısı	114,33	7,02	116,23	6,15	-1,9	,033*
L1- Mandibular düzlem açısı	93,62	8,58	94,05	7,79	-,4	,484
İnterinsizal açı	126,93	11,97	123,70	11,39	3,2	,003*
U1 -NA (mm)	4,89	1,58	4,98	1,60	-,1	,754

U1- NA (açı)	24,98	6,05	27,08	5,73	-2,1	,027*
L1- NB (mm)	5,24	2,84	5,42	2,66	-,2	,456
L1- NB (açı)	25,51	8,52	24,58	8,10	,9	,395
L1 - A-Pog (mm)	2,07	3,56	2,28	3,05	-,2	,475
Yumuşak Doku						
Nasolabial açı	109,37	12,43	107,28	11,60	2,1	,017*
Üst dudak- E düzlemi	-4,84	3,35	-4,98	3,23	,1	,174
Alt dudak- E düzlemi	-2,83	2,91	-2,88	3,00	,1	,501
Eşleştirilmiş Örneklem T Test	*p<0.05					

4.3. El ile Çizim Ölçümleri ile CephNinja ve Webceph Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.3'te bağımsız tek yönlü varyans analizi sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçlarının incelenmesi sonucunda,

El ile çizim ölçüm, CephNinja ölçüm ve Webceph ölçüm olma durumuna göre S-N, S- Ar, NSL/NL, A to N-Dik, Co-A, NSL/ML, Ar- Go, Ar Go Me, N – Me, S – Go, Pog to N-Dik, Co – Gn, Sp- Me, U1- NA (mm) ve U1- NA (açı) değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaştığı ($p<0.05$) belirlenmiştir.

El ile çizim ölçüm, CephNinja ölçüm ve Webceph ölçüm olma durumuna göre S-N- Ar, ANB, NL/ML, U1- maxillar düzlem açısı, L1- mandibular düzlem açısı, İnterinsizal açı, L1- NB (mm), L1- NB (açı), L1 to A-Pog (mm), Nasolabial açı, üst dudak-E düzlemi ve alt dudak- E düzlemi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Tablo 4. 3: El İle Çizim Ölçümleri ile CephNinja ve Webceph Uygulaması Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	El İle Çizim		CephNinja		Webceph		F	p
	N=30		N=30		N=30			
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS		
Kafa Kaidesi								
S-N	72,74	4,19	66,38	3,48	68,73	2,72	25,138	,000
S- Ar	35,45	2,90	32,17	2,62	33,42	2,92	10,355	,000
S-N-Ar	126,03	4,70	120,55	23,34	119,43	23,10	1,021	,365
Maxilla								
SNA	80,22	3,61	78,69	3,13	81,25	3,05	2,152	,122
NSL/NL	10,25	3,55	9,46	3,59	8,37	3,41	4,632	,012
A to N-Dik	,62	2,94	-4,25	3,37	,07	2,88	17,174	,000
Co-A	91,31	6,51	82,63	5,17	81,95	5,35	25,091	,000
Mandibula								
SNB	76,68	3,50	76,45	3,08	77,16	3,19	,372	,690
NSL/ML	34,75	6,79	28,95	6,28	23,84	6,53	20,909	,000
Ar- Go	45,46	6,30	42,02	6,05	45,23	4,65	3,402	,038
Ar Go Me	128,13	7,09	126,86	7,23	117,23	22,99	5,009	,009
N – Me	118,88	8,46	109,52	10,64	112,32	10,73	6,925	,002
S – Go	76,22	6,94	69,10	9,90	73,86	9,72	4,914	,010
Pog to N-Dik	-5,41	4,83	-9,14	6,96	-5,36	5,40	4,192	,018
Co – Gn	116,68	8,64	108,26	7,79	107,49	7,75	11,984	,000
Maxilla–Mandibula								
İlişkisi								
Sp- Me	67,76	6,97	59,24	6,40	62,84	6,63	12,310	,000
ANB	3,53	2,96	2,24	2,42	4,10	2,51	1,922	,102
NL/ML	25,77	6,29	23,74	6,35	23,82	6,49	,974	,381

Dentoalveolar İlişki									
U1-Maxillar açısı	Düzlem	114,33	7,02	114,45	6,92	110,74	6,91	2,754	,069
L1- mandibular açısı	düzlem	93,62	8,58	96,39	9,08	94,31	7,31	,898	,411
İnterinsizal açı		126,93	11,97	121,25	25,68	130,46	10,61	2,123	,126
U1 -NA (mm)		4,89	1,58	6,78	2,15	3,31	2,26	22,242	,000
U1- NA (açı)		24,98	6,05	26,35	6,31	21,15	7,06	5,179	,000
L1- NB (mm)		5,24	2,84	4,66	2,39	4,87	2,37	,391	,677
L1- NB (açı)		25,51	8,52	25,99	8,09	23,76	7,01	,662	,518
L1- A-Pog (mm)		2,07	3,56	2,72	3,49	1,47	2,88	1,067	,349
Yumuşak Doku									
Nasolabial açı		109,37	12,43	111,42	11,21	108,65	14,41	,382	,684
Üst dudak- E düzlemi		-4,84	3,35	-3,74	2,75	-3,34	3,08	1,925	,152
Alt dudak- E düzlemi		-2,83	2,91	-1,82	2,90	-1,43	3,03	1,802	,171
Bağımsız Örneklem T Test		*p<0.05							

4.4. El İle Çizim Ölçümleri ile CephNinja Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.4 'te bağımsız örneklem t-testi sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre,

S-N el ile çizim ölçümlerinin ($72,74 \pm 4,19$) CephNinja ölçümlerinden ($66,38 \pm 3,48$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde yüksek olduğu,

S-Ar el ile çizim ölçümlerinin ($35,45 \pm 2,90$) CephNinja ölçümlerinden ($32,17 \pm 2,62$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde yüksek olduğu,

A to N-Dik el ile çizim ölçümlerinin ($,62 \pm 2,94$) CephNinja ölçümlerinden ($-4,25 \pm 3,37$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde yüksek olduğu,

Co-A el ile çizim ölçümlerinin ($91,31 \pm 6,51$) CephNinja ölçümlerinden ($82,63 \pm 5,17$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde yüksek olduğu,

NSL/ML el ile çizim ölçümlerinin ($34,75 \pm 6,39$) CephNinja ölçümlerinden ($28,95 \pm 6,28$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,001$) düzeyde yüksek olduğu,

Ar- Go el ile çizim ölçümlerinin ($45,46 \pm 6,30$) CephNinja ölçümlerinden ($42,02 \pm 6,035$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,035$) düzeyde yüksek olduğu,

N – Me el ile çizim ölçümlerinin ($118,88 \pm 8,46$) CephNinja ölçümlerinden ($109,52 \pm 10,64$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde yüksek olduğu,

S – Go el ile çizim ölçümlerinin ($76,22 \pm 6,94$) CephNinja ölçümlerinden ($69,10 \pm 9,90$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,002$) düzeyde yüksek olduğu,

Pog to N-Dik el ile çizim ölçümlerinin ($-5,21 \pm 4,83$) CephNinja ölçümlerinden ($-9,14 \pm 6,98$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,019$) düzeyde yüksek olduğu,

Co – Gn el ile çizim ölçümlerinin ($116,68 \pm 8,64$) CephNinja ölçümlerinden ($108,26 \pm 7,79$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde yüksek olduğu,

U1- NA (mm) el ile çizim ölçümlerinin ($4,89 \pm 1,58$) CephNinja ölçümlerinden ($6,78 \pm 2,15$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde düşük olduğu,

Diğer el ile çizim ölçümleri ile CephNinja ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark olmadığı;

belirlenmiştir.

Tablo 4. 4: El ile Çizim Ölçümleri ile CephNinja Uygulaması Ölçümlerinin Karşılaştırılması

El İle Çizim		CephNinja		Ortalamalar Arası Fark	p
N=30		N=30			
Ort.	SS	Ort.	SS		

Kafa Kaidesi

S-N	72,74	4,19	66,38	3,48	6,36	,000*
S- Ar	35,45	2,90	32,17	2,62	3,28	,000*
S-N-Ar	126,03	4,70	120,55	23,34	5,49	,212
Maxilla						
SNA	80,22	3,61	78,69	3,13	1,52	,086
NSL/NL	10,25	3,55	9,46	3,59	,79	,393
A to N-Dik	,62	2,94	-4,25	3,37	3,63	,000*
Co-A	91,31	6,51	82,63	5,17	8,68	,000*
Mandibula						
SNB	76,68	3,50	76,45	3,08	,24	,782
NSL/ML	34,75	6,79	28,95	6,28	5,80	,001*
Ar- Go	45,46	6,30	42,02	6,05	3,44	,035*
Ar Go Me	128,13	7,09	126,86	7,23	1,27	,497
N – Me	118,88	8,46	109,52	10,64	9,36	,000*
S – Go	76,22	6,94	69,10	9,90	7,12	,002*
Pog to N-Dik	-5,41	4,83	-9,14	6,96	3,73	,019*
Co – Gn	116,68	8,64	108,26	7,79	8,43	,000*
Maxilla–Mandibula İlişkisi						
Sp- Me	67,76	6,97	59,24	6,40	8,51	,000*
ANB	3,53	2,96	2,24	2,42	1,30	,068
NL/ML	25,77	6,29	23,74	6,35	2,03	,219
Dentoalveolar İlişki						
U1 – Maxillar düzlem açısı	114,33	7,02	114,45	6,92	-,11	,950
L1 – Mandibular düzlem açısı	93,62	8,58	96,39	9,08	-2,78	,228
İnterinsizal açı	126,93	11,97	121,25	25,68	5,68	,277
U1 -NA (mm)	4,89	1,58	6,78	2,15	-1,89	,000*
U1- NA (açı)	24,98	6,05	26,35	6,31	-1,36	,397
L1- NB (mm)	5,24	2,84	4,66	2,39	,57	,401
L1 -NB (açı)	25,51	8,52	25,99	8,09	-,48	,822

L1 A-Pog (mm)	2,07	3,56	2,72	3,49	-,66	,473
Yumuşak Doku						
Nasolabial aç	109,37	12,43	111,42	11,21	-2,05	,504
Üst dudak- E düzlemi	-4,84	3,35	-3,74	2,75	-1,10	,171
Alt dudak- E düzlemi	-2,83	2,91	-1,82	2,90	-1,01	,183
Bağımsız Örneklem T Test	*p<0.05					

4.5. El ile Çizim Ölçümleri ile Webceph Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.5’ de bağımsız örneklem t-testi sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre,

S-N el ile çizim ölçümlerinin ($72,74 \pm 4,19$) Webceph ölçümlerinden ($68,73 \pm 2,72$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) bir şekilde yüksek olduğu,

S-Ar el ile çizim ölçümlerinin ($35,45 \pm 2,90$) Webceph ölçümlerinden ($33,42 \pm 2,92$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,009$) bir şekilde yüksek olduğu,

NSL/NL el ile çizim ölçümlerinin ($10,25 \pm 3,55$) Webceph ölçümlerinden ($8,37 \pm 3,41$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,041$) bir şekilde yüksek olduğu,

Co-A el ile çizim ölçümlerinin ($91,31 \pm 6,51$) Webceph ölçümlerinden ($91,95 \pm 5,35$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) bir şekilde yüksek olduğu,

NSL/ML el ile çizim ölçümlerinin ($34,75 \pm 6,39$) Webceph ölçümlerinden ($23,84 \pm 6,53$) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) bir şekilde yüksek olduğu,

Ar- Go Me el ile çizim ölçümlerinin ($128,13 \pm 7,09$) Webceph ölçümlerinden ($117,23 \pm 22,99$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,016$) bir şekilde yüksek olduğu,

N – Me el ile çizim ölçümlerinin ($118,88 \pm 8,46$) Webceph ölçümlerinden ($112,32 \pm 10,73$) istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,011$) bir şekilde yüksek olduğu,

Co – Gn el ile çizim ölçümlerinin (116,68±8,64) Webceph ölçümlerinden (107,49±7,75) istatistiksel olarak anlamlı (p<0,001) bir şekilde yüksek olduğu,

Sp-Me el ile çizim ölçümlerinin (67,76±6,97) Webceph ölçümlerinden (62,84±6,63) istatistiksel olarak anlamlı (p=0,007) bir şekilde yüksek olduğu,

U1- NA (mm) el ile çizim ölçümlerinin (4,89±1,58) Webceph ölçümlerinden (3,31±2,26) istatistiksel olarak anlamlı (p=0,003) bir şekilde yüksek olduğu,

U1- NA (açı) el ile çizim ölçümlerinin (24,98±6,05) Webceph ölçümlerinden (21,15±7,06) istatistiksel olarak anlamlı (p=0,028) bir şekilde yüksek olduğu,

El ile çizim ölçümleri ile Webceph ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde fark olmadığı;

belirlenmiştir.

Tablo 4. 5: El ile Çizim Ölçümleri ile Webceph Programı Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	El İle Çizim		Webceph		Ortalamalar Arası Fark	p
	N=30		N=30			
	Ort.	SS	Ort.	SS		
Kafa Kaidesi						
S-N	72,74	4,19	68,73	2,72	4,01	,000
S- Ar	35,45	2,90	33,42	2,92	2,03	,009
S-N-Ar	126,03	4,70	119,43	23,10	6,60	,131
Maxilla						
SNA	80,22	3,61	81,25	3,05	-1,03	,236
NSL/NL	10,25	3,55	8,37	3,41	1,88	,041
A to N-Dik	,62	2,94	,07	2,88	-,69	,360
Co-A	91,31	6,51	81,95	5,35	9,36	,000
Mandibula						
SNB	76,68	3,50	77,16	3,19	-,48	,584

NSL/ML	34,75	6,79	23,84	6,53	10,91	,000
Ar- Go	45,46	6,30	45,23	4,65	,23	,874
Ar Go Me	128,13	7,09	117,23	22,99	10,91	,016
N – Me	118,88	8,46	112,32	10,73	6,56	,011
S – Go	76,22	6,94	73,86	9,72	2,36	,284
Pog to N-Dik	-5,41	4,83	-5,36	5,40	-,06	,965
Co – Gn	116,68	8,64	107,49	7,75	9,20	,000

Maxilla–Mandibula

İlişkisi

Sp- Me	67,76	6,97	62,84	6,63	4,92	,007
ANB	3,53	2,96	4,10	2,51	-,56	,429
NL/ML	25,77	6,29	23,82	6,49	1,95	,242

Dentoalveolar İlişki

U1-Maxillar düzlem açısı	114,33	7,02	110,74	6,91	3,59	,051
L1- Mandibular düzlem açısı	93,62	8,58	94,31	7,31	-,69	,737
İnterinsizal açısı	126,93	11,97	130,46	10,61	-3,53	,232
U1- NA (mm)	4,89	1,58	3,31	2,26	1,58	,003
U1 -NA (açı)	24,98	6,05	21,15	7,06	3,84	,028
L1 -NB (mm)	5,24	2,84	4,87	2,37	,37	,588
L1- NB (açı)	25,51	8,52	23,76	7,01	1,75	,389
L1 -A-Pog (mm)	2,07	3,56	1,47	2,88	,60	,479

Yumuşak Doku

Nasolabial açısı	109,37	12,43	108,65	14,41	,72	,837
Üst dudak- E düzlem	-4,84	3,35	-3,34	3,08	-1,50	,076
Alt dudak-E düzlem	-2,83	2,91	-1,43	3,03	-1,40	,073

Bağımsız Örneklem T Test

*p<0.05

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Lateral sefalometri, anteroposterior ve vertikal uyumsuzlukları teşhis etmek ve yumuşak doku ile dental yapılar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için gerekli bir materyaldir ve ortodontik kayıtların önemli bir parçası olmaya devam etmektedir (Keser ve Kocadereli, 2004).

Çok uzun bir süre boyunca, sefalometrik analizler için mevcut tek yöntem manuel ölçüm yöntemi idi (Sobral vd., 2010; Chen,2004a). Teknolojideki gelişmeler, çeşitli avantajlara sahip olan dijital sefalometrik analiz sistemlerinin artarak kullanılmasına yol açmıştır. Radyasyon dozları azaltılmış, veri depolaması iyileştirilmiş ve görüntüler kolayca manipüle edilebilmiştir (Chen,2004a).

Manuel izleme yönteminde sefalometrik röntgen üzerinde asetat kaplama levhaları kullanılmış ve farklı doğrusal ve açısal ölçümler için ölçüm işlemi manuel olarak yapılmıştır. Manuel teknik, kullanım kolaylığı ve özel ekipman ihtiyacının azaltılması açısından bazı avantajlar sağlamaktadır. Bununla birlikte, geleneksel izlemedeki hataların kaynağı, yer işareti tanımlamasındaki, ölçüm hatalarındaki, büyütme hatalarındaki ve bir 3B nesnenin 2B nesneyi temsil edilmesindeki farklılıklardan kaynaklanabilir (Baumrind ve Frantz, 1971; Sandler, 1988; Ricketts, 1981).

Geleneksel izleme yönteminin dezavantajlarını gidermek için ortodontide dijital sefalometrik sistemler tanıtıldı. Dijital sefalometri yönteminde verilerin işleme süreci daha hızlıdır (Houston, 1983). Çünkü X-ışını anatomik yer işaretlerini belirledikten hemen sonra sayısallaştırılır (Chen vd., 2004b). Chen ve diğerlerine göre otomatik analizler (Chen vd., 2004a), elle ölçüm prosedürleri tarafından oluşturulan insan hatalarını ortadan kaldırabilir. Yapılan bir çalışmada, bilgisayar destekli sefalometrik analizin, yer işaretlerinin lokalizasyonu elle belirlendiğinde

daha fazla ölçüm hatası getirmediğini ortaya koymuştur (Gravely ve Benzies, 1974). Daha yakın tarihli bir çalışma, orijinal sefalometrik radyografilerdeki işaret noktalarından türetilen tüm iskelet ve diş ölçümleri ile sayısallaştırılmış benzerlerinde tanımlananlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı ancak klinik olarak kabul edilebilir olduğu sonucuna varmıştır (Chen vd., 2004b).

Geleneksel röntgen ile karşılaştırıldığında, dijital görüntülemenin sayısız faydası olduğu kanıtlanmıştır. Forsyth ve diğerleri, (Forsyth vd., 1996b) bilgileri yorumlamanın daha az zaman aldığını, ışınlama dozajının %30 oranında düşürüldüğünü ve film işleme olmadığı için kimyasal veya atmosferik tehlikelerin olmadığını belirttiler. Visser ve diğerleri, geleneksel yöntemin radyasyon dozunun dijital yöntemle göre neredeyse 2 kat daha yüksek olduğunu doğrulamıştır (Visser vd., 2001). Dijital radyografinin en büyük avantajı, hastanın radyasyona maruz kalmasındaki kayda değer azalmadır. Bu teknik aynı zamanda verilerin elektronik kopyalarının elde edilmesini de sağlar (Prabhakar vd.,2014). Chen et al. (2004) bilgisayar destekli sefalometrik analizin geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha hızlı veri tanımlama ve değerlendirmeye olanak tanıdığını belirtmiştir. Ayrıca, böyle bir analiz operatörün parlaklık ve kontrast manipülasyonu yoluyla görüntülerin görsel görünümünü değiştirmesine ve yakınlaştırmaya izin vererek doğru ve kolay yer işareti tanımlamasını kolaylaştırır (Chen vd., 2004b; Prabhakar vd.,2014). Dijital yöntemin diğer avantajları arasında, klinik fotoğraflar ve diş modellerinin fotoğrafları gibi diğer klinik kayıtlarla birlikte sefalometrik verileri ve izleri kolayca saklama ve alma yeteneği yer alır. Ek olarak, sefalometrik görüntünün dijital olarak çizilip analizinin yapılabildiği birçok farklı yazılım bulunmaktadır (Houston, 1983).

Bilgisayarlı dijital yöntemin dezavantajları da vardır. Bazı yer işaretlerini bulmak zor olabilir, çünkü sefalogram, üç boyutlu bir yapının iki boyutlu bir görüntüsüdür. Böylece paralel bileşenler de üst üste gelecek ve resim sıkıştırıldığında resim kalitesi düşecektir (Santoro ve diğerleri, 2006). Diğer dezavantajı, görüntüler sıkıştırıldığında dijital görüntülerin çözünürlüğü etkilenir (Santoro vd., 2006).

Ayrıca dijital sefalometrik değerlendirme, yazılım programları da dahil olmak üzere maliyetli olan bilgisayarlı sefalometrik radyografi ekipmanının kurulumunu da gerektirmektedir. Prabhakar et al. (2014) dijital radyografinin bilgisayarlara bağımlılığını açıklamış ve ek donanım ve yazılım ihtiyacının altını çizmiştir. Manuel izleme için cetvel, iletke, görüş kutusu ve aydınlatıcı kağıdı içeren ekipman gerekirken akıllı telefon uygulamaları bu ekipmanların hiçbirini gerektirmez. Buna bağlı olarak hekimlerin akıllı telefon kullanımı da her geçen gün hızla artmaktadır.

Dijital bilgisayarlı sefalometrik yazılımların artan kullanımı, yeni bilgisayarlı yazılımın doğruluğunu, güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini değerlendirme ve bunları geleneksel manuel izleme tekniği ile karşılaştırma ihtiyacını vurgulamıştır. Seçilen tekniğin dijital mi yoksa akıllı telefon uygulaması mı olduğuna bakılmaksızın, güvenilir, güvenli, kesin ve yüksek tekrarlanabilirlik oranına sahip olması önemlidir (Çelik vd., 2009).

Sefalometrik analizlerin doğru yapılması önemlidir, böylece klinisyen, mevcut durumu teşhis edip, çeşitli tedavi seçeneklerini ve sonuçlarını hastaya sunabilir. Günümüzde, bilgisayar yazılım programlarının yaygın bir şekilde kullanılmasıyla, konvansiyonel teknikle karşılaştırma ve tutarlılıklarını değerlendirme ihtiyacı doğmuştur. Mevcut çalışmalar dijital ve konvansiyonel çizim tekniklerini güvenilirlik (aynı objenin iki ölçümü arasındaki uyum) ve tekrar edilebilirlik (iki metodun iki ölçümü arasındaki uyum) açısından karşılaştırmışlardır (Power vd., 2005)). Dijital ve manuel sefalometrik analiz yöntemlerini karşılaştıran önceki çalışmalar, bilgisayar destekli sefalometrik analizin manuel yöntemle karşılaştırılabilir sonuçlar verdiğini ortaya koydu (Sandler, 1988; Santoro ve diğerleri, 2006). Birçok çalışma bilgisayarlı sefalometrik yazılım programlarının doğruluğunu, güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini incelemiştir; bununla birlikte, teknoloji geliştikçe, akıllı telefonlar için özel olarak oluşturulmuş sefalometrik yazılım uygulamaları, ortodontistlerin bu teknolojiyi dişhekimliği ofislerinde kullanmaları ve ortodontik tedavide onlara yardımcı olmaları için yeni yararlı fırsatlar yaratmıştır (Baheti ve Toshniwal, 2014).

Güvenilirlik, ölçümlerin tekrar edilebilir olması anlamına gelmektedir. Maloklüzyon gibi düzensizliklerin ya da hastalıkların teşhisinde kullanılan çeşitli teknolojilerin güvenilirliğinin yüksek olması gerekir (Kublashvili vd., 2004).

Sefalometrik el ile çizim aşamasında hataları elimine etmek için, ölçümler, tanımlanması kolay referans noktaları seçilerek yapılabilir. Mevcut diğer çalışmaların sonuçlarına göre lineer parametrelerdeki ölçüm farklılıkları açısal ölçümlerden daha fazladır. Ayrıca kalibrasyonun yapılmaması değerlerde farklı sonuçlar elde edilmesine neden olabilir (Chen vd., 2004a, Chen vd., 2000). Çalışmamızda her el ile çizim metotunda görüntüler üzerindeki cetvel ile kalibrasyon yapılmıştır. Telefon ve bilgisayar uygulamalarında yine uygulamada bulunan kalibrasyon cetveli ile kalibre edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda kullanılan yöntemlerin daha iyi değerlendirilmesi için birden fazla parametrenin kullanılması tavsiye edilmektedir (Hagemann vd., 2000). Power ve diğerleri (2005) çalışmalarında 8 adet ölçüm incelemişler, Chen ve diğerleri (2000) 19 adet ölçümden oluşan çalışması bulunmaktadır. Geleen ve diğerlerinin (1998) 21 anatomik noktadan oluşan ölçümleri kullanarak yaptığı bir araştırması bulunmaktadır. 2007 yılında Sayınsu ve diğerleri (2007) 30 adet lateral sefalometrik radyografi üzerinde 9 dişsel, 21 iskeletsel ve 3 yumuşak dokuda olmak üzere toplam 33 adet ölçüm, Naoumova (2009) ise 25 adet anatomik nokta ile ölçüm yapmıştır. Polat-Özsoy ve diğerleri (2009) 2009 yılındaki araştırmalarında 26 adet anatomik noktayı kullanarak ölçüm yapmışlardır.

İşeri ve diğerleri geleneksel yöntem ile bilgisayar yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında iki yöntemin tekrar edilebilirlik katsayısını değerlendirmişler ve tüm parametrelerin istatistiksel olarak önemli düzeyde tekrarlanabilir olduğunu ortaya koymuşlardır (İşeri vd., 1992).

Sarı ve diğerlerinin Quick Ceph programı, Joe Digitizer ve elle çizim tekniğini karşılaştırdıkları çalışmalarında Porion ve Orbitale noktalarının oluşturduğu Frankfurt düzlemi ve Nasolabial açıda önemli farklılıklar tespit etmişlerdir (Sarı vd., 2002). Yaptığımız çalışmada el ile çizim sonuçlarının, CephNinja ve Webceph ile elde edilen sonuçlarının karşılaştırmasında nasolabial açıda anlamlı fark bulunmamıştır.

Diğer çalışmalar, çizim metotları arasında, keser pozisyonları ve keser açılarıyla ilgili ölçümlerin zorluklarından bahsetmişlerdir (Baumrind, 1971). Çalışmamızda ise el ile çizim sonuçlarının, CephNinja ve Webceph ile elde edilen sonuçlarının karşılaştırmasında U1 -NA (mm) ve U1- NA (açı) değerlerinde anlamlı fark olduğu bulunmuştur. El ile çizim sonuçları ve CephNinja ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasında U1-NA (mm) değeri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşük olduğu belirlenmiştir. El ile çizim sonuçları ve Webceph sonuçlarının karşılaştırılmasında U1- NA (mm) ve U1- NA (açı) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur.

Santoro vd. ve Chen vd., gonion noktasının tanımlanmasının, kötü belirlenmiş anatomik sınırlar, çift görüntü ve mid sagital düzlemden uzak bir lokalizasyon nedeniyle zor olduğunu vurgulamışlardır (Santoro vd., 2006; Chen vd, 2000). Yaptığımız çalışmada gonion noktasının dahil olduğu Ar-Go, S-Go uzunlukları ve Ar-Go-Me açısının üç yöntem sonuçlarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. El ile çizim sonuçları ve CephNinja sonuçları karşılaştırıldığında Ar-Go ve S-Go uzunlukları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur.

Ölçümler arasındaki sınıf arasındaki sınıf içi korelasyon katsayısı incelendiğinde; sınıf içi korelasyon katsayısı 0,751-0,990 arasında olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, ölçümlerde yüksek güvenilirlik gösteren daha önceki çalışmalarla uyumludur (Santoro vd., 2006; Chen vd., 2000; Green vd.1998; Naoumova, 2009).

Sayinsu ve diğerlerinin 30 sefalometrik radyografi üzerinde, toplamda 33 sefalometrik ölçüm yaptıkları çalışmalarında, gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik oldukça yüksek bulunmuştur. Rutin kullanım ve bilimsel çalışma amacıyla bilgisayarlı sefalometrik çizim programlarının tercih edilebileceği belirtilmiştir (Sayinsu vd., 2007)

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

Çelik ve diğerleri çalışmalarında, elle çizim ve 2 farklı dijital çizim (Vistadent 2.1 AT ve Jiffy Orthodontic Evaluation (JOE)) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Nasolabial açısı, ANS-Me, APFH, L1-NB, Nperp-Pog, Go-Me ve U1-NA ölçümlerinde fark bulmuşlardır. Ancak bilgisayarlı sefalometrik analizlerin kullanıcı dostu ve zaman kazandırıcı özellikleri dolayısıyla geleneksel sefalometrik analiz yöntemine göre tercih edilebileceğini belirtmişlerdir (Polat-Özsoy vd., 2009; Çelik vd.,2009). Çalışmamızda ise bu ölçümlerden nasolabial açısı ve U1-NA, L1-NB değerlendirilmiş ve U1-NA değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Uysal ve diğerleri çalışmalarında, radyografik filmler ve filmlerin taranmış görüntüleri ile elle çizim ve dijital çizim (Dolphin Imaging Software) yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacı içi tekrar edilebilirlik yüksek olduğu halde, metotlar

karşılaştırıldığında $Na^{\perp}A$, $Na^{\perp}Pog$ ve $U1-NA$ ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır. Bilgisayar destekli çizim programlarının analizde hataları artırmadığını ve geleneksel yöntemle göre süre avantajı sağladığı için klinisyenler için faydalı olacağını öne sürmüşlerdir (Uysal vd.,2009). Uysal ve diğerleri çalışmasıyla uyumlu olarak, çalışmamızda Pog to N -perp ve A to N -perp ve $U1-NA$ değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Chen ve diğerleri, dijitize edilmiş ve konvansiyonel radyografilerle yaptıkları çalışmada tüm iskeletsel ve dental ölçümlerde anlamlı farklılık bulmuşlardır. Bu farklılıklar referans noktası tanımlanmasıyla açıklanmıştır (Chen vd., 2000)

Gregston ve diğerleri, ortodontide, tedavi kararı ve sınıflamalarda kullanılan pek çok parametrede 2° ya da 2 mm'lik değişimin klinik olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını vurgulamışlardır (Gregston, 2004). Tablo 2 incelendiğinde, her iki metotla elde edilen ölçümlerin ortalamalarına baktığımızda, aradaki farkın parametrelerin çoğunda minimal olduğu ve 2° ya da 2 mm'den küçük olduğu görülmektedir.

Kullanılan yöntem ne olursa olsun en güvenilir ve tutarsız noktaların gonion, porion, orbitale, alt incisor apeks ve menton olduğu bildirilmiştir (Chen vd., 2000; Chen vd., 2004a). Ek olarak, nasion, menton ve posterior nazal spine de hata kaynaklarıydı (16). Çalışmamızda bu noktalarla ilgili üç yöntemin karşılaştırıldığı ölçümlerde SN, S-Ar, NSL-NL, Ar-Go, Ar-Go-Me, S-Go, Sp-Me değerlerinde önemli farklılıklar ortaya koymuştur.

Çelik vd., (2009) alt dudak/E hattında bir fark buldu. Aksakallı vd., ise yaptıkları çalışmada fark bulmamıştır. Aksakallı vd., (2006) yaptıkları çalışmaya uyumlu olarak çalışmamızda üç yöntemin ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında fark belirlenmemiştir.

Sayar ve Kılınç (2017) yaptıkları çalışmada sefalometrik röntgen üzerinde el ile çizim sonuçları ile CephNinja uygulamasında ölçüm sonuçlarını karşılaştırmışlar. 21 referans noktası değerlendirilen çalışmada SNA ve SNB nin el ile çizim sonuçlarının uygulama sonuçlarına göre istatistiksel olarak düşük olduğu, L1–NB (açı) ve upper lip protrusion değerlerinin ise yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca Go–GN/SN, U1–NA (açı) ve U1–NA (mm) değerlerinin uygulamada elde edilen değerlere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. İki yöntem arasında L1–NB (mm), occlusal plane to SN, interincisal angle veya lower lip protrusion değerlerinde iki method arasında bir fark bulunmamıştır. İki yöntem arasında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve uygulama ile çizimin el ile çizimden daha hızlı olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmamızda ise SNA, SNB, L1–NB değerlerinde anlamlı fark bulunmaz iken U1–NA (mm) değerinin düşük olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak el ile çizim ve Webceph karşılaştırıldığında karşılaştırılmasında 8 dijital ölçüm (S–N, NSL/NL, Co– A, Ar Go Me, N – Me, Co– Gn, U1–NA(mm), U1 to NA(açı)) ve CephNinja ile karşılaştırıldığında 12 ölçüm (S–N, S–Ar, A to N–Perp, NSL/NL, Co– A, Ar Go Me, N – Me, S–Go, Co– Gn, Pog to N–Perp, U1–NA(mm)) geleneksel olanlardan biraz daha düşük korelasyonlar gösterdi. S–N ve N–Me değerlerinin el ile çizim ölçümlerinin hem Webceph hem de CephNinja ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum Sekiguchi ve Savara (Sekiguchi ve Savara, 1972) bu tür bir hatayı nazofrontal sütür yeterince görünür olmadığında nasion'un (N) tanınmasının zor olabileceği gerçeğiyle ilişkilendirmiştir. Diğer anlamlı farklılık bulunan parametre NSL/NL değeri olmuştur. Literatürdeki birçok çalışma ANS işaretini belirlemedeki zorluklarla ilişkilendirmiştir (Baumrind ve Frantz, 1971; Houston ve diğerleri, 1986; Ongkosuwito ve diğerleri, 2002; Polat-Ozsoy ve diğerleri, 2009; Santoro ve diğerleri, 2006). Ayrıca, ANS noktası sıklıkla diğer anatomik özelliklerin üst üste bindirilmesinden etkilenir (Houston ve diğerleri, 1986). Bununla birlikte, klinisyenler PNS'yi saptamanın oldukça zor olduğunu bulmuşlardır, çünkü sert damak arkaya doğru uzandıkça bu radyo-opak yapı, radyolüsent yumuşak damak daha belirgin hale geldiğinden sonuna doğru kaybolur (Scott, McClure, L., Ferreira ve A., 2005). Çalışmamızda Ar–Go–Me ve Co–Gn değerlerinde fark istatistiksel olarak farklı

bulunmuştur. Ayrıca el ile çizimi ve CephNinja karşılaştırmasında S-Go farkı anlamlıdır. Bu fark gonion (Go) ve gnathion (Gn) yer işaretlerini tanımlamadaki zorluklardan kaynaklanan farklılıklardır (Baumrind ve Frantz, 1971; Houston ve diğerleri, 1986; Ongkosuwito ve diğerleri, 2002; Polat-Ozsoy ve diğerleri, 2009); Santoro ve diğerleri, 2006). Dentoalveolar ilişkiye bakıldığında U1- NA(mm) ve U1 to NA(açı) anlamlı farklılık vardır. Diğer çalışmalar, çizim metotları arasında, keser pozisyonları ve keser açılarıyla ilgili ölçümlerin zorluklarından bahsetmişlerdir (Baumrind, 1971).

Sefalometri ölçüm tekniği “Web Ceph” ve “CephNinja” telefon uygulamasında ise el ile çizim sonuçlarıyla karşılaştırıldığında fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Otomatik referans noktası belirlenmesi ile belirlenen sonuçların daha güvenilir olması için geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

6. KAYNAKLAR

Aksakalli S, Yilanci H, Gorukmez E, Ramoglu Sl. (2016) Reliability Assessment of Orthodontic Apps for Cephalometrics. Turk J Orthod.;29(4):98-102.

Albarakati, S. F., Kula, K. S., & Ghoneima, A. A. (2012). The reliability and reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of conventional and digital methods. Dentomaxillofac Radiol, 41(1), 11-17. doi: 10.1259/dmfr/37010910

Baheti, M. J., & Toshniwal, N. (2014). Orthodontic apps at fingertips. Prog Orthod, 15(1), 36. doi: 10.1186/s40510-014-0036-y

Bartlett, J. W., & Frost, C. (2008). Reliability, repeatability and reproducibility: analysis of measurement errors in continuous variables. Ultrasound Obstet Gynecol, 31(4), 466-475. doi: 10.1002/uog.5256

Baumrind, S., & Frantz, R. C. (1971). The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. Am J Orthod, 60(2), 111-127. doi: 10.1016/0002-9416(71)90028-5

Björk, A. (1947) The face in profile. An Anthropological X-ray Investigation on Swedish Children and Conscripts. By Arne Björk. Svensk Tandläkare-Tidskrift, Lund, vol. 40, no. 5B, 180 pp., 34 tables, 65 figures.; <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330060117>

Brennan J. (2002) An introduction to digital radiography in dentistry. J Orthod; 29: 66- 69

Broadbent BH. (1931) A new x-ray technique and its application to orthodontia. The Angle Orthod;1(2):45-66 doi: 10.1093/ortho/29.1.66

Bruntz, L. Q., Palomo, J. M., Baden, S., & Hans, M. G. (2006). A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 130(3), 340-348. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.12.029

Cavdar, K., Ciger, S., & Oz, A. (2011). A comparison of conventional and computerized cephalometric methods. Clinical Dentistry and Research, 35(1), 33-40. <http://www.dishekdergi.hacettepe.edu.tr/htdergi/makaleler/20111.sayi04makale.pdf>.

Chen, Y. J., Chen, S. K., Chang, H. F., & Chen, K. C. (2000). Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. Angle Orthod, 70(5), 387-392. doi: 10.1043/0003-3219(2000)0702.0.CO;2

Chen, Y. J., Chen, S. K., Yao, J. C., & Chang, H. F. (2004a). The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. Angle Orthod, 74(2), 155-161. doi: 10.1043/0003-3219(2004)0742.0.CO;2

Chen, Y. J., Chen, S. K., Yao, J. C., & Chang, H. F. (2004b). Enhanced speed and precision of measurement in a computer-assisted digital cephalometric analysis system. Angle Orthod, 74(4), 501-507. doi: 10.1043/0003-3219(2004)0742.0.CO;2.

Cohen A.M., Linney AD. A preliminary study of computer recognition and identification of skeletal landmarks as a new method of cephalometric analysis. Br J Orthod 1984; 11:143-54.

Cohen, A. M. (1984). Uncertainty in cephalometrics. *Br J Orthod*, 11(1), 44-48. doi: 10.1179/bjo.11.1.44

Cooke, M. S., Wei, S. H. (1991). Cephalometric errors: a comparison between repeat measurements and retaken radiographs. *Aust Dent J*, 36(1), 38-43. doi: 10.1111/j.1834-7819.1991.tb00806.x

Celik, E., Polat-Ozsoy, O., & Toygar Memikoglu, T. U. (2009). Comparison of cephalometric measurements with digital versus conventional cephalometric analysis. *Eur J Orthod*, 31(3), 241-246. doi: 10.1093/ejo/cjn105

Çelik E. (2007) Konvansiyonel Teknik ve Bilgisayar ile Yapılmış Sefalometrik Analizlerin Güvenilirlik Açısından Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Başkent Üniversitesi, Corpus ID: 163094964

Damstra, J., Huddleston Slater, J. J., Fourie, Z., & Ren, Y. (2010). Reliability and the smallest detectable differences of lateral cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138(5), 546 e541-548; discussion 546-547. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.05.013

Duarte H, Vieck R, Siqueira DF, Angelieri F, Bommarito S, al. (2009). Effect of compression of digital lateral cephalograms on the reproducibility of cephalometric points. *Dentomaxillofac Radiol*. ;38(6):393-400.

Erkan, M., Gurel, H. G., Nur, M., & Demirel, B. (2012). Reliability of four different computerized cephalometric analysis programs. *Eur J Orthod*, 34(3), 318-321. doi: 10.1093/ejo/cjr008

Farooq, M. U., et al. (2016). Assessing the Reliability of Digitalized Cephalometric Analysis in Comparison with Manual Cephalometric Analysis. *J Clin Diagn Res*, 10(10), ZC20-ZC23. doi: 10.7860/JCDR/2016/17735.8636

Forsyth, D. B., Davis, D. N. (1996). Assessment of an automated cephalometric analysis system. *Eur J Orthod*, 18(5), 471-478. doi: 10.1093/ejo/18.5.471

Forsyth, D. B., Shaw, W. C., & Richmond, S. (1996a). Digital imaging of cephalometric radiography, Part 1: Advantages and limitations of digital imaging. *Angle Orthod*, 66(1), 37-42. doi: 10.1043/0003-3219(1996)0662.3.CO;2

Forsyth, D. B., Shaw, W. C., Richmond, S., & Roberts, C. T. (1996b). Digital imaging of cephalometric radiographs, Part 2: Image quality. *Angle Orthod*, 66(1), 43- 50. doi: 10.1043/0003-3219(1996)0662.3.CO;2

Geelen, W., Wenzel, A., Gotfredsen, E., Kruger, M., & Hansson, L. G. (1998). Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. *Eur J Orthod*, 20(3), 331-340. doi: 10.1093/ejo/20.3.331

Goracci C, Ferrari M. (2014). Reproducibility of measurements in tablet-assisted, PC-aided, and manual cephalometric analysis. *Angle Orthod*. ;84(3):437-42. DOI: 10.2319/061513-451.1

Gotfredsen E, Kragsskov J, Wenzel A. (1999) Development of a system for craniofacial analysis from monitor-displayed digital images. *Dentomaxillofac Radiol*. 28:123-126. doi: 10.1038/sj/dmfr/4600420

Gravely, J. F., & Benzies, P. M. (1974). The clinical significance of tracing error in cephalometry. *Br J Orthod*, 1(3), 95-101. doi: 10.1179/bjo.1.3.95

Guedes, P., Souza, J., Tuji, F., & Nery, E. (2010). A comparative study of manual vs computerized cephalometric analysis. *Dental Press Journal Of Orthodontics.*, 5(2). PMID: 15178884

Hagemann K, Vollmer D, Niegel T, Ehmer U, Reuter I. (2000) Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral headfilms. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie.*;61(2):91-9. DOI: 10.1007/BF01300351

Harorlı A, Akgül HM, Dağistan S. (2006) Dişhekimliği Radyolojisi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.

Houston, W. J., Maher, R. E., McElroy, D., & Sherriff, M. (1986). Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. *Eur J Orthod*, 8(3), 149-151. doi: 10.1093/ejo/8.3.149

Iseri, H., Acikbas, A., & Yilmaz, O. (1992). The evaluation of accuracy and reliability of the measurement os cephalometric radiographs by tracing and direct digitization. *Turk J Orthod*, 5(1), 1-6. doi: 10.13076/1300-3550-5-1-1

İşman O. (2010) İki Farklı Sefalometrik Çizim ve Analiz Tekniğinin Sert ve Yumuşak Doku Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Yeditepe Üniversitesi,

Izgi, E., Pekiner, F. N. (2019). Comparative Evaluation of Conventional and OnyxCeph Dental Software Measurements on Cephalometric Radiography. Turk J Orthod, 32(2), 87-95. doi: 10.5152/TurkJOrthod.2019.18038

Jackson, P. H., Dickson, G. C., & Birnie, D. J. (1985). Digital image processing of cephalometric radiographs: a preliminary report. Br J Orthod, 12(3), 122-132. doi: 10.1179/bjo.12.3.122

Kasinathan, G., et al. (2017). Evaluation of Soft Tissue Landmark Reliability between Manual and Computerized Plotting Methods. J Contemp Dent Pract, 18(4), 317-321. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2038

Kenneth H. S., Tsang S., Cooke M.S (1999). Comparison of cephalometric analysis using a non-radiographic sonic digitizer with conventional radiography. Eur J Orthod; 21:1-13. DOI: 10.1093/ejo/21.1.1

Keser Eİ, Kocadereli İ. (2004) Geçmişten günümüze ortodontide kraniyofasiyal görüntüleme. Turkish J Orthod; 17: 116-25. DOI:10.17567/dfd.07868

Kublashvili T, Kula K, Glaros A, Hardman P, Kula T (2004) A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: II. Soft tissue. Seminars in Orthodontics: Elsevier. DOI:https://doi.org/10.1053/j.sodo.2004.05.005

Kumar M., Kumari S., Shetty P., Kumar R.R., Singh D.P., Shetty P. (2019) Comparative Evaluation of Nemoceph and Foxit PDF Reader for Steiner's Cephalometric Analysis. J Contemp Dent Pract, Sep 1;20(9):1051-1055. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_4_20.

Levy-Mandel AD, Venetsanopoulos AN, Tsotsos JK. (1986) Knowledge-based landmarking of cephalograms. *Comput Biomed Res* ;19:282-309. DOI: 10.1016/0010-4809(86)90023-6

Liu JK, Chen YT, Cheng KS. (2003) Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*;118(5):535-40.

Mamillapalli PK, Sesham VM, Neela PK, Mandalaju SP, Keesara S. (2016) A Smartphone App for Cephalometric Analysis. *JClin Orthod.* 50(11):694-33. PMID: 28045683

Midtgard, J., Bjork, G., & Linder-Aronson, S. (1974). Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod*, 44(1), 5661.doi:10.1043/00033219(1974)0442.0.CO;2 59

Mosleh, M. A., Baba, M. S., Malek, S., & Almaktari, R. A. (2016). Ceph-X: development and evaluation of 2D cephalometric system. *BMC Bioinformatics*, 17(Suppl 19), 499. doi: 10.1186/s12859-016-1370-5

Naoumova, J., & Lindman, R. (2009). A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod*, 31(3), 247-253. doi: 10.1093/ejo/cjn110

Ongkosuwito, E. M., Katsaros, C., VanHof, M. A., Bodegom, J. C., Kuijpers-Jagtman, A. M. (2002). The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *Eur J Orthod*, 24(6), 655-665. doi: 10.1093/ejo/24.6.655.

Parthasarathy S, Nugent ST, Gregson PG, Fay DF. (1989) Automatic landmarking of cephalograms. *Comput Biomed Res.*, 22:248-6 DOI: 10.1016/0010-4809(89)90005-0

Polat-Ozsoy, O., Gokcelik, A., & Toygar Memikoglu, T. U. (2009). Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod*, 31(3), 254-259. doi: 10.1093/ejo/cjn121

Power, G., Breckon, J., Sherriff, M., & McDonald, F. (2005). Dolphin Imaging Software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 34(6), 619-626. doi: 10.1016/j.ijom.2005.04.003

Prabhakar R, Rajakumar P, Karthikeyan MK, Saravanan R, Vikram NR, Reddy A. (2014) A hard tissue cephalometric comparative study between hand tracing and computerized tracing. *J Pharm Bioallied Sci* ; 6: 101-106 DOI: 10.4103/0975-7406.137401

Prawat J. S., Nieberg L., Cisneros J., Acs, G. (1995) A comparison between radiographic and sonically produced cephalometric values. *The Angle Orthod*, 65:271-276. DOI: 10.1043/0003-3219(1995)065<0271:ACBRAS>2.0.CO;2

Richardson, A. (1966). An investigation into the reproducibility of some points, planes, and lines used in cephalometric analysis. *Am J Orthod*, 52(9), 637-651. doi: 10.1016/0002-9416(66)90212-0 60

Ricketts, R. M. (1969). The evolution of diagnosis to computerized cephalometrics. *Am J Orthod*, 55(6), 795-803. doi: 10.1016/0002-9416(69)90052-9

Ricketts, R. M. (1981). Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod*, 51(2), 115-150. doi: 10.1043/0003-3219(1981)0512.0.CO;2

Roden-Johnson, D., English, J., & Gallerano, R. (2008). Comparison of hand traced and computerized cephalograms: landmark identification, measurement, and superimposition accuracy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133(4), 556-564. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.03.041

Röntgen WC.(1896) On a new kind of rays. *Science*. 1896;3(59):274-277.

Rudolph D, Sinclair P, Coggins J. (1998) Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998;113(2):173-9 DOI: 10.1016/s0889-5406(98)70289-6

Rusu, O., et al. (2015). Reliability and accuracy of three different computerized cephalometric analysis software. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*, 119(1), 248-256. PMID: 25970975

Sandler, P. J. (1988). Reproducibility of cephalometric measurements. *Br J Orthod*, 15(2), 105-110. doi: 10.1179/bjo.15.2.105

Santoro, M., Jarjoura, K., & Cangialosi, T. J. (2006). Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(3), 345-351. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.12.010

Sarı Z, Başçiftçi FA, Uysal T, Malkoç S. (2002) Üç farklı sefalometrik film çizim yönteminde araştırmacılar ve tekniklerin karşılaştırılması. *Türk Ortod Derg*;15(2):99-107.

Sayar G, Kilinc DD. (2017) Manual tracing versus smartphone application (app) tracing: a comparative study. *Acta Odontol Scand*. 2017;75(8):588-94 DOI: 10.1080/00016357.2017.1364420

Sayinsu, K., Isik, F., Trakyali, G., Arun, T. (2007). An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod*, 29(1), 105-108. doi: 10.1093/ejo/cjl065

Sekiguchi, T., Savara, B. S. (1972). Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. *Am J Orthod*, 61(6), 603-618. doi: 10.1016/0002-9416(72)90109-1 DOI: 10.1016/0002-9416(72)90109-1

Silva, J., et al. (2011). Comparative study between conventional and digital radiography in cephalometric analysis. *Journal of Health Sciences*. https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2020/12/V29_n1_2011_p19-22.pdf

Sommer, T., Ciesielski, R., Erbersdobler, J., Orthuber, W., & Fischer-Brandies, H. (2009). Precision of cephalometric analysis via fully and semiautomatic evaluation of digital lateral cephalographs. *Dentomaxillofac Radiol*, 38(6), 401-406. doi: 10.1259/dmfr/85543699

Thurzo, A., et al. (2010). Digital and manual cephalometric analysis. *Bratisl Lek Listy*, 111(2), 97-100. PMID: 20429323

Tsorovas, G. Karsten, A. L. (2010). A comparison of hand-tracing and cephalometric analysis computer programs with and without advanced features-- accuracy and time demands. *Eur J Orthod*, 32(6), 721-728. doi: 10.1093/ejo/cjq009

Turner, P. J., Weerakone, S. (2001). An evaluation of the reproducibility of landmark identification using scanned cephalometric images. *J Orthod*, 28(3), 221-229. doi: 10.1093/ortho/28.3.221

Uysal, T., Baysal, A., Yagci, A. (2009). Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. *Eur J Orthod*, 31(5), 523-528. doi: 10.1093/ejo/cjp022

Uzel İ, Enacar A. Ortodontide sefalometri. 2. Baskı, Adana: Ç.Ü.Basımevi, 2000

Vincent, A. M., West, V. C. (1987). Cephalometric landmark identification error. *Aust Orthod J*, 10(2), 98-104. PMID: 3506424

Visser H, Rodig T, Hermann KP. (2001) Dose reduction by direct-digital cephalometric radiography. *Angle Orthod*. 2001;71(3):159-63.

Noush MP, Esmaily R.M. (2014) Comparison between digital and ordinary method of analyzing cephalometric radiographic image. *Iran J Ortho*10:e4862.

Sobral MC, Paix~ao MB, Vogel CJ (2010) Comparative study between manual and digital cephalometric tracing using Dolphin Imaging software with lateral radiographs. *Dental Press J Orthod*. 2010;15:123–130

EKLER

EK-1 :

Etik Kurul Onayı



T.C.
İstanbul
YENİ YÜZYIL
ÜNİVERSİTESİ

FEN,SOSYAL VE GİRİŞİMSEL OLMAYAN SAĞLIK BİLİMLERİ ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU

08.02.2022

İlgi : Etik Kurul Onayı,

Sayın
Sevilay GÜLLÜK

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Etik Kurulunun 07.02.2022 tarih ve 2022/02-816 sayılı toplantı sonucunda “ Sefalometrik akıllı telefon uygulaması (CephNinja) ile sefalometrik web uygulamasının (WebCeph) sert ve yumuşak doku analiz sonuçlarının birbiriyle ve geleneksel yöntemle güvenirlik ve tekrarlanabilirliğinin karşılaştırılması” başlıklı çalışmanız Fen, Sosyal ve Girişimsel Olmayan Sağlık Bilimleri Araştırmaları Etik Kurul Kurulumuzca oy birliği ile **UYGUN** bulunmuştur.

Araştırmanız süresince çalışmanızda özellikle konu başlığı, gereç ve yöntemler konusu ile ilgili olarak değişiklikler söz konusu olursa tekrar değerlendirilmesi gereklidir.

Not: İşbu belge İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Fen, Sosyal ve Girişimsel Olmayan Sağlık Bilimleri Araştırmaları Etik Kurul Yönergesi temelinde kaleme alınmıştır.

İş bu belge kurum onayı dahilinde geçerlidir.

Prof.Dr.Cüneyt ULUTIN

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
Fen,Sosyal ve Girişimsel Olmayan
Sağlık Bilimleri Araştırmaları
Etik Kurulu Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

Adı – Soyadı: Sevilay GÜLLÜK

Doğum Yeri:

E-Posta:

**Mezun Olduğu Lisans
Programı:**

Mesleki Deneyim:

Diğer Bilgiler: