

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI**

**ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZLU
HASTALARDA TORAKAL VE LUMBAL
BÖLGELERDE MEYDANA GELEN ANATOMİK
DEĞİŞİKLİKLERİN ÜÇ BOYUTLU ANALİZİ**

Yılmaz YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2020-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI

ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZLU
HASTALARDA TORAKAL VE LUMBAL
BÖLGELERDE MEYDANA GELEN ANATOMİK
DEĞİŞİKLİKLERİN ÜÇ BOYUTLU ANALİZİ

Yılmaz YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Umut ÖZSOY

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TYL-2018-4008 proje numarası ile desteklenmiştir.

“Kaynakça gösterilerek tezinden yararlanılabilir”

2020-ANTALYA

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgi birikimi ve deneyimleri ışığında her türlü desteğini yürekten hissettiğim tez danışmanım Doç. Dr. Umut ÖZSOY'a,

Anatomi Anabilim Dalındaki tüm değerli hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma,

Tez çalışmamızda özellikle hasta temininde beraber çalıştığımız Uzm. Fzt. Kadriye TOMBAK'a,

Hastaların ölçümleri sırasında gereken yardımları gösteren Sezen KARAŞİN'e,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Skolyoz'da omurga deformitesini ölçmek için altın standart olarak kullanılan yöntem Cobb açısı ölçümüdür. Ancak Cobb metodu yüksek x ışını maruziyetine sebep olmakta ve sadece iki boyutta analize imkân sağlamaktadır. Buna karşın, üç boyutlu (3B), non-invaziv yüzey tarayıcıları bu konularda avantaj sağlamaktadır. Çalışmamızın amacı 3B tarama yöntemi ile elde edilen ölçümlerin klinikte skolyoz takibinde sıklıkla kullanılan Cobb açısı, skolyometre ve POTSI ölçümleri ile ilişkisinin incelenmesidir.

Yöntem: Çalışmamıza 42 AIS'lı (ortalama yaş; 14.1 ± 2.2 , 32 kız ve 10 erkek) hasta dâhil edildi. Sırt bölgesi 3B tarayıcı ile omurga eğriliğinin görüntülenmesi veya ölçülmesinde kullanılan üç farklı vücut pozisyonunda tarandı. Bu pozisyonlar: P1- Hasta ayakta ve kolları gövdesine paralelken, P2- Hasta ayaktayken ve kollarını öne doğru uzatırken, P3- Hasta öne doğru eğilirkendir. Elde edilen sırt görüntülerinin ayna görüntüleri oluşturuldu. Orijinal görüntü ile ayna görüntüsü üst üste oturtuldu. İki yüzeyin sağ ve sol tarafı arasındaki farklılıklardan kaynaklanan asimetri değeri karekök ortalama yöntemi (RMS) ile hesaplandı. Bu hesaplama, torakal ve lumbal bölgeler için de ayrı ayrı gerçekleştirildi. Elde edilen RMS değeri ile Cobb, skolyometre ve POTSI değerleri arasındaki korelasyon katsayıları belirlendi.

Bulgular: Her üç vücut pozisyonunda da RMS ve Cobb değerleri arasında torakal (r, $P1=0.80$, $P2=0.76$, $P3=0.71$) ve lumbal bölgede (r, $P1=0.56$, $P2=0.65$, $P3=0.63$) anlamlı ($p<0.0001$) korelasyon bulundu. RMS ve skolyometre değerleri arasında da torakal (r, $P1=0.58$, $P2=0.50$, $P3=0.41$) ve lumbal bölgelerde (r, $P1=0.35$, $P2=0.41$, $P3=0.59$) anlamlı ($p<0.0001$) korelasyon tespit edildi. Torakolumbal ölçümde ise RMS ve POTSI arasında daha düşük korelasyon değerleri belirlendi ($r= 0.1-0.5$ aralığında).

Sonuç: Çalışmamızda üç boyutlu tarama, Cobb, skolyometre ve POTSI ölçüm metotlarıyla elde edilen veriler arasında anlamlı korelasyonlar belirledik. Bu sebeple üç boyutlu analiz yönteminin de skolyoz'un değerlendirilmesinde alternatif bir metot olabileceği kanısındayız.

Anahtar Kelimeler: skolyoz, sırt morfolojisi, üç boyutlu analiz, asimetri

ABSTRACT

Objective: Cobb angle measurement is used as the gold standard for measuring spinal deformity. However, the Cobb method not only causes high x-ray exposure but also enables analysis in only two dimensions. In contrast, three-dimensional (3D), non-invasive surface scanners provide advantages in these matters. The present study aims to examine the relationship among 3D, Cobb, scoliometer, and POTSI measurements, which are frequently used in scoliosis follow - up in the clinic.

Method: In our study, 42 patients with AIS (mean age; 14.1 ± 2.2 , 10 male and 32 female) were included. 3D image of the back region was acquired with a handheld scanner in three different body positions, which are used during imaging or measuring spine curvature. These positions were: P1-When standing with the arms hanging at the sides, P2-When standing with the arms extended, P3-When bending forward. A mirror image of the acquired back image was created. The original image and the mirror image were superimposed. The asymmetry value resulting from the differences between the right and left sides of the two surfaces was calculated using the root mean square method (RMS). This calculation was performed separately for the thoracic and lumbar regions. Correlation coefficients (r) among the obtained RMS, Cobb, scoliometer, and POTSI data were calculated.

Results: A significant ($p < 0.0001$) correlation was found between the RMS and Cobb values in the thoracic (r, P1=0.80, P2=0.76, P3=0.71) and lumbar region (r, P1=0.56, P2=0.65, P3=0.63). Similarly, there was a significant ($p < 0.0001$) correlation between RMS and scoliometer measurements in the thoracic (r, P1=0.58, P2=0.50, P3=0.41) and lumbar regions (r, P1=0.35, P2=0.41, P3=0.59). In the thoracolumbal measurements, lower correlation values were determined between RMS and POTSI (r, range between 0.1 and 0.5).

Conclusion: In our study, we determined significant correlations among the data obtained with 3D scanning, Cobb, scoliometer, and POTSI measurements. For this reason, we believe that the 3D analysis method may be an alternative in the evaluation of scoliosis.

Key words: scoliosis, back morphology, three-dimensional analysis, asymmetry

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Skolyoz Nedir?	1
1.2. Omurga Anatomisi	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Skolyoz'un Etyopatogenezi	3
2.1.1. Genetik Faktörler	3
2.1.2. Merkezi Sinir Sistemi Anomalileri	3
2.1.3. İskelet Gelişimi ve Kemik Metabolizması	5
2.2. Skolyoz Prevalansı	5
2.3. Skolyoz Sınıflandırması	6
2.3.1. Non-İdiyopatik Skolyoz	6
2.3.2. İdiyopatik Skolyoz	7
2.4. Skolyoz Eğrisinin Tanımlanmasında Kullanılan Terimler	8
2.5. Adölesan İdiyopatik Skolyoz Değerlendirme Yöntemleri	9
2.5.1. Cobb Açısı Ölçümü	9
2.5.2. Skolyometre İle Gövde Rotasyonlarının Ölçümü	11
2.5.3. Gövde Asimetritlerinin Sırt Fotoğrafi Üzerinden Ölçümü	13
2.5.4. Sırt Yüzeyini Üç Boyutlu Olarak Değerlendirme Yöntemleri	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM	17
3.1. Üç Boyutlu Sırt Yüzey Taramaları	17
3.1.1. Tarama Prosedürleri	17
3.1.2. Taramaların İşlenmesi	18
3.1.3. Asimetri Değerlerinin Ölçümü	19
3.2. Posterior Gövde Asimetri İndeksi (POTSI) Ölçümü	21
	iii

3.2.1. Koordinat Sisteminin Oluşturulması	24
3.3. Cobb Açısının Ölçümü	25
3.4. Gövde Rotasyonlarının Skolyometre Aracılığıyla Ölçümü	26
3.5. İstatistiksel Analizler	27
4. BULGULAR	28
4.1. Demografik Bilgiler	28
4.2. Metodun Güvenilirliğinin Test Edilmesi	28
4.3. Bütün Verilerin İstatistik Sonuçları	28
4.4. Korelasyon Sonuçları	31
5. TARTIŞMA	34
5.1. Kullanılan Metodolojinin Güvenilirliği	34
5.2. RMS ve Cobb Açısı Arasındaki İlişki	35
5.3. RMS ve Skolyometre Değerleri Arasındaki İlişki	37
5.4. RMS ve POTSİ Değerleri Arasındaki İlişki	38
5.5. Cobb Açısı ve Skolyometre Değerleri Arasındaki İlişki	38
5.6. POTSİ Metodunun Cobb Açısı ve Skolyometre Değerleri İle İlişkisi	39
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	51

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Demografik bilgiler	28
Tablo 4.2. Gözlemci içi ve gözlemciler arası korelasyon değerleri	28
Tablo 4.3. Bütün verilerin istatistik sonuçları	30
Tablo 4.4. Bütün verilerin birbirleriyle olan korelasyonu	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Skolyoz sonrası omurga ve sırtta meydana gelen değişiklikler	8
Şekil 2.2. Cobb açısı ölçümü	10
Şekil 2.3. Dijital radyografi üzerinden Cobb açısı ölçümü	11
Şekil 2.4. Skolyometre cihazı	11
Şekil 2.5. Skolyometre ile ölçüm	12
Şekil 2.6. POTSI indeksinde kullanılan referans noktaları	13
Şekil 3.1. Üç farklı pozisyonda üç boyutlu sırt taraması	18
Şekil 3.2. 3B görüntünün işlenmesi	19
Şekil 3.3. Sırtın bölgelere ayrılması	19
Şekil 3.4. Orijinal ve ayna görüntülerinin üst üste oturtulması	20
Şekil 3.5. Asimetri analizi için renkli yüzey deviasyon haritalarının oluşturulması	20
Şekil 3.6. Renkli deviasyon haritası ve sunulan RMS değerleri	21
Şekil 3.7. Sırt tarama görüntüleri üzerinden üç farklı hasta pozisyonunda POTSI	22
Şekil 3.8. Frontal asimetri indeksi	23
Şekil 3.9. Yükseklik farkı indeksleri	24
Şekil 3.10. Üç boyutlu koordinat sisteminin konumlandırılması	25
Şekil 3.11. Program aracılığıyla radyografi üzerinden Cobb açısı ölçümü	26
Şekil 3.12. Skolyometre ile ölçüm	27
Şekil 4.1. Üç farklı hastaya ait renkli deviasyon haritası üzerine yerleştirilmiş, radyografi görüntüleri ve ölçüm sonuçları	33

SİMGELER ve KISALTMALAR

3B	Üç Boyutlu
AIS	Adölesan İdiyopatik Skolyoz
C7	Servikal Yedinci Vertebra
FAI	Frontal Asimetri İndeksleri
HDI	Yükseklik Asimetri İndeksleri
POTSI	Posterior Trunk Symmetry Index
RMS	Root Mean Square
T2	Torakal İkinci Vertebra
T12	Torakal Onikinci Vertebra
VKİ	Vücut Kitle İndeksi

1. GİRİŞ

1.1. Skolyoz Nedir?

Skolyoz, columna vertebralis'in; sagittal planda kifoz ve lordoz ile birlikte, frontal planda lateral deviasyon ve transvers planda vertebra rotasyonlarının meydana geldiği bir omurga deformitesidir. Üç farklı planda meydana gelen bu değişikliklerden dolayı omurganın üç boyutlu deformitesi olarak tanımlanmaktadır (Perdriolle ve ark., 2001).

“Skolyoz” terimi antik Grekçe kökenli bir kelime olup “eğri, çarpık” (skolios) anlamına gelmektedir ve bu ifade Hipokrat (M.S 460-370) ile Galen (M.S 130-201) tarafından ilk olarak kullanılmıştır (Cheng ve ark., 2015).

1.2. Omurga Anatomisi

Otuz üç adet vertebradan oluşan columna vertebralis (omurga) ligamentlerle ve kaslarla desteklenmiştir. Omurganın görevi gövdenin desteklenmesi, içinde bulunan medulla spinalis'in korunması ve kaslar için tutunma noktası oluşturmaktır. Omurga servikal, torakal, lumbal, sakral ve koksigeal bölümler olmak üzere beş farklı bölümden oluşmaktadır. Servikal bölgede 7, torakal bölgede 12, lumbal bölgede 5, sakral bölümde 5 ve koksigeal bölümde birbiriyle rudimente olmuş 3 veya 4 vertebra bulunmaktadır. Omurganın sagittal planda doğal eğrilikleri vardır. Bunlardan birincisi servikal bölgede atlas ve T2 vertebra segmentleri arasında konveksliği öne bakan servikal lordozdur. Torakal bölgede ise T2 ve T12 vertebra arasında konveksliği arkaya bakan torakal kifozdur. Lumbal bölgede ise T12 ve lumbosakral açı hizası arasında konveksliği öne bakan lumbal lordoz bulunmaktadır. Bu eğrilikler toraks ve pelvis'in bipedal yürüyüşe adaptasyonunu sağlaması için gelişmiştir (Standring ve ark., 2016).

Radyografi üzerinden Cobb açısı ölçüm yöntemi omurga eğriliğinin derecesini ölçmede altın standart olarak kullanılmaktadır. Ancak sadece frontal planda iki boyutlu bir ölçüm sunmaktadır (Thulbourne ve Gillespie, 1976) ve sırt yüzeyinde meydana gelen üç boyutlu değişiklikler analiz edilememektedir (Warren ve ark., 2002). Ayrıca adolesan dönemdeki bireylere tekrarlı radyografi çekimi X ışınına maruziyeti arttırmaktadır (Ronckers ve ark., 2008). Bu yüzden yüzey topografisi ölçüm metodları, skolyoz'da meydana gelen üç boyutlu omurga deformitelerini üç

boyutlu olarak ölçmek ve radyasyona maruziyeti azaltmak için radyografi yöntemine alternatif bir yöntem olarak geliştirilmiştir (Komeili ve ark., 2014).

Çalışmamızda üç boyutlu tarama cihazı kullanılarak sırt yüzeyinde meydana gelen değişiklikler farklı vücut pozisyonlarında analiz edildi. Bu değişiklikler bütün sırtın yanı sıra torakal ve lumbal bölgeler için ayrı ayrı hesaplandı. Elde edilen asimetri değerlerinin klinikte sıkça kullanılan Cobb, Skolyometre ve POTSI yöntemleri ile korelasyonu incelendi.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Skolyoz'un Etyopatogenezi

Klinik ve epidemiyolojik tabanlı çalışmalara rağmen skolyoz'un nedeni tam olarak bilinmemektedir (Lowe ve ark., 2000; Burwell, 2003). Ancak bu çalışmaların sonucunda skolyoz'a neden olabilecek birtakım faktörler ortaya atılmıştır. Bunlar genetik faktörler, merkezi sinir sistemi anomalileri ve anormal iskelet gelişimi gibi nedenlerdir.

2.1.1. Genetik Faktörler

Skolyoz gelişiminde genetik faktörlerin rolü yaygın olarak kabul görmüştür (Cowell ve ark., 1972; Beals, 1973). Klinik gözlemlerde aile bireyleri içerisinde skolyoz'a rastlanıldığı kanıtlanmış ve genetik olarak birbirine yakın bireylerde skolyoz görülme sıklığının genel popülasyona göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (De George ve Fisher, 1967). Örnek olarak genetik faktörlerin skolyoz görülmesine etkisini araştıran bir çalışmada, Harrington, (Harrington, 1977) skolyoz eğrisi 15 derecenin üzerinde ve birbirleriyle akraba olan kadın popülasyonu üzerinde çalışmış ve bu kadınların kız çocukları arasında %27 oranında skolyoz ortaya çıktığını bulmuşlardır.

Skolyoz'lu hastalar ve ailelerini kapsayan bir diğer popülasyon çalışmasında ise hastaların; birinci, ikinci ve üçüncü derece akrabalarında sırasıyla %11, %2,4 ve %1,4 oranında skolyoz görülme oranının olduğu saptanmıştır (Riseborough ve Wynne-Davies, 1973). Adölesan İdiyopatik Skolyoz (AIS)'lu ikizler üzerinde yapılan meta-analizde ise monozigot ikizlerin %73'ünde ve dizigot ikizlerin %36'sında skolyoz görüldüğü saptanmıştır (Kesling ve Reinker, 1997). Skolyoz'da kalıtsal faktörün var olduğu kanıtlanmasına rağmen, kalıtımın geçiş şekli de tartışılmalıdır. Çeşitli popülasyonlara dayanan çalışmalarda, otozomal dominant, X'e bağlı veya multifaktöriyel kalıtım yollarıyla skolyoz'un geçişi olduğu düşünülmektedir (Garland, 1934; Czeizel ve ark., 1978).

2.1.2. Merkezi Sinir Sistemi Anomalileri

Sinir sistemindeki morfolojik ve fonksiyonel anormallikler de skolyoz etyopatogenezi ile bağlantılara sahiptir. Skolyoz hastalarının sinir aktivitelerinde anormal nörofizyolojik fonksiyonlar ortaya çıkabildiği görülmüştür. Buna örnek

olarak somatosensoriyel uyarılarda uzama ve gecikme gösterilebilir (Chen ve ark., 2014).

Adölesan dönemdeki skolyoz hastaları ve sağlıklı bireylerin atlantooccipital eklem MR görüntülerinin karşılaştırıldığı morfolojik bir çalışmada, 69 Adölesan İdiyopatik Skolyoz'lu hastanın %42'sinde tonsilla cerebelli'nin basion-opisthion çizgisinin yaklaşık 1mm altına geçtiği görülmüştür. Foramen magnum ön arka çapının uzunluğu da skolyoz grubunda kontrol grubuna göre arttığı gözlenmiştir. Yazarlar skolyoz hastalarında foramen magnum'un bu şekilde genişlemiş olması omurga eğrisine karşı bir kompensasyon mekanizması olduğunu belirtmişlerdir (Chu ve ark., 2007). Tüm bu gözlemler skolyoz'un columna vertebralis ve medulla spinalis arasındaki orantısız büyüme gibi merkezi sinir sistemi anomalileri sonucu ortaya çıktığı ileri sürülmüştür.

Başka bir MR analiz çalışmasında kontrol grubuna göre skolyoz grubunda beyin hacimlerinde farklılık gözlemlenmiştir. Bu bölgesel beyin hacmi farklılıkları, skolyoz hastalarında karşılaşılan nörolojik anormalliklerin göstergesi olabilir (T. Liu ve ark., 2008).

AIS'lı hastalarda dinamik ve statik dengede de birtakım değişiklikler meydana gelmektedir. AIS hastalarında postural denge kontrolünün eğri tiplerine göre nasıl değiştiğini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada hastalara denge testleri uygulanmıştır. Uygulanan denge testleri sonucu postural kontrol kaybının en az olduğu eğrilik tipinin torakal ve lumbal bölgeyi kapsayan çift eğrilikler olduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden eğrinin yönü ve hangi bölgeyi kapsadığı bu hastalarda denge kaybının nasıl gerçekleştiği açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Gauchard ve ark., 2001).

Bir başka çalışmada ise 15° veya daha büyük bir Cobb açısına sahip skolyoz hastalarında, Cobb açısı 14°'den az olan hastalara kıyasla daha fazla postural stabilite kaybı olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu, omurga eğrisindeki artışın denge kaybını arttırdığının göstergesidir (Haumont ve ark., 2011).

Skolyoz'lu hastalar üzerinde yapılan sinir sistemi görüntüleme ve denge fonksiyonları üzerine yapılan çalışmalara rağmen, tespit edilen anormalliklerin

hastalığın etyopatogenezini mi oluşturduğu yoksa bu hastalığa karşı sekonder olarak kompanse edici cevaplar mı olduğu net değildir.

2.1.3. İskelet Gelişimi ve Kemik Metabolizması

Skolyoz etyopatogenezini açıklamak için ortaya atılan hipotezlerden biri de genetik geçişler ve çevresel faktörler arasındaki etkileşimden dolayı anormal kemik büyümesi ve anormal kemik metabolizmasının gerçekleşmesidir.

Adölesan dönemdeki bireylerde meydana gelen anormal iskelet gelişimi omurga deformitelerine sebep olduğu rapor edilmiştir (Sanders ve ark., 2008). Adölesan dönemdeki skolyoz'lu hastalarda; sırt yüzeyinde meydana gelen kamburlar ve sağ-sol crista iliaca yükseklik farklılıkları gibi değişimler, omurgada meydana gelen deformitelerinden dolayı ortaya çıktığı daha önce belirtilmiştir (Burwell ve ark., 2006).

Anormal iskelet gelişiminin ortaya çıktığı osteopeni hastalığı da skolyoz açısından risk oluşturmaktadır. Osteopeni, kemiklerdeki düşük mineral yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır. Kalça ve omurga gibi kısımlar etkilenmektedir (Cheng ve ark., 2000) ve osteopeni tedavi edilmezse AIS için omurga eğrisi ilerleme faktörü olarak kalabilmektedir (Hung ve ark., 2005).

2.2. Skolyoz Prevalansı

Skolyoz prevalansı ile ilgili kesin veri sağlayan pek fazla çalışma yoktur. Adölesan dönemdeki skolyoz prevalansı ile ilgili veri sağlayan çalışmalarda ise, skolyoz tanımları, yaş grupları, kontrol gruplarına göre karşılaştırma gibi dâhil etme kriterlerinde zayıflıklar vardır. Dolayısıyla prevalans çalışmalarının ortaya çıkardığı bilgiler kısıtlıdır.

Okullarda skolyoz tarama programları gerçekleştirerek AIS prevalansını ortaya çıkaran çalışmalar bulunmaktadır. 1977 – 2016 yılları arasında yapılan okul tarama programları Altaf ve ark. tarafından yapılan bir meta-analiz de incelenmiştir (Altaf ve ark., 2017). Çalışmalarda skolyoz tarama programına tabi tutulan toplam 2,437,080 öğrencinin %0.2–%1.1'inde skolyoz saptanmıştır. 2010 yılında yapılan başka bir meta-analizde ise 17 ülkeden 36 çalışma kullanarak skolyoz'un küresel prevalansı %1.3 olarak hesaplanmıştır (Fong ve ark., 2010). Dünya üzerinde Almanya, Kore, Brezilya, Singapur, Yunanistan, gibi ülkelerde prevalans çalışması

yapılmıştır. Bu çalışmalarda adölesan dönemdeki çocuklarda skolyoz görülme oranının ise %0.47-%5.2 arasında olduğu bildirilmiştir.

Skolyoz prevalansı, ülkelerin coğrafik konumları ile ilişki gösterebilmektedir. Kuzey enlemlerde bulunan ülkelerde skolyoz görülme sıklığı, güney enlemlerdeki bölgelere göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Grivas ve ark., 2006). AIS prevalansı hastaların cinsiyeti ile güçlü bağlantı göstermektedir. 2011 yılında Tokyo’da 250.000 kişi üzerinde yapılan çalışmada kızlarda erkeklere oranla, 1.5 – 11 kat daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir (Ueno ve ark., 2011). Yapılan bir diğer kohort çalışmasında eğri derecesiyle ilişkilendirilerek 10° üzerindeki omurga eğrilikleri için kızlarda erkeklere göre 2.7 kat, 20° üzerindeki omurga eğrilikleri için ise 4.5 kat daha fazla görüldüğü bulunmuştur (Luk ve ark., 2010).

Ülkemizde de skolyoz prevalans çalışmaları yapılmıştır. 2016 yılında 7928 adölesan üzerinde yapılan skolyoz taramasında %5.6 oranında skolyoz görülmüştür ve kız erkek oranı 4.2:1 olarak gösterilmiştir (T. Yılmaz ve ark., 2016). 4259 adölesan üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise skolyoz prevalansı %2.5 ve hastaların kız erkek oranı 2.5:1 olarak bildirilmiştir (Ugras ve ark., 2010). 2020 yılında yapılmış son çalışmada ise 16,045 öğrenci dâhil edilmiştir. Dâhil edilen öğrencilerin %2.3’ünde skolyoz bulunmuştur ve kız erkek oranı 2.1:1 olarak belirlenmiştir (H. Yılmaz ve ark., 2020).

2.3. Skolyoz Sınıflandırması

Skolyoz’da sınıflama yapılırken farklı kriterler göz önüne alınmaktadır. Bunlar etyolojiye göre, eğri tipine ve şiddetine göre yapılan sınıflamalardır (Konieczny ve ark., 2013). Ancak Skolyoz Araştırma Topluluğu tarafından kabul gören sınıflandırılmada esas olarak ‘‘İdiyopatik Skolyoz’’ ve ‘‘Non – İdiyopatik Skolyoz’’ başlıkları kullanılmaktadır.

2.3.1. Non-İdiyopatik Skolyoz

Konjenital, nöromuskuler, mezenşimal kaynaklara bağlı olarak ortaya çıkan skolyoz çeşididir ve alt başlıkları bulunmaktadır (Konieczny ve ark., 2013).

Konjenital Skolyoz

Konjenital skolyoz’da meydana gelen eğriler, vertebraların gelişimindeki kusurlardan kaynaklanmaktadır (Arlet ve ark., 2003). Kalıtsal geçişli olmadığı,

omurganın embriyolojik gelişimi sırasında (gebeliğin 5-8. haftasında) meydana geldiği düşünülmektedir (Arlet ve ark., 2003).

Nöromusküler Skolyoz

Nöromusküler skolyoz, omurganın stabilizasyonunda rol oynayan kasların fonksiyonlarındaki yetersizliğinden dolayı ortaya çıkan bir skolyoz çeşididir (Konieczny ve ark., 2013). Nöromuskuler bozukluğu olan hastalarda omurga deformasyonlarının görülme sıklığı hastalıklara göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin Serebral Palsi hastalarının %20'i ile 70'i arasında, Friedreich Ataksisi olan hastaların %60'ında, Spinal Musküler Atrofisi olan hastalarda %80'inde omurga deformiteleri görülebilmektedir (Berven ve Bradford, 2002). Ayrıca Skolyoz Araştırma Topluluğu tarafından nöromuskuler skolyoz; nöropatik, merkezi- periferik nöron tutulumu ve myopati gibi sebeplere bağlı olarak sınıflandırılmıştır (McCarthy, 1999).

Mezenşimal Skolyoz

Mezenşimal skolyoz ise omurganın stabilizasyonunda pasif olarak görev alan bağ dokusu gibi yapılarda meydana gelen deformasyonlardan dolayı ortaya çıkmaktadır. Bağ dokusunda deformite meydana gelen otozomal dominant geçişli Marfan sendromu, mezenşimal skolyoz için örnek olarak gösterilebilir (Konieczny ve ark., 2013).

2.3.2. İdiyopatik Skolyoz

İdiyopatik skolyoz, nedeni tam olarak bilinmeyen ve omurga deformitelerinin yaş gruplarına göre sınıflandırıldığı bir skolyoz çeşididir. İnfantil İdiyopatik Skolyoz (3 yaş altı), Juvenil İdiyopatik Skolyoz (3 ile 9 yaş arası) ve Adölesan İdiyopatik Skolyoz (AIS) (10 ile 18 yaş arası) olarak gruplanmaktadır (Trobisch ve ark., 2010).

İnfantil İdiyopatik Skolyoz

İnfantil İdiyopatik Skolyoz, 0-3 yaşları arasında ortaya çıkmaktadır. İngiltere'de yapılan bir çalışmada 672 skolyoz hastasının %21'inde İnfantil İdiyopatik Skolyoz görülmüştür (McMaster, 1983).

Juvenil İdiyopatik Skolyoz

Juvenil İdiyopatik Skolyoz, 4 ile 10 yaşları arasında gelişmektedir ve İdiyopatik Skolyoz popülasyonunun %10-15'ini oluşturur. Tedavi süreci devam ettirilmeyen

juvenil dönemdeki skolyoz eğrileri ciddi kardiyopulmoner komplikasyonlara neden olabilmektedir (Coillard ve ark., 2010).

Adölesan İdiyopatik Skolyoz (AIS)

Omurgada yapısal olarak sagittal planda kifoz ve lordoz'da artış, transvers planda rotasyon ve frontal planda lateral eğriliklerle karakterize adölesan dönemde ortaya çıkan bir hastalıktır. AIS en sık görülen skolyoz çeşidi olup adölesan dönemin erken evrelerinde belirti göstermektedir. Adölesan dönemdeki sağlıklı bireylerin %1-4'ünde ortaya çıkmaktadır ve kızlarda erkeklere oranla ortalama 1.5-3 kat daha fazla görülmektedir (Cheng ve ark., 2015).

Adölesan İdiyopatik Skolyoz'da Fiziksel Bulgular

Omuz yüksekliği asimetrisi, gövdenin pelvis'e göre koronal planda yer değiştirmesi, ve öne eğilme pozisyonunda omurga rotasyonundan dolayı oluşan sırt kamburları AIS'da ortaya çıkan başlıca fiziksel bulgulardır (Şekil 2.1.). Adölesan İdiyopatik Skolyoz'lu hastalarda torakal veya lumbal bölgede kambur ve omuz, pelvis, gövdedeki frontal plandaki yükseklik asimetri bulguları sonucu ciddi ağrı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca hastalar, bu deformitelerden dolayı özgüven eksikliği gibi psikososyal sorunlar da yaşayabilmektedirler (Trobisch ve ark., 2010).



Şekil 2.1. Skolyoz sonrası omurga ve sırtta meydana gelen değişiklikler.

Omurgadaki deformitelerinden dolayı sırt yüzeyinde meydana gelen değişiklikler (Altaf ve ark., 2013).

2.4. Skolyoz Eğrisinin Tanımlanmasında Kullanılan Terimler

Omurga eğrisinde orta hattın en çok uzaklaşan ve rotasyona uğrayan vertebraya "apeks vertebra" denmektedir. Apeks vertebra'nın, yerleşimi ve omurga orta hattın

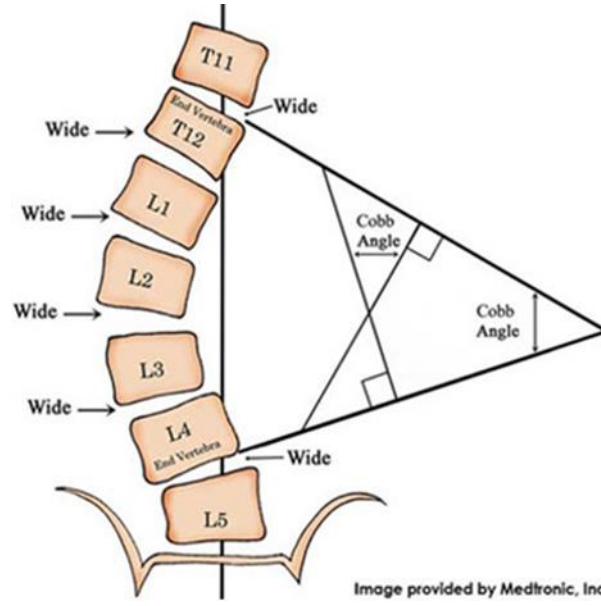
sağında veya solunda olmasına göre eğrinin konveksitesi belirlenmektedir. Örneğin; torakal bölgede sağ tarafa doğru konveksite gösteren bir eğrinin apeks vertebra'sı omurganın torakal bölgesinde bulunmaktadır ve orta hattan sağ tarafa doğru uzaklaşmış, sağa doğru rotasyon göstermiştir. Eğriliğe katılan vertebra'lardan orta hattan en az uzaklaşan, ilk ve son vertebra'lara 'end vertebralar' denmektedir. Bu vertebralardan eğri başlangıcında bulunana proksimal end vertebra, eğrinin bitişinde bulunan vertebra'ya distal end vertebra adı verilmektedir.

Ponseti ve Freidman, skolyoz'da tek ve çift eğri tanımlarını getirmişlerdir. Bu tanımları yaparken eğrinin sayısı ve bulunduğu yer temel alınmıştır. Tek eğriler içerisinde torakal, torakolumbal (hem torakal, hem lumbal bölgeyi kapsayan) ve lumbal bölgeyi kapsayan tek eğri tipleri yer almaktadır. Çift eğriler içerisinde ise torakal ve lumbal bölgeyi kapsayan eğri paterni tanımlamışlardır (Ponseti ve Friedman, 1950).

2.5. Adölesan İdiyopatik Skolyoz Değerlendirme Yöntemleri

2.5.1. Cobb Açısı Ölçümü

Omurganın koronal planda lateral'e doğru eğriliğini ölçmede standart bir yöntemdir (Kittleston ve Lim, 1970). Omurga eğriliğine katılan vertebralardan proksimal end vertebra korpus'unun üst sınırından çizilen çizgi ile distal vertebra korpus'unun alt sınırından çizilen çizginin arasında kalan açıdır (Şekil 2.2.) (Kim ve ark., 2010). Omurganın posterior – anterior radyografi görüntüleri üzerinden hesaplanmaktadır (Zhang ve ark., 2010).



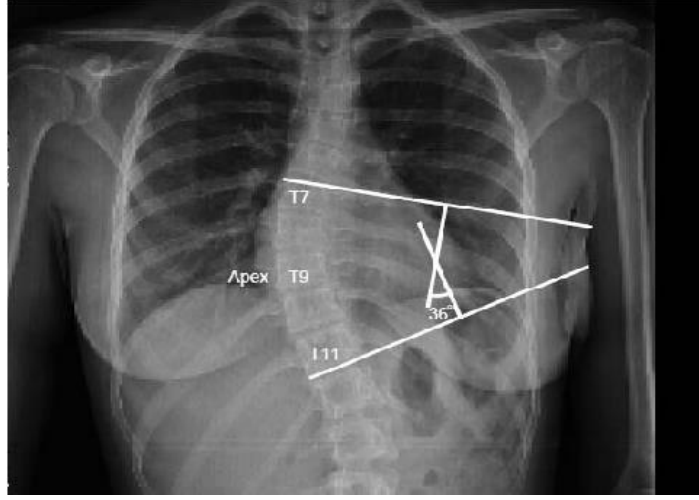
Şekil 2.2. Cobb açısı ölçümü

End vertebra korpuslarından çizilen doğruların birbirini kestiği açı Cobb açısı olarak tanımlanmaktadır (<https://www.spinemd.com/symptoms-conditions/adolescent-idiopathic-scoliosis> erişim tarihi: 28.04.2020).

Cobb açısı omurga eğrisinin progresyonu hakkında bilgi sahibi olmak, tedavinin gerekliliği ve etkinliği için karar vermede ölçüt olarak kullanılmaktadır (Morrissy ve ark., 1990). Cobb açısı'nın 10 derece ve üzerinde olması klinik açıdan tedavi kriteri olarak bilinmektedir (Zhang ve ark., 2010). Ayrıca art arda gelen radyografi ölçümlerinden ölçülen Cobb açısında 5°'lik bir artış eğri ilerlemesinin göstergesidir (Lonstein ve Carlson, 1984; Morrissy ve ark., 1990).

Cobb açısı ölçümü klinikte skolyoz'un tanı ve takibinde altın standart olarak nitelendirilmesi sebebiyle güvenilirliği üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bir tanesinde gözlemciler arası fark 3.1° olarak belirtilirken (Sevastikoglou ve Bergquist, 1969), Oda ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada bu fark 8.8° olarak bildirilmiştir (Oda ve ark., 1982).

Cobb açısı ölçümü radyografi görüntüsünden manuel olarak ölçülmesinin yanı sıra dijital radyografi üzerinden bilgisayar aracılığıyla da ölçülebilmektedir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Dijital radyografi üzerinden Cobb açısı ölçümü
Yazılım kullanılarak Cobb açısının ölçümü. (Samuvel B ve ark., 2012).

Cobb açısının dijital ölçüm yönteminin güvenilirliği ile ilgili bir çalışmada, ICC (intraclass correlation coefficient) katsayısı gözlemci içi 0.98 ve gözlemciler arası 0.85 olarak elde edilmiştir. Yüksek güvenilirlik katsayıları elde edilen bu çalışmada yöntemin güvenilir olduğu bildirilmiştir (Kuklo ve ark., 2005). Başka bir çalışmada ise manuel ve dijital Cobb açısı ölçüm yöntemleri arasında korelasyon ($r=0.77$, $p<0,0001$) saptanarak dijital radyografi ölçüm yönteminin geçerli kabul edilebilir bir ölçüm tekniği olduğu bildirilmiştir (Kuklo ve ark., 2006).

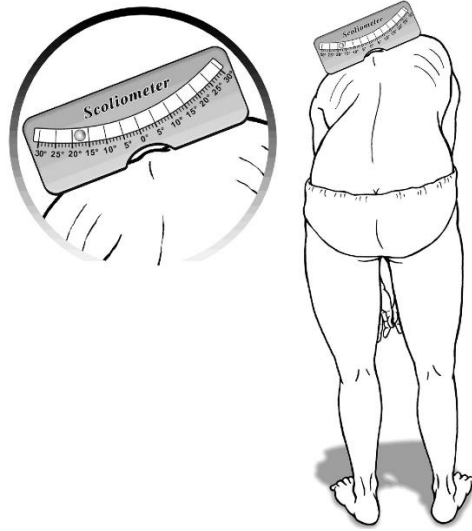
2.5.2. Skolyometre İle Gövde Rotasyonlarının Ölçümü

Skolyoz'un şiddetini belirlemede kullanılan tekniklerden bir tanesi de skolyometre ile ölçüm tekniğidir. Skolyometre, vertebraların rotasyonunu ölçmeye yarayan, sağa ve sola doğru 0-30°'lik aralıkta hareket eden içerisinde metal küre olan bir araçtır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Skolyometre cihazı

Skolyometre ile vertebra rotasyonlarına ulaşmada Adams öne eğilme pozisyonu kullanılmaktadır. Bu pozisyonda hastadan dizleri ekstensiyonda öne eğilmesi istenir. Skolyometre, omurganın aksiyal eksenine dik olacak şekilde vertebranın processus spinosus'una gözlemci tarafından yerleştirilir (Şekil 2.5.). Skolyometre'nin gösterdiği değer vertebral rotasyonun yönünü ve açı değerini göstermektedir (Bunnell, 1984).



Şekil 2.5. Skolyometre ile ölçüm.

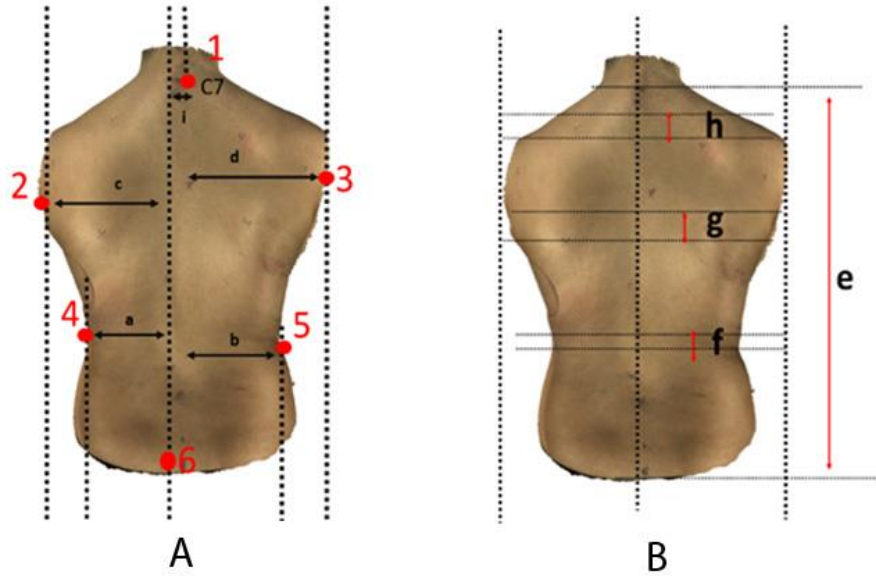
Öne eğilme pozisyonunda yerleştirilen skolyometre cihazı aracılığıyla gövde rotasyonunun belirlenmesi (Ma ve ark., 2017).

Skolyometre'nin güvenilirliğini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan birinde gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik katsayısı sırasıyla $r=0.92$ ($p<0.05$) ve $r=0.89$ ($p<0.05$) bulunmuştur (Coelho ve ark., 2013). Skolyometre'nin güvenilirliğini ve geçerliliğini, diğer yöntemlerle karşılaştıran çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir tanesinde skolyometre vasıtasıyla ölçülen gövde rotasyon açıları ile radyografik görüntülerden elde edilen Cobb açısı değerlerinin ilişkisine bakılmıştır. Sapkas ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada Cobb açısı ve skolyometre değerleri arasında torakal bölgede anlamlı bir korelasyon ($r=0.68$) belirlenirken, lumbal bölgede anlamlı bir korelasyona ($r=0.21$) rastlanmamıştır (Sapkas ve ark., 2003). Korovessis ve ark. ise hem torakal ($p=0.0254$) ve hem de lumbal bölgede ($p=0.0015$) skolyometre ve cobb açısı değerleri arasında anlamlı korelasyon bulmuşlardır (çalışmada r değeri belirtilmemiştir) (Korovessis ve Stamatakis, 1996). Skolyometre vasıtasıyla ölçülen gövde rotasyonu değerlerinin gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğinin yüksek olması ve altın standart olarak nitelendirilen Cobb açısı ölçüm yöntemi ile yüksek korelasyon göstermesi

skolyometre'nin skolyoz eğriliği takibinde kullanılabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

2.5.3. Gövde Asimetrilerinin Sırt Fotoğrafı Üzerinden Ölçümü

AIS'lı hastalarda omurga eğriliklerinden dolayı gövde asimetrileri ortaya çıkmaktadır. Gövde asimetrilerinin sayısal değer olarak hesaplanması için 1999 yılında Suzuki ve ark. tarafından POTSI (Posterior Trunk Asymmetry Index) adı verilen bir indeks geliştirilmiştir. POTSI sayısal değerinin hesaplanması için sırt yüzeyinde C7, akromion, aksilla katlantıları ve bel oyukları gibi referans noktaları belirlenmiştir (Şekil 2.6.). Bu referans noktalarının frontal planda sakral 1. vertebra'dan geçen vertikal eksene göre uzaklıkları Frontal Asimetri İndeksleri (FAI, Şekil 2.6.(A)) olarak tanımlanırken; referans noktalarının birbirleri arasında yükseklik farkları ise Yükseklik Farkı İndeksleri (HDI, Şekil 2.6.(B))'dir. POTSI değeri ise bu iki indeksin toplanmasıyla elde edilmektedir (Suzuki ve ark., 1999).



Şekil 2.6. POTSI indeksinde kullanılan referans noktaları

(A) Frontal asimetri indeksi (FAI), 1 : C7 vertebra'nın spinöz çıkıntısı, 2 ve 3: sol – sağ aksilla katlantılarını, 4 ve 5: sol – sağ bel oyuklarını, 6: S1'inci vertebra'nın spinal çıkıntısı. İ: C7 ve S1'den geçen vertikal hattın birbirine olan uzaklığı, c: sol aksilla katlantısının, d: sağ aksilla katlantısının, a: sol bel oyuğunun, b: sağ bel oyuğunun; S1'den geçen vertikal hatta frontal planda uzaklıklarını göstermektedir. (B) Yükseklik asimetri indeksi (HDI). E :C7 ve S1 noktalarından geçen horizontal çizgiler arasındaki yükseklik, h: sağ ve sol acromion'dan geçen horizontal çizgiler arasındaki yükseklik, g: sağ ve sol aksilla katlantılarından geçen horizontal çizgiler arasındaki yükseklik, f: ise sağ ve sol bel oyuklarından geçen horizontal çizgiler arasındaki yükseklik olarak tanımlanmaktadır.

POTSI hesaplanmasının geçerliliğini test etmek amacıyla yapılan bir çalışmada POTSI ve Cobb açısı arasındaki korelasyon incelenmiştir. Parametreler arasında düşük bir korelasyon ($r=0.435$, $p<0.0001$) tespit edilmiştir. Aynı çalışmada POTSI

tedavi etkinliğini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Dâhil edilen hastaların ameliyat öncesindeki Cobb açısı değerlerinde ameliyat sonrasına göre düşüş yaşanmıştır. Buna paralel olarak POTSI değerlerinde de düşüş yaşanmıştır. Yazarlar POTSI'nin yeni bir metot olarak kullanılabilceğini ve klinik olarak gövde asimetrisine ulaşmada kantitatif veri sağladığını belirtmişlerdir (Inami ve ark., 1999).

POTSI değeri fotoğraf üzerinden manuel olarak hesaplanabildiği gibi üç boyutlu sırt görüntüsü üzerinden de hesaplanabilmektedir. Minguez ve ark. tarafından (Minguez ve ark., 2007) tek ve çift eğriliğe sahip AIS hastalarının dâhil edildiği bir çalışmada üç boyutlu sırt görüntüsü üzerinden POTSI hesaplanmıştır. Hesaplanan POTSI değerleri ile Cobb açısı değerlerini karşılaştırarak korelasyon ($r=0.66$) elde etmişlerdir.

2.5.4. Sırt Yüzeyini Üç Boyutlu Olarak Değerlendirme Yöntemleri

Omurganın skolyotik eğrilikleri sırt yüzeyinde önemli şekil bozuklukları meydana getirmektedir ve bu şekil bozukluklarını anlamak için üç boyutlu yüzey topografi ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır (Turner-Smith ve ark., 1988).

Sırt yüzey topografisi tekniği, hastanın sırtına ışık serilerinin yansıtılması ardından yazılım tarafından sırt şeklinin dijital ortama aktarılması esasına dayanmaktadır. Oluşturulan bu sırt görüntüsü üzerinden de yüzeyde meydana gelen şekil bozuklukları ile ilgili kantitatif veri sağlanmaktadır. Bu yöntem radyografik görüntülerle elde edilemeyen sırt yumuşak dokusuna ait yüzey şekillerinin gözlemlenmesine imkan tanımaktadır (Pino-Almero ve ark., 2016).

Benzer şekilde Moiré topografi yöntemi birbirine paralel ışık serileri ışık kaynağından horizontal olarak hastanın sırt yüzeyine gönderilmesi esasına dayanır. Bu ışık serilerinden sırt yüzeyinde bulunan asimetrisini temsil eden yüzey kontur haritası çıkartılır. Bu haritadan da eğriliğin yönü, konumu ve asimetri değeri tayin edilmektedir (Adair ve ark., 1977; Ruggerone ve Austin, 1986).

Bir diğer ölçüm yöntemi ise Rasterstereografi yöntemidir. Bu yöntemde sırt yüzeyinde yatay çizgi raster görüntüleri ile sırt şeklinin bir görüntüsü elde edilmektedir (Tabard-Fougere ve ark., 2017). Elde edilen bu görüntü ile sırtın farklı seviyelerinde vertebra rotasyonları, omurga eğriliği açısı gibi bilgiler edinilebilmektedir.

Diğer bir yüzey topografisi değerlendirme yöntemi olan "ISIS" (Integrated Shape Imaging) yönteminde yatay bir ışık huzmesi yaratan projektör, kamera ve bilgisayardan faydalanılarak bir omurga modeli elde edilmektedir. Omurga modelinin elde edilmesinde processus spinosus'lara yerleştirilen markerlar kullanılmaktadır. Böylece omurganın her seviyesindeki farklı planlardaki asimetrilere ulaşım sağlanmaktadır (Turner-Smith ve ark., 1988).

Üç Boyutlu Yüzey Tarama Cihazları İle Yüzey Asimetrisinin Ölçümü

Sırtta yüzey asimetrisini belirlemek için kullanılan bir diğer cihaz ise elde taşınabilen ışık tabanlı üç boyutlu tarayıcılardır. Üç boyutlu tarama cihazlarıyla sırt yüzeyi taranıp bilgisayar ortamına ham görüntü olarak aktarılmaktadır. Bu ham görüntülerin işlenmesiyle üç boyutlu sırt görüntüsü elde edilmektedir.

Elde edilen üç boyutlu sırt görüntüsü sayesinde, sırt yüzeyinin sağ ve sol yarımında meydana gelen asimetrisi kantitatif olarak tespit edilebilmektedir. Ayrıca asimetrisi renkli deviasyon haritası adı verilen topografik harita aracılığıyla da görselleştirilebilmektedir. Bu topografik harita orijinal ve ayna sırt görüntülerinin üst üste bindirilmesiyle elde edilmektedir. Oluşturulan sırt topografik haritasında sırt yüzeyindeki tümsekler ve çukurlar farklı renklerle temsil edilmektedirler (Komeili ve ark., 2014).

Üç boyutlu yüzey tarayıcılarının güvenilirliğini test etmeyi amaçlayan bir çalışmada Gorton ve ark. üç boyutlu görüntülerden elde edilen asimetri değerlerinin tekrarlanabilirliğini test etmişlerdir. Araştırmacılar tekrarlılık güven katsayısını kontrol grubu için $r=0.83$ ($p<0.05$), skolyoz grubu için ise $r=0.94$ ($p<0.05$) olarak tespit etmişlerdir. Yazarlar elde ettikleri bu sonuçlara dayanarak tarama sisteminin güvenilirliğine vurgu yapmışlardır (Gorton ve ark., 2012).

Üç boyutlu gövde görüntüleri üzerinden omurga eğriliğinin açısı da hesaplanabilmektedir. Goldberg ve ark. tarafından, ışık tabanlı Quantec Image System adı verilen üç boyutlu sırt yüzey görüntüleme tekniği kullanılmıştır. Sırt yüzey tarama görüntüsü üzerinden elde ettikleri Quantec açısı adı verilen açı ile radyografik görüntülerden elde edilen Cobb açıları karşılaştırılmıştır. Yazarlar tarafından üç boyutlu yüzeyden elde edilen ve radyografi üzerinden elde edilen bu iki omurga açısı arasındaki korelasyonun ($r=0.81$) skolyoz takibinde üç boyutlu yüzey

tarayıcılarının radyografiye alternatif olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Goldberg ve ark., 2001).

Komeili ve ark. tarafından yapılan çalışmada, eğri sayıları, yönü, lokasyonu, apikal vertebra'nın yeri ve eğri şiddetleri tarama görüntülerinden tespit edilerek doğruluğu radyografi görüntülerine göre karşılaştırılmıştır. Renk haritası üzerinden eğri yönünün tespiti doğru şekilde tahmin edilmiştir. Eğri sayılarının tahmini tek, çift ve üçlü omurga eğrileri için doğruluk oranları sırasıyla %62, %66, %23 şeklinde bulunurken; eğri lokasyonu içinse %63, %92, %62 doğruluk oranı saptanmıştır. Sunulan bu yöntemle eğri parametrelerini belirlemede üç boyutlu tarama görüntüsünün kullanılabilir bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Komeili ve ark., 2015).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamıza Adölesan İdiyopatik Skolyoz tanısı almış, ortalama yaşları 14.1 ± 2.2 (yaş aralığı 10-20) olan 42 hasta (32 kız, 10 erkek) dâhil edildi. Bütün hastalar, torakal bölgede konveksitesi sağa bakan ve lumbal bölgede ise konveksitesi sola bakan çift omurga eğrisine sahipti. Dâhil edilen hastalar daha önce skolyoz egzersiz tedavisi veya cerrahi geçirmemişti.

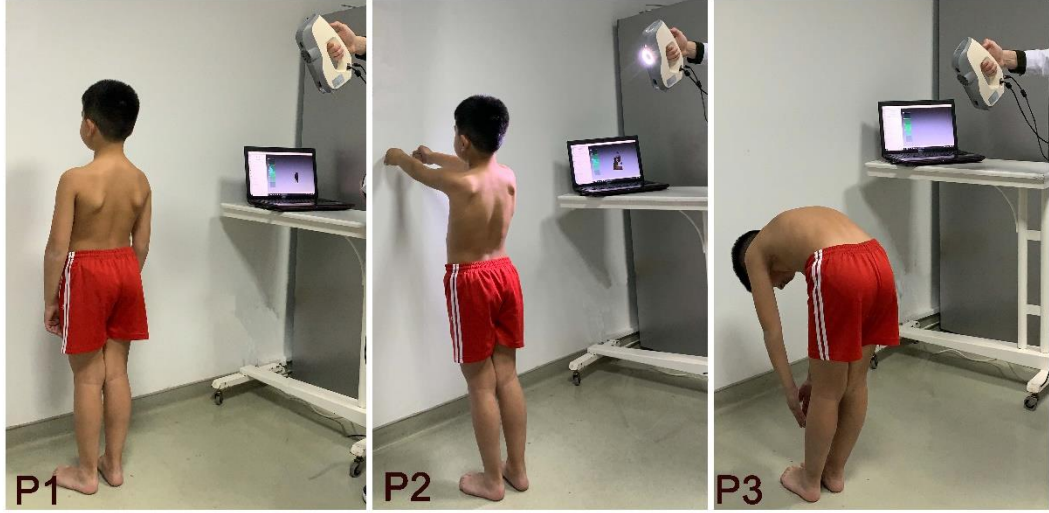
Çalışma prosedürleri hastaların velilerine detaylı bir biçimde anlatıldı ve “Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” doldurtularak onayları alındı. Çalışmamız için Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik onay (onay no: 70904504/290) alındı. Çalışmamız Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından desteklendi (BAP proje no: TYL-2018-4008).

3.1. Üç Boyutlu Sırt Yüzey Taramaları

Çalışmamızda üç boyutlu yüzey tarama cihazı ile üç farklı vücut pozisyonunda hastaların sırt yüzeyleri tarandı.

3.1.1. Tarama Prosedürleri

Bütün hastaların sırt yüzeyleri ışık tabanlı Artec EVA 3B tarayıcı (Artec Group 2013, Luxembourg) cihazı ile tarandı. Tarayıcının üreticisi tarafından verilen çalışma mesafesi 0.4m - 1m arasında olup, üç boyutlu doğruluğu 0.05mm'e kadar ve çözünürlüğü 0.1mm'e kadardır. Ölçüm esnasında hastadan mümkün olduğunca hareket etmemesi istendi. Taramalar; P1: Kollar yanda ayakta durma, P2: Kollar önde ayakta durma ve P3: Öne eğilme pozisyonlarında gerçekleştirildi (Şekil 3.1.). Her bir hasta pozisyonunun taranması ortalama 20 saniyede gerçekleştirildi.



Şekil 3.1. Üç farklı pozisyonda üç boyutlu sırt taraması.
P1; Kollar yanda ayakta durma, P2; kollar önde ayakta durma, P3; öne eğilme pozisyonu.

Tarama tamamlandıktan sonra sırtın üç boyutlu ham görüntüsü bilgisayar aracılığıyla Artec Eva Studio (version 10.1.2.13; Artec Group, Luxembourg) programına aktarıldı (Şekil 3.2. (A)).

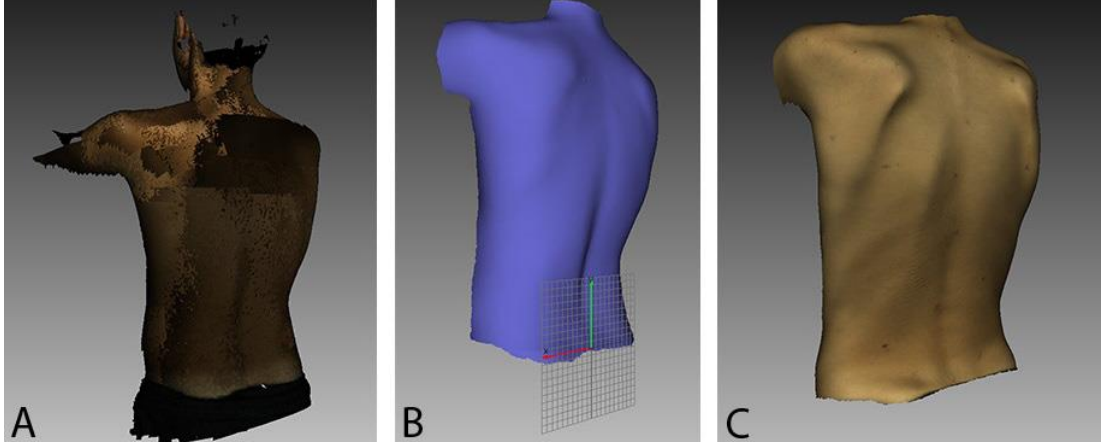
Bilgisayara aktarılan görüntüler her bir hasta için ayrı ayrı klasörlendi.

3.1.2. Taramaların İşlenmesi

Elde edilen üç boyutlu ham görüntülerden asimetri değerlerini elde etmek için Artec Eva Studio yazılımı ile sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulandı.

1. Sırt dışındaki baş, boyun, kollar ve ayaklar gibi vücut bölümleri silindi.
2. Elde edilen sırt yüzeyi üzerinde çekim kaynaklı hatalı yüzeyleri elimine etmek için "Global Registration" işlemi gerçekleştirildi.
3. Hatalı yüzeyler elimine edildikten sonra keskin bir sırt görüntüsü elde etmek için "Sharp Fusion" işlemi gerçekleştirildi.
4. Görüntü yüzeyinin etrafında oluşan küçük objelerin silinmesi için "Small Object Filter" işlemi gerçekleştirildi.
5. Son olarak sırt modelinin net ve pürüzsüz bir görüntüsü elde edilmesi için "Mesh Simplification" işlemi yapıldı. Bu aşamaldan sonra ortaya üç boyutlu sırt görüntüsü elde edilmiş oldu (Şekil 3.2. (B)).

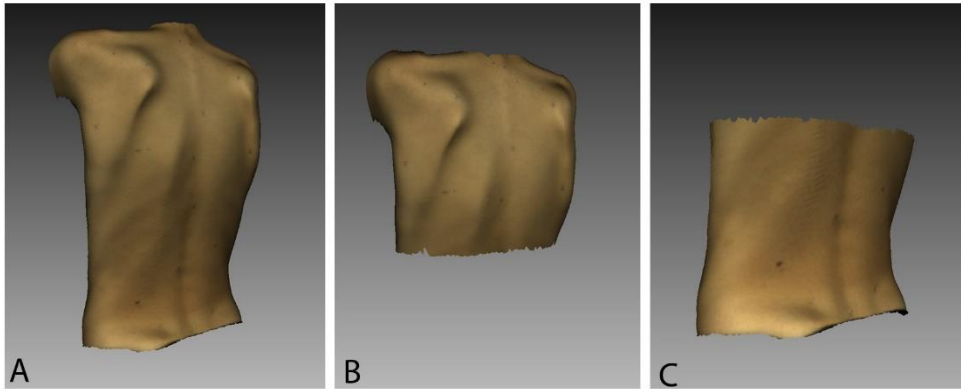
6. Elde edilen üç boyutlu sırt görüntüsü (Şekil 3.2. (B)) ve ham sırt görüntüsü (Şekil 3.2. (A)) yazılım içerisinde üst üste bindirilip "Texture" işleminden geçirilerek üç boyutlu gerçek sırt görüntüsü elde edildi (Şekil 3.2. (C)).



Şekil 3.2. 3B görüntünün işlenmesi

(A) Üç boyutlu tarama ham görüntüsü, (B) Ham görüntünün işlenerek elde edilen üç boyutlu sırt görüntüsü, (C) Texture işlemi sonrasında üç boyutlu sırt görüntüsü

Sırtı (Şekil 3.3. (A)) torakal (Şekil 3.3. (B)) ve lumbal (Şekil 3.3. (C)) bölgelere ayırmak için tarama öncesinde hastanın sırtına cilt işaretleme kalemi ile işaretlenen torakolumbal geçiş vertebra seviyesinden 3B sırt görüntüsü kesildi.



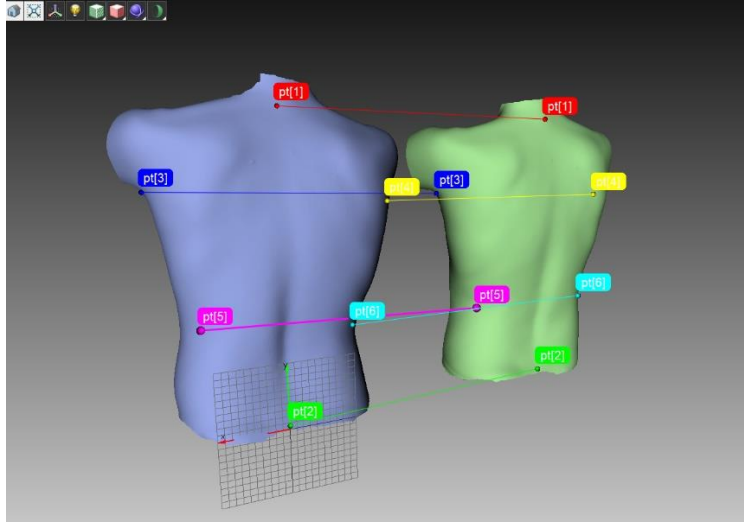
Şekil 3.3. Sırtın bölgelere ayrılması

(A) Bütün sırt yüzeyinin ve eğrilerin apekslerini ve eğri geçişlerini görebilmek için işaretlenen referans noktalarının üç boyutlu görüntü üzerinde gösterilmesi. (B) Torakal bölge üç boyutlu sırt görüntüsü. (C) Lumbal bölge üç boyutlu sırt görüntüsü.

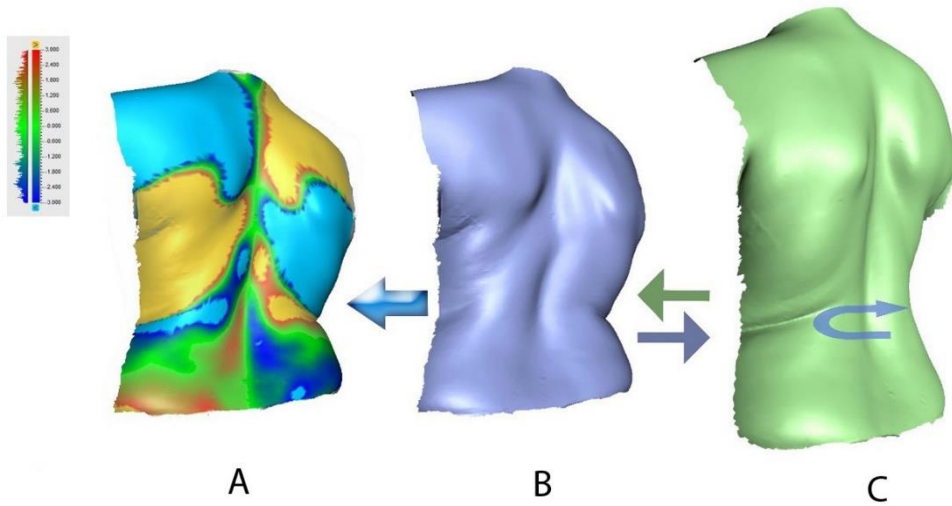
3.1.3. Asimetri Değerlerinin Ölçümü

Sırtın orta hattının sağ ve solundaki yüzeyin asimetri farklarına ulaşabilmek için; elde edilen orijinal sırt görüntülerinden ayna sırt görüntüleri Netfabb Basic (versiyon 6.0.0146, Netfabb GmbH 2013 Lupburg Germany) programı kullanılarak oluşturuldu.

Orijinal sırt görüntüleri, sırt orta hat hizasından yarısı kesildi. Yarım orijinal ve ayna sırt görüntüleri Artec Eva studio programı aracılığıyla aynı hizaya getirilip üst üste bindirilerek aynı koordinat üzerinde olmaları sağlandı (Şekil 3.4.). Böylece gövde asimetrisinin analizi için uygun hale getirildi (Şekil 3.5.).



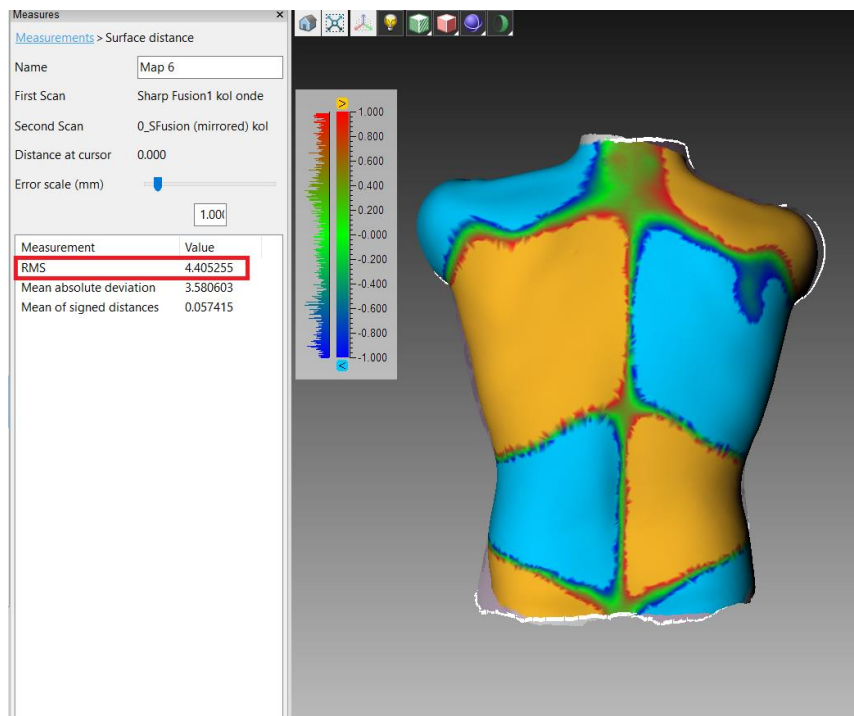
Şekil 3.4. Orijinal ve ayna görüntülerinin üst üste oturtulması
Orijinal görüntü ve Netfabb programı tarafından oluşturulan ayna görüntüsü üzerindeki C7, S1, aksilla katlantıları ve bel oyukları referans noktaları kullanılarak üst üste oturtulması.



Şekil 3.5. Asimetri analizi için renkli yüzey deviasyon haritalarının oluşturulması.
(A) Üst üste bindirilen orijinal ve ayna sırt görüntüsünün, üst üste bindirildikten sonraki hali. (B) orijinal sırt görüntüsü (C) ayna sırt görüntüsü

Orijinal ve ayna sırt görüntüleri üst üste bindirilerek yazılım tarafından asimetri değeri olan RMS (root mean square) hesaplandı (Şekil 3.6.). Üst üste bindirilen iki yüzey arasındaki maksimum ölçüm mesafesi milimetre cinsinden 40 olarak ayarlandı. Böylelikle sırt deformitesinin yüksek olduğu bireylerde orijinal ve ayna

görüntüsü arasındaki mesafenin analizine de olanak sağlandı. Elde edilen RMS değerleri sırtın orta hattına göre sağ ve sol yarım arasındaki asimetriyi kantitatif olarak göstermektedir (Şekil 3.6.). RMS değeri üst üste bindirilen iki sırt yüzeyini oluşturan yaklaşık olarak otuz bin nokta (vertexten) arası mesafenin karekök ortalaması alınarak milimetre cinsinden hesaplandı. Elde edilen düşük RMS değerleri orijinal sırt ve ayna sırt yüzeyinin şekil olarak benzerliğini göstermektedir. İki yüzey eğer birbirinin tamamen aynısı ise bu değerlerin ideal olarak sıfıra yakın olması gerekmektedir. Değerdeki artış iki yüzey arasındaki farklılığı yani asimetri değerindeki artışı göstermektedir.



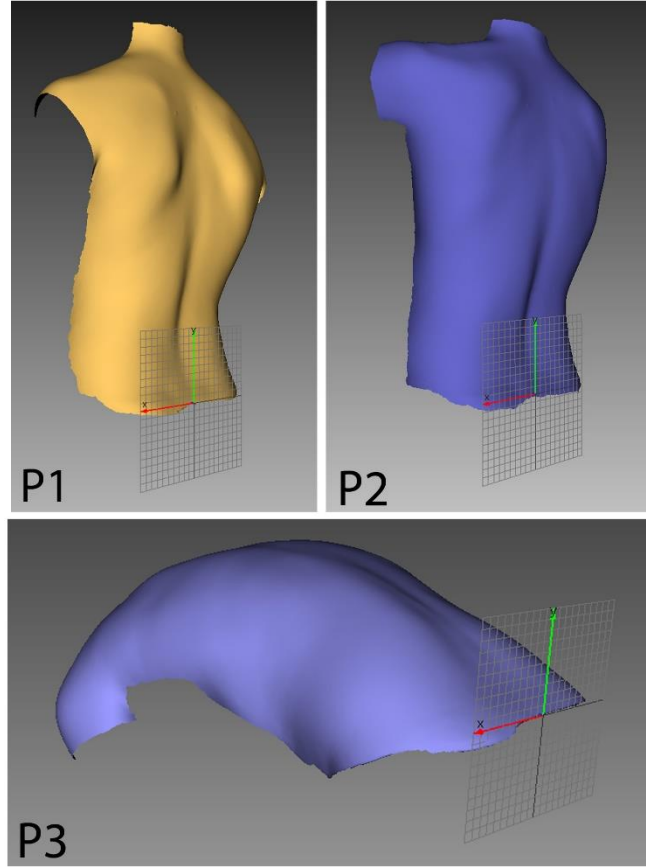
Şekil 3.6. Renkli deviasyon haritası ve sunulan RMS değerleri

Orijinal ve ayna sırt görüntülerinin üst üste bindirilmesiyle oluşturulan deviasyon renk haritası ve ortaya çıkan RMS değeri.

Her bir hastanın bütün sırt, torakal bölge ve lumbal bölge sırt yüzeylerine ait asimetri değerleri ayrı ayrı kaydedildi.

3.2. Posterior Gövde Asimetri İndeksi (POTSI) Ölçümü

Çalışmamızda POTSI değeri üç boyutlu gövde tarama görüntüleri üzerinden Artec Eva Studio yazılımı kullanılarak üç farklı pozisyon için hesaplandı (Şekil 3.7.).



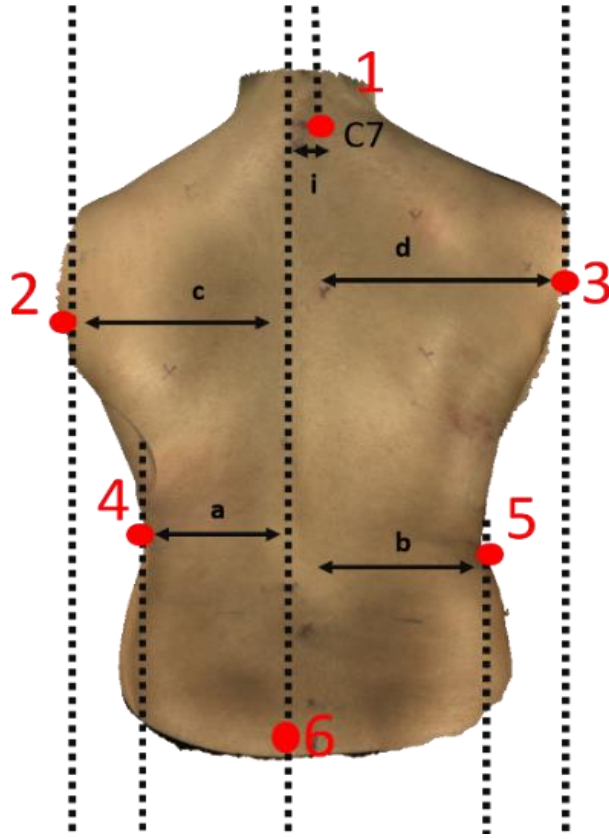
Şekil 3.7. Sırt tarama görüntüleri üzerinden üç farklı hasta pozisyonunda POTSI.
P1; Ayakta durma pozisyonunda, P2; kollar önde ayakta durma, P3; öne eğime pozisyonunda.

POTSI değerinin hesaplanmasında kullanılan referans noktaları hem frontal asimetri indeksleri (FAI) hem de yükseklik asimetri indeksleri (HDI) için yazılım üzerinden manuel olarak işaretlendi (Şekil 3.7.).

Şekil 3.8. ve 3.9’da kullanılan POTSI formülünün parametrelerinin nasıl elde edildiği gösterilmiştir.

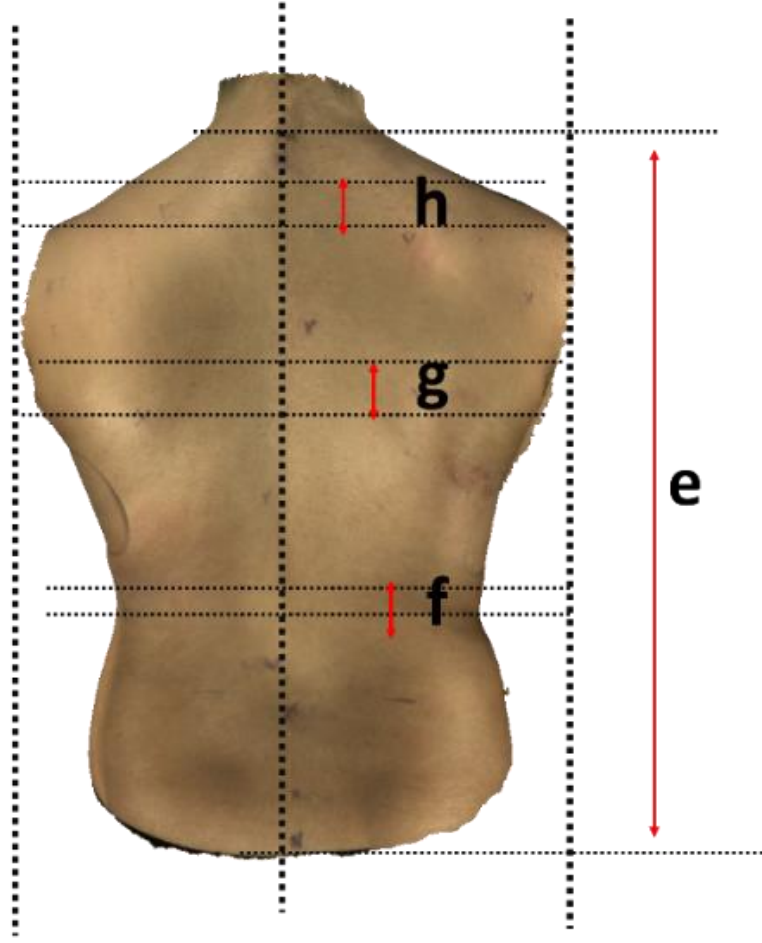
<u>Frontal indeksler</u>	<u>Yükseklik indeksleri</u>
FAI C7: $(i/c+d) \times 100$	HDI Omuz: $(h/e) \times 100$
FAI Aksilla: $(c-d/c+d) \times 100$	HDI Aksilla: $(g/e) \times 100$
FAI Gövde: $(a-b/a+b) \times 100$	HDI Gövde: $(f/e) \times 100$

$$\mathbf{POTSI= FAI C7+ FAI A + FAI T +HDI S+HDI A+ HDI T}$$



Şekil 3.8. Frontal asimetri indeksi

Frontal asimetri indeksi'nin (FAI) içerisinde yer alan FAI-C7 parametresi içerisindeki i değeri; C7 (1) den geçen vertikal çizgi ile S1 (6) vertebradan geçen vertikal çizgi arasındaki uzaklık, c değeri; sol aksilla katlantısı ile sakral 1'den geçen doğru arası uzaklık, d değeri sağ aksilla katlantısından geçen vertikal çizgi ile sakral 1'den geçen vertikal çizgi arasındaki uzaklıktır. FAI-C7; i değerinin, c ve d değerlerinin toplamına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilir. Sağ-sol aksilla katlantılarının frontal plandaki asimetri indeksinin (FAI-A) belirlenmesinde de c ve d değerlerinin farkı ile c ve d değerlerinin toplamlarının birbirine oranlanıp 100 ile çarpılmasıyla bulunmaktadır. Sağ-sol bel oyuklarının en derin noktasının frontal plandaki asimetri indeksinin (FAI-T) belirlenmesinde, a değeri sol bel oyğunun en derin noktasının sakral 1 den geçen vertikal çizgiye olan uzaklığıdır. b değeri ise sağ bel oyğunun en derin noktasının aynı şekilde sakral 1 den geçen vertikal çizgiye uzaklığıdır. FAI-T a ve b değerlerinin farkları ve toplamının oranlarının 100 ile çarpılması ile ulaşılabilir.

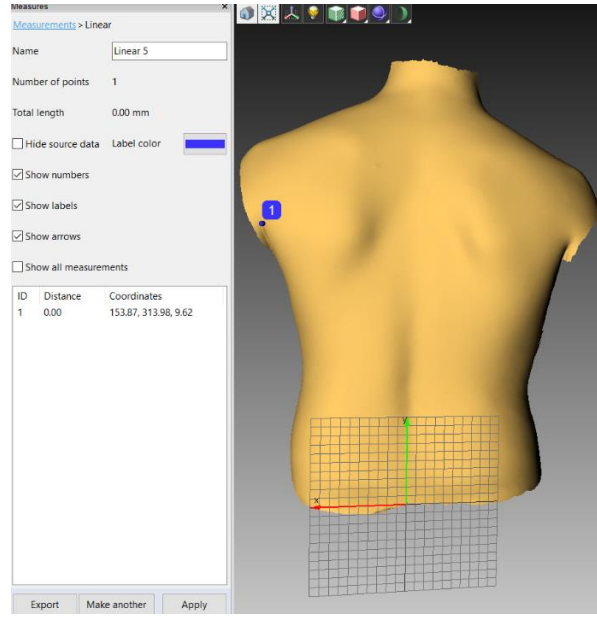


Şekil 3.9. Yükseklik farkı indeksleri

Yükseklik farkı indeksleri (HDI) hesaplanması için gerekli olan parametreler şu şekildedir; HDI-S (omuz yükseklik farklılıkları); h değeri sağ ve sol akromionlardan geçen horizontal doğrular arasındaki uzaklık olarak tanımlanır. E değeri C7 servikal vertebranın spinal çıkıntısı hizasından geçen horizontal çizgi ve S1 den geçen horizontal çizgi arasındaki uzaklıktır. HDI-S; h ve e değerinin birbirine oranının 100 ile çarpılması ile bulunmaktadır. HDI-A (aksillar katlantı yükseklik farklılıkları); g değerinin e değerine oranlanıp 100 ile çarpılması sonucu bulunmaktadır. G değeri sağ ve sol aksillar katlantılardan geçen horizontal doğrular arasındaki uzaklık değeri olarak tanımlanır. HDI-T (Bel oyuklarının yükseklik farkları) elde edilirken f değeri sol ve sağ bel oyuklarından geçen horizontal düzlemler arası yükseklik farkının e değerine oranlanıp 100 ile çarpılması sonucu bulunur.

3.2.1. Koordinat Sisteminin Oluşturulması

Üç boyutlu gövde görüntüsü üzerindeki referans noktalarının uzaydaki konumunun belirlenmesi için koordinat düzleminin orijini sakral 1. vertebra seviyesine yerleştirildi. Koordinat düzlemi içerisinde yer alan eksenlerin gövdeye göre yönleri x eksenini için sağdan sola, y eksenini aşağıdan yukarıya ve z eksenini ise arkadan öne doğru olacak şekilde belirlendi. Sırt görüntüsü üzerinde işaretlenen bir referans noktasının x,y,z koordinatları elde edilmektedir (Şekil 3.10.).



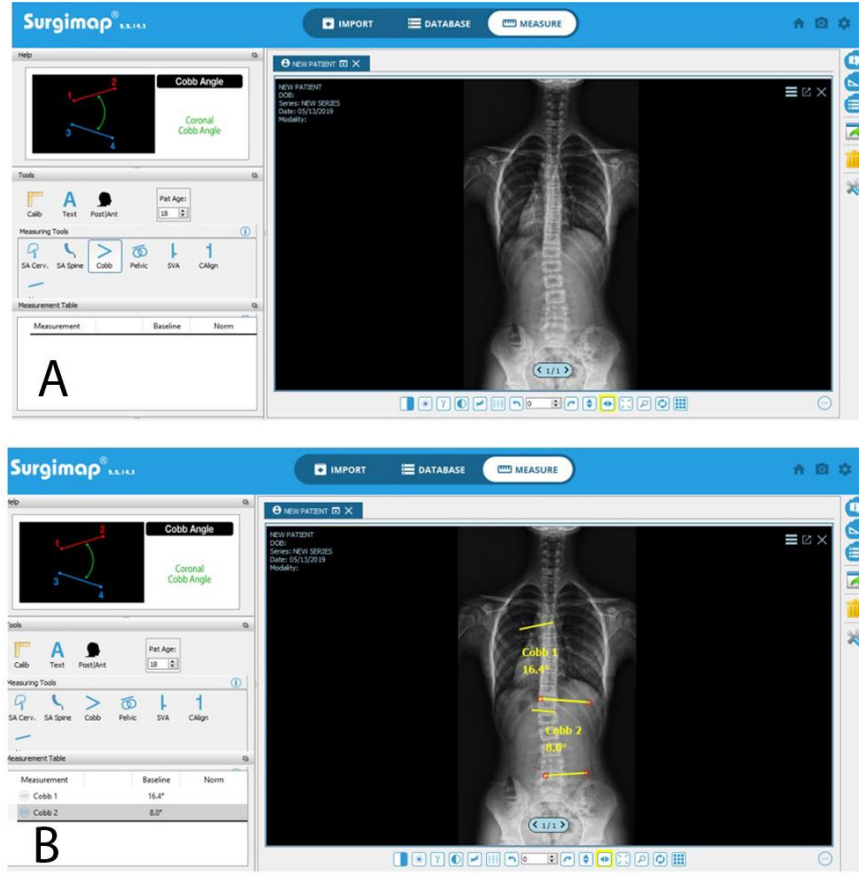
Şekil 3.10. Üç boyutlu koordinat sisteminin konumlandırılması

Artec Eva Studio Software yazılımı üzerinde işaretlenen referans noktalarının üç boyutlu koordinat düzlemindeki konumu.

Frontal asimetri indeksleri (FAI)'nin hesaplanması için; referans noktalarının orta hatta olan uzaklıkları bulundu. X ekseninde orijin'e olan uzaklığı; bu referans noktalarının sakral 1. vertebra'dan geçen vertikal hatta olan uzaklığını göstermektedir. Frontal asimetri indeksleri (FAI)'ni oluşturulan parametreler Microsoft Excel Çalışma Sayfası'na yazılarak formülize edildi. Yükseklik asimetri indeksleri (HDI) içerisinde; referans noktalarının vertikal hatta birbirinden uzaklığını bulmak için şu yöntem izlendi; Her bir referans noktasına ait x,y,z koordinatlarından y ordinatları arasındaki uzaklık olarak belirlendi. Referans noktalarına ait yükseklik farklılıkları Microsoft Excel Çalışma Sayfası'na yazılarak formülize edildi.

3.3. Cobb Açısının Ölçümü

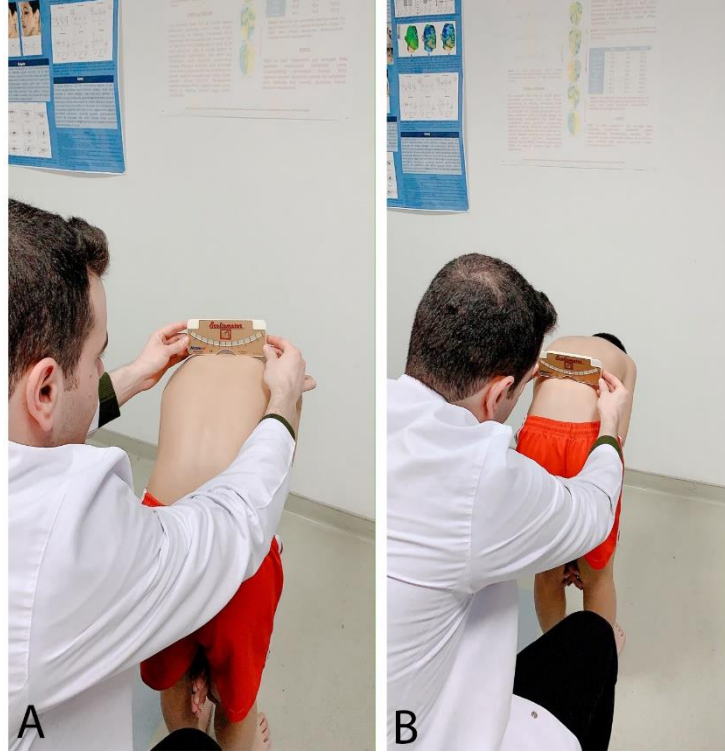
Çalışmamızda Surgimap Spine Software (version 2.2.14.3. Nemaris Inc, New York, USA) programı kullanılarak dijital ortamda radyografi üzerinden Cobb açısı hesaplandı. AP omurga röntgenleri, Toshiba model E7869X (Toshiba Electron Tubes & Devices Co. Ltd., Japonya, Doz; 200 mA, 75 kV, 0.5 s, +0 dens) cihazıyla çekilen hastalardan JPG resim formatında röntgen görüntüleri temin edilip Surgimap Spine Software programına yüklendi (Şekil 3.11.(A)). Yüklenen radyografi görüntüleri üzerinden torakal ve lumbal bölgelerde bulunan her iki eğrinin end vertebraları ile apeks vertebralar belirlendi. Her bir eğriliğin end vertebraları kullanılarak Cobb açısı hesaplandı (Şekil 3.11. (B)).



Şekil 3.11. Program aracılığıyla radyografi üzerinden Cobb açısı ölçümü (A); radyografi görüntülerinin programa yüklenmesi. (B); radyografi görüntüsü üzerinden Cobb açısı hesaplanması.

3.4. Gövde Rotasyonlarının Skolyometre Aracılığıyla Ölçümü

Çalışmamızda Skolyometre (Orthopedic Systems Inc., Mizuho Ikakogyo Co., Ltd., Tokyo, Japan) kullanılarak torakal ve lumbal bölge gövde rotasyonlarının açı değeri ölçüldü. Ölçüm sırasında Adam's öne eğilme testi kullanıldı. Hastanın öne eğilmesi sırasında ölçüm kaynaklı hataların önüne geçmek için mümkün olduğunca hareket etmemesi ve rahat solunum yapması istendi. Skolyometre cihazı torakal (Şekil 3.12. (A)) ve lumbal (Şekil 3.12. (B)) eğriliklerin apeks vertebrasına yerleştirilerek cihazın üzerindeki skala okundu ve rotasyon açısı elde edildi.



Şekil 3.12. Skolyometre ile ölçüm
(A): Torakal bölge skolyometre ölçüm yöntemi, (B) lumbal bölge skolyometre ölçüm yöntemi.

3.5. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için GraphPad Prism, versiyon 6.05 (GraphPad Software Inc, San Diego, CA) yazılımı kullanıldı. Verilerin normal dağılım durumlarına D'Agustino-Pearson testi kullanılarak bakıldı. Taramanın güvenilirliğini belirlemek için sağlıklı bir birey, iki gözlemci tarafından üç farklı pozisyonda beşer kez tarandı. Bir gözlemci taramayı bir hafta sonra tekrar gerçekleştirdi. Her bir pozisyonda beşer kez taranan sırt yüzeyleri on farklı kombinasyon halinde üst üste bindirildi ve RMS değerleri elde edildi. Aynı gözlemcinin elde ettiği RMS değerleri arasındaki korelasyon gözlemci içi, iki farklı gözlemcinin elde ettiği RMS değerleri arasındaki korelasyon ise gözlemciler arası güvenilirlik katsayısı olarak belirlendi. Her bir ölçüm parametreleri birbiriyle karşılaştırılarak korelasyon katsayıları hesaplandı. Bütün veriler, normal dağılıma uyuyorsa Pearson korelasyon katsayısı, normal dağılıma uymuyorsa Spearman korelasyon katsayısı hesaplandı. 0.05'den küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ayrıca tüm verilerin ortalama ve standart sapma değerleri tablo halinde sunuldu.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmaya 42 Adölesan İdiyopatik Skolyoz'lu hasta birey dâhil edildi. Dâhil edilen bireylerin 32'si kız, 10'u erkekti (k:e oranı 3.2:1). Erkek ve kız bireylerin; yaş, boy, kilo ve VKİ (Vücut Kitle İndeksi) parametreleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Hastaların demografik bilgilerinin ortalama değerleri Tablo 4.1.'de özetlenmiştir.

Tablo 4.1. Demografik bilgiler

Demografik bilgiler	Yaş	Boy (cm)	Kilo (kg)	VKİ (boy/kg ²)
32 kız (%76,19)	13.8±2.1	159.1±8.1	51.5±7.7	20.2±1.6
10 erkek (%23,81)	13.7±2.4	166.1±6.8	59.8±8.2	21.6±1.7
Toplam 42 birey	14.1±2.2	160.7±8.3	53.54±8.5	20.5±1.7

4.2. Metodun Güvenilirliğinin Test Edilmesi

Üç boyutlu sırt tarama yöntemimiz, hem gözlemci içinde (r, P1: 0.96, P2: 0.99, P3: 0.93) hem de gözlemciler arasında (r, P1: 0.84, P2: 0.97, P3: 0.96) güçlü korelasyon göstermiştir. En yüksek korelasyon katsayısı, her iki yöntemde de kol önde pozisyonunda tespit edilmiştir. Ayrıca üç farklı pozisyondan elde edilen RMS değerleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Tablo 4.2'de aynı vücut pozisyonuna ait korelasyon katsayıları gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Gözlemci içi ve gözlemciler arası korelasyon değerleri

	Korelasyon katsayısı (r)		
	Ayakta	Kol önde	Öne eğilme
Gözlemci içi	0.96	0.99	0.93
Gözlemciler arası	0.84	0.97	0.96

4.3. Bütün Verilerin İstatistik Sonuçları

POTSI değerlerinde, kol önde (ortalama 23.0) ve öne eğilme (ortalama 19.4) pozisyonları arasında anlamlı fark gözlemlendi ($p<0.05$). Bu anlamlı fark dışında, aynı

sırt bölgesinde farklı vücut pozisyonlarından elde edilen değerler arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Torakal bölgedeki Cobb, skolyometre ve RMS'nin ortalama değerleri lumbal bölgeye göre daha yüksektir. Torakolumbal bölgede, ortalama RMS ve POTSI değerleri kol önde pozisyonunda daha yüksekti. Yöntemimizde kullandığımız bütün ölçüm yöntemlerinin istatistik sonuçları Tablo 4.2.'de özetlenmiştir.

Tablo 4.3. Bütün verilerin istatistik sonuçları

			Min.	%25	Medyan	%75	Maks.	Ortalama	Std. sapma	Std. ortalama hata	95% güven aralığının en alt sınırı	95% güven aralığının en üst sınırı
Cobb	Torakal	Ayakta	3.6	10.1	14.7	21.2	46.4	15.9	7.8	1.2	13.5	18.3
	Lumbal	Ayakta	1.4	9.4	12.5	16.8	37.9	13.4	7.1	1.1	11.2	15.6
RMS	Torakal	Ayakta	1.1	2.2	3.0	5.0	19.9	4.3	3.5	0.5	3.2	5.4
		Kol önde	0.9	2.0	2.8	5.5	14.3	4.2	3.2	0.5	3.2	5.2
		Öne eğilme	1.3	2.3	3.1	4.6	12.4	4.0	2.6	0.4	3.2	4.8
	Lumbal	Ayakta	0.8	1.5	2.4	4.0	9.4	3.0	1.9	0.3	2.4	3.6
		Kol önde	1.2	1.8	2.6	3.8	13.4	3.2	2.2	0.3	2.5	3.9
		Öne eğilme	0.9	1.7	2.8	4.3	8.7	3.3	1.9	0.3	2.7	3.9
	Torako-lumbal	Ayakta	2.0	3.2	4.6	5.9	13.0	5.2	2.7	0.4	4.3	6.0
		Kol önde	2.7	3.4	4.8	6.9	13.3	5.4	2.5	0.4	4.7	6.2
		Öne eğilme	1.8	3.5	4.6	6.5	12.3	5.1	2.3	0.4	4.4	5.8
	POTSI	Torako-lumbal	Ayakta	8.1	13.0	21.1	27.1	48.0	21.5	9.3	1.4	18.6
Kol önde			8.0	15.6	21.6	30.0	55.2	23.0*	9.9	1.5	19.9	26.1
Öne eğilme			4.2	13.5	17.5	23.1	46.3	19.4	9.1	1.4	16.6	22.3
Skolyometre	Torakal	Öne eğilme	2.0	4.0	5.5	8.0	17.0	6.2	2.8	0.4	5.3	7.0
	Lumbal	Öne eğilme	3.0	4.0	5.0	6.0	14.0	5.6	2.4	0.4	4.9	6.4

*Aynı ölçüm metoduyla aynı sırt bölgesinde ölçülen değerlerin öne eğilme vücut pozisyonuna göre anlamlı farklılığını gösterir (p<0.05).

4.4. Korelasyon Sonuçları

RMS ve Cobb değerleri üç farklı pozisyonda da torakal bölgede (r, P1: 0.80, P2: 0.76, P3: 0.71), lumbal bölgeye göre (P1: 0.56, P2: 0.65, P3: 0.63) daha yüksek bir korelasyon göstermiştir. Benzer şekilde RMS ve Skolyometre değerleri arasında öne eğilme pozisyonu hariç, torakal bölgede (r, P1: 0.58, P2: 0.50, P3: 0.41) lumbal bölgeye (r, P1: 0.35, P2: 0.41, P3: 0.59) göre daha yüksek korelasyon tespit edildi. RMS değerleri, Cobb açısı ile en yüksek korelasyonu ayakta durma pozisyonunda torakal bölgede (r=0.80) gösterirken; skolyometre ile öne eğilme pozisyonu lumbal bölgede (r=0.59) göstermiştir. Torakolumbal bölgede, RMS ve POTSİ değerleri arasında ayakta durma (r=0.50) ve öne eğilme (r=0.46) pozisyonlarında anlamlı korelasyon elde edilirken kol önde pozisyonunda korelasyon tespit edilemedi.

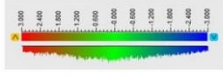
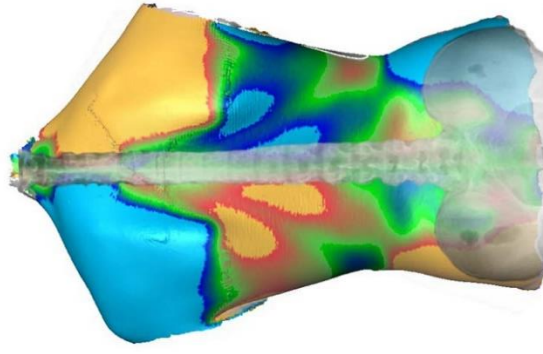
Üç vücut pozisyonu içinde torakolumbal bölgede elde edilen RMS değerleri ile Vücut Kitle İndeksi arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı.

Elde edilen tüm verilerin; torakal, lumbal ve torakolumbal bölgede birbiriyle olan ilişkisi korelasyon katsayısı olarak Tablo 4.4.'te özetlenmiştir.

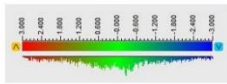
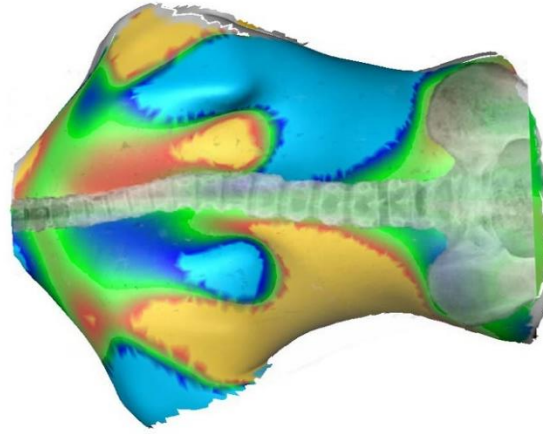
Tablo 4.4. Bütün verilerin birbirleriyle olan korelasyonu

				Korelasyon katsayısı (r)		
				Ayakta	Kol önde	Öne eğilme
Torakal bölge	Cobb	vs	RMS	0.80	0.76	0.71
	RMS (ayakta)	vs	RMS	1.00	0.90	0.79
	RMS (kol önde)	vs	RMS	0.90	1.00	0.76
	Skolyometre	vs	RMS	0.58	0.50	0.41
	Skolyometre	vs	Cobb	0.72	-	-
Lumbal bölge	Cobb	vs	RMS	0.56	0.65	0.63
	RMS (ayakta)	vs	RMS	1.00	0.71	0.61
	RMS (kol önde)	vs	RMS	0.71	1.00	0.47
	Skolyometre	vs	RMS	0.35	0.41	0.59
	Skolyometre	vs	Cobb	0.70	-	-
Torakolumbal bölge	RMS (ayakta)	vs	RMS	1.00	0.76	0.76
	RMS (kol önde)	vs	RMS	0.76	1.00	0.66
	RMS (ayakta)	vs	POTSI	0.50	0.22	0.29
	RMS (kol önde)	vs	POTSI	0.25	0.21	0.26
	RMS (öne eğilme)	vs	POTSI	0.36	0.10	0.46
	RMS	vs	VKİ	0.03	-0.05	0.08

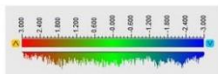
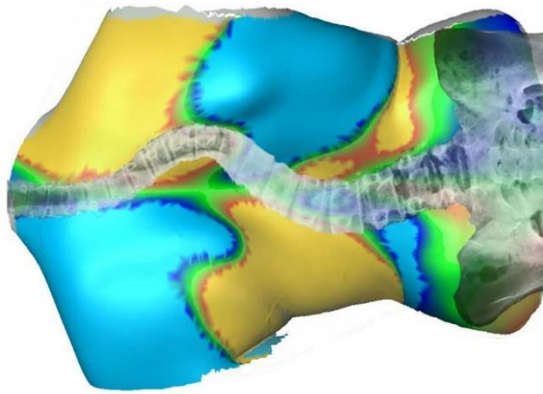
Şekil 4.1.'de üç farklı hastaya ait deviasyon renk haritası ve radyografi görüntülerinin görsel olarak birbiriyle olan ilişkisi gösterilmiştir. Ayrıca bu hastaların RMS, POTSI, Cobb ve Skolyometre değerleri de gösterilmiştir.



T-RMS= 2.9 L-RMS= 1.3 TL-RMS= 5.2
T-Cobb= 8.1 L-Cobb= 5.6 POTSI= 24.6
T-Scmet= 6 L-Scmet=4



T-RMS = 7.8 L-RMS = 2.7 TL-RMS = 7.3
T-Cobb = 26.1 L-Cobb = 16.1 POTSI = 28.3
T-Scmet = 6 L-Scmet = 6



T-RMS = 19.9 L-RMS = 5.2 TL-RMS = 11.6
T-Cobb = 46.6 L-Cobb = 37.9 POTSI = 37.3
T-Scmet = 17 L-Scmet = 14

Şekil 4.1. Üç farklı hastaya ait renkli deviasyon haritası üzerine yerleştirilmiş, radyografi görüntüleri ve ölçüm sonuçları

5. TARTIŞMA

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar kullandığımız 3B tarama yönteminin skolyoz'un şiddetini kantitatif olarak belirleyebildiğini göstermektedir. Ayrıca sonuçlarımız metodumuzun klinikte skolyoz'un tespit ve takibinde kullanılan Cobb, Skolyometre ve POTSI ölçümleriyle korele olduğunu işaret etmektedir.

Çalışmamıza dâhil edilen AIS'lı 42 hastanın cinsiyete göre dağılımında önemli farklılık vardı (32 kız, 10 erkek). Literatür incelendiğinde AIS'ın farklı eğri derecelerinde, kızlarda erkeklere oranla 1.5-11 kat daha fazla ortaya çıktığı bildirilmiştir (Ueno ve ark., 2011). Ülkemizde yapılan çalışmalarda ise kız erkek oranını Yılmaz ve ark. 4.2:1 (T. Yılmaz ve ark., 2016), Uğraş ve ark 2.5:1 (Ugras ve ark., 2010) ve 2020 yılında yapılan güncel bir çalışmada da Yılmaz ve ark. 2.12:1 olarak belirlemişlerdir (H. Yılmaz ve ark., 2020). Çalışmamıza dâhil edilen kız hasta oranının daha fazla olması literatürdeki bu oranla açıklanabilir.

5.1. Kullanılan Metodolojinin Güvenilirliği

Çalışmamızda üç boyutlu sırt tarama yöntemi, üç pozisyonda da gözlemci içi (P1: 0.96 P2: 0.99 P3: 0.93) ve gözlemciler arasında (P1: 0.84 P2: 0.97 P3: 0.96) yüksek korelasyon göstermiştir. Gözlemci içi ve gözlemciler arası elde edilen ölçümler arasındaki yüksek korelasyon katsayısı ve üç farklı pozisyondan elde edilen RMS değerlerinin arasında anlamlı fark olmaması yöntemimizin güvenilirliğinin bir işaretidir. Yöntemimiz ve skolyoz değerlendirmesinde kullanılan geleneksel yöntemler arasındaki korelasyon da bu güvenilirliğin başka bir göstergesi olarak düşünülebilir. Yöntemimizin en önemli avantajı non-invaziv olmasıdır. Bu sayede, görüntüleme herhangi bir kısıtlama olmaksızın istenilen zaman ve sıklıkta gerçekleştirilebilmektedir. Yöntemimiz sırt yüzeyini, birkaç spesifik noktayı kullanarak analiz eden yöntemlerin aksine, yaklaşık otuz bin noktanın (vertex) analizi ile değerlendirmektedir. Böylece omurga deformitesinin sırt yüzeyinde meydana getirdiği etkiler daha kesin ve ayrıntılı bir şekilde belirlenebilmektedir. Yöntemimizin laboratuvar koşullarına ihtiyaç duymaması, yatan hastalarda ve poliklinikte kullanım fırsatı sağlamaktadır. Cihazın sağladığı başka bir kolaylık ise hastanın istenen vücut pozisyonunda kolayca görüntülenebilmesidir. Bir başka deyişle, kullandığımız cihazın herhangi bir yere montajı gerekmediğinden farklı vücut pozisyonlarının görüntülenmesine kolaylıkla uyum sağlar.

Kullandığımız yazılım elde edilen görüntüleri bölümlere ayırarak bölgesel analize imkan tanımaktadır. Cihaz tarama esnasında yüzey morfolojisi ile birlikte yüzey dokusunu da kaydettiğinden tarama öncesinde cilde işaretlenen end vertebra ve eğri apeksinin iz düşümleri 3B kayıta da görülebilmektedir. Böylelikle segmentasyon yüksek doğrulukta yapılabilmektedir.

Sırt deformitelerinin ölçülmesinde farklı parametreler kullanılmaktadır. Bu parametreler uzaklık, açı ölçümleri (Ajemba ve ark., 2009; Patias ve ark., 2010) ve geometrik analizlerdir (Jaremko ve ark., 2002). Bu ölçümlerde sağ ve sol taraflar arasındaki fark orta hatta göre değerlendirilmektedir. Ancak skolyoz'un bir sonucu olarak sırt orta hattında da sapma meydana gelmektedir. Bu nedenle, çalışmamızda sırt asimetrisi orta hatta göre yapılan ölçümler yerine sırtın ayna görüntüsü kullanılarak belirlenmiştir. POTSI ve üç boyutlu analiz arasında bulduğumuz düşük korelasyon, POTSI'nin orta hatta göre hesaplamasına bağlı olabilir.

Skolyoz'a bağlı olarak ortaya çıkan asimetrilerin oluşumuna vücut yağ oranı, postür ve toraks deformitesi gibi birçok faktör de etki eder (Goldberg ve ark., 2001; Ajemba ve ark., 2008). Bu nedenle yöntemimizin en önemli limitasyonu, sadece omurga eğriliğinden dolayı oluşan değişimi değil, bahsedilen diğer faktörlerin de etkisi ile oluşan yüzey deformitesini analiz etmesidir. Vücut kitle indeksi ile ölçüm yöntemlerimiz arasında anlamlı bir korelasyon bulamamış olsak da, ileride yapılacak çalışmalarda yüksek vücut kitle indeksi olan skolyoz hastalarında kapsamlı olarak analiz yapılmalıdır. 3B sırt taramasının diğer bir önemli limitasyonu ise nispeten uzun görüntüleme süresidir. 3B tarayıcı ile görüntüleme yaklaşık yirmi saniye sürerken, radyografi ve fotoğraflamada milisaniye, skolyometre ölçümlerinde ise birkaç saniye sürmektedir. Hasta hareketlerinden kaynaklanan artefaktların sebebi de uzun olan görüntüleme süresidir. 3B yönteminin bir başka dezavantajı daha uzun süren görüntü işlenmesidir. Bu işlem kısa sürede öğrenilebilmesine rağmen, diğer yöntemlere göre daha fazla zaman ve deneyimli gözlemciler gerektirmektedir.

5.2. RMS ve Cobb Açısı Arasındaki İlişki

Çalışmamızda, RMS değeri ile Cobb açısı arasında torakal bölgede her üç vücut pozisyonunda (P1: 0.80, P2: 0.76 ve P3: 0.71) lumbal bölgeye (P1: 0.56, P2: 0.65, P3: 0,63) göre daha yüksek korelasyon tespit ettik. Knott ve ark. (Knott ve ark., 2016) tarafından yapılan bir çalışma da Formetric 4D Görüntüleme sistemi

kullanılarak elde edilen üç boyutlu sırt görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen üç boyutlu sırt görüntüsü üzerinden Cobb açısı ve radyografi üzerinden Cobb açısı hesaplanmıştır. Hesaplanan Cobb açıları arasında torakal bölgede güçlü ($r=0.7$) ve lumbal bölgede orta derece ($r=0.5$) korelasyon bulunmuştur. Benzer şekilde, Frerich ve ark. (Frerich ve ark., 2012) tarafından yapılan çalışmada yüzey topografisinden ve radyografi üzerinden hesaplanan Cobb açıları arasında torakal ($r=0.87$) ve lumbal bölgede ($r=0.75$) güçlü korelasyon bulunmuştur. Fortin ve ark (Fortin ve ark., 2010) tarafından yapılan çalışmada da radyografi görüntüsü ve üç boyutlu sırt tarama görüntüsü üzerinden hesaplanan açı karşılaştırıldığında torakal bölge de ($r=0.83$) güçlü, lumbal bölgede ($r=0.56$) orta derece korelasyon bulunmuştur.

Yüzey taramasının getirdiği önemli bir yenilik oluşturulabilen renkli yüzey haritalarıdır. Bu haritalar sayesinde sırt bölgesindeki skolyoz kaynaklı deformasyonun yeri hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Skolyoz deformitesi takibini deviasyon renk haritası aracılığıyla yaptıkları bir çalışmada Komeili ve ark. (Komeili ve ark., 2014) skolyoz hastalarını deviasyon renk haritalarına göre sınıflandırıp bir yıl sonraki takipte de sınıfının aynı kaldığını bulmuşlardır ve deviasyon renk haritasının omurga deformite takibinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. RMS değeri ile deviasyon renk haritasını kullanarak sırt yüzeyi ve omurga eğriliği hakkında bilgi edinmeyi amaçlayan çalışmada Komeili ve ark. Cobb açısı ve RMS değerlerini kullanarak omurga eğrisi sınıflandırma sistemi oluşturup, bu sınıflandırmanın doğruluğunu araştırmak istemişlerdir (Komeili ve ark., 2015). Yine bu çalışmada deviasyon renk haritası üzerinden renk yoğunluklarına göre; eğrinin yönleri, sayısı ve lokalizasyonu tahmin edilmiştir. Çalışmada eğrilerin yönleri ve sayıları tüm hastalarda doğru bir şekilde tahmin edilirken, apikal vertebra yerinin doğruluğu; radyografik görüntü ile torakal bölge için $R^2=0.89$ ve lumbal bölge içinse $R^2=0.58$ oranında korele olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmacılar Cobb ve RMS değerlerini kullanarak eğri şiddetini belirlemeye yarayan sınıflandırma sistemi geliştirmişlerdir. Bu sınıflandırma sisteminde eğri şiddetini Cobb açısına ve RMS değerine göre düşük, orta ve ciddi seviyelerde sınıflama esasına dayanmaktadır. Bu sınıflandırma sisteminde RMS üzerinden eğri şiddetini tahmin etme torakal bölge eğriler için %73, lumbal bölge %59 doğrulukla sonuç vermiştir.

Literatür incelendiğinde farklı vücut pozisyonlarında sırt yüzey taraması yapılan çalışmalar kısıtlı sayıdadır. Sudo ve ark. (Sudo ve ark., 2018) tarafından tek ve çift eğriliği olan hastaların dâhil edildiği çalışmada sadece öne eğilme pozisyonunda bütün sırt taranmıştır ve kullandıkları sistem aracılığıyla bütün sırtın asimetri indeksi milimetre cinsinden hesaplamışlardır. Cobb açısı ve asimetri indeksi arasında korelasyon belirlemişlerdir ($r=0.88$). Çalışmamızda ise hastalarımızın tamamı çift eğriliğe sahip olduğundan torakal ve lumbal bölge için eğrilikler ayrı ayrı hesaplandı ve öne eğilme pozisyonunda torakal bölgede $r=0.71$ ($p<0.0001$) lumbal bölgede ise $r=0.63$ ($p<0.05$) değerinde korelasyon elde edilmiştir.

Bütün bu veriler bizim çalışmamızın sonuçlarıyla karşılaştırıldığında torakal bölgede lumbal bölgeye göre tespit ettiğimiz yüksek korelasyon değerlerinin literatürle desteklendiği görülmektedir. Buna ek olarak bizim çalışmamız farklı vücut pozisyonları için de bu veriyi desteklemektedir.

5.3. RMS ve Skolyometre Değerleri Arasındaki İlişki

Çalışmamızda 3B tarama tekniği ile Skolyometre arasında torakal (P1: 0.58, P2: 0.5, P3: 0.41) ve lumbal (P1: 0.35, P2: 0.41, P3: 0.59) bölgede tespit edilen korelasyon değerlerinin Cobb ve RMS arasında elde edilen değerlerden daha düşük olduğunu belirledik. Literatür incelendiğinde her ne kadar çalışmamızda kullandığımız tarayıcı ile skolyometreyi karşılaştıran çalışmalar bulunmasa da benzer prensiple sırt bölgesinin üç boyutlu analizini yapan yöntemleri skolyometre ile karşılaştıran çalışmalar bulunmaktadır. Hackenberg ve ark. (Hackenberg ve ark., 2006) tarafından yapılan çalışmada skolyometre ile rastersterografi yöntemi ile ölçülen değerler arasında düşük korelasyon ($R^2=0.35$) olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamıza benzer şekilde Skolyometre ile 3B değerlendirme metodu arasındaki düşük uyumluluğu işaret etmektedir. Buna karşın Chowanskak ve ark (J. Chowanska, Kotwicki, Rosadzinski, ve ark., 2012) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen %64.5 duyarlılık ve %77.4 özgüllük değerleri ise skolyometre ile üç boyutlu ölçüm arasında yüksek uyumluluğu göstermektedir. Ancak çalışmamızın Chowanskak ve ark. çalışmalarına göre üstünlüğü kullandığımız 3B yönteminin Cobb açısı değerleri ile yüksek uyumluluğunun tespit edilmiş olmasıdır. Chowanskak ve ark.'nın çalışmalarında Cobb açısı ölçümü gerçekleştirilmemişlerdir. Görüldüğü üzere konu üzerinde daha kapsamlı çalışmalar yapılma gerekliliği ortadadır.

5.4. RMS ve POTSI Değerleri Arasındaki İlişki

Çalışmamızda POTSI indeksi üç farklı vücut pozisyonunda üç boyutlu sırt görüntüsü üzerinden hesaplanarak RMS asimetri değerleriyle karşılaştırıldı. POTSI ile RMS arasında sadece ayakta durmada ($r=0.5$ $p<0.05$) ve öne eğilme ($r=0.46$ $p<0.5$) pozisyonları sırasında anlamlı korelasyon tespit edildi. Literatürde üç farklı pozisyonda asimetri değerleri ve POTSI arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Ancak Chowańska ve ark. (Chowanska, Kotwicki, & Rosadzinski, 2012) yaptığı bir çalışma da oturmada öne eğilme ve ayakta durma sırasında POTSI değerini üç boyutlu sırt modeli üzerinden hesaplanmıştır. Bu iki pozisyon arasındaki POTSI değerleri arasında anlamlı fark bulmuşlardır. Çalışmamızda ise kol önde ve öne eğilme pozisyonunun POTSI değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$).

5.5. Cobb Açısı ve Skolyometre Değerleri Arasındaki İlişki

Cobb açısı ile skolyometre ölçümleri arasında hem torakal bölge ($r=0.719$ $p<0.05$), hem de lumbal bölgede ($r=0.697$ $p<0.05$) korelasyon bulunmuştur. Literatürde bu iki metodun birbiriyle olan ilişkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesinde; Korovessis ve ark. (Korovessis ve Stamatakis, 1996) hem torakal ($p=0.0254$) hem de lumbal bölge de ($p=0.0015$) Cobb açısı ve skolyometre değerlerinde korelasyon bulunmuştur. Ancak korelasyonun r değerleri çalışmada belirtilmemiştir. Aynı şekilde Samuelson ve ark. (Samuelsson ve Noren, 1997) tarafından çift eğriliğe sahip adölesan idiyopatik skolyoz'lu hastalarda yapılan çalışmada torakal ($r = 0.65$, $p<0.05$) ve lumbal bölgede ($r=0.56$ $p<0.05$) korelasyon bulunmuştur. Sapkas ve ark. (Sapkas ve ark., 2003) tarafından AIS'lı hastalarda yapılan çalışmada ise torakal eğriler için Cobb açısı ve skolyometre değerleri arasında önemli korelasyon bulurken ($r=0.68$, $p <0.01$), lumbal eğrilerde ise korelasyon bulamamışlardır ($r=0.21$). Aynı şekilde Griffet ve ark. (Griffet ve ark., 2000) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da torakal bölge de ($r=0.67$) korelasyon bulunurken lumbal bölgede ($r=0.2$) korelasyon bulunamamıştır. Çalışmamızda Cobb ve skolyometre değerleri arasında bulduğumuz korelasyon literatürdeki diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir.

5.6. POTSI Metodunun Cobb Açısı ve Skolyometre Değerleri İle İlişkisi

Çalışmamızda, POTSI değerleri üç boyutlu sırt görüntüleri üzerinden hesaplandı. Literatürde üç boyutlu sırt görüntüleri üzerinden POTSI hesaplanmasının güvenilirliğini sağlıklı bireylerin dâhil edilerek araştırıldığı bir çalışmada (X. C. Liu ve ark., 2013) gözlemci içi ($r=0.56$) ve gözlemciler arasında ($r=0.51$) anlamlı korelasyon bulunmuştur. Tek omurga eğrisi olan hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada (Minguez ve ark., 2007) POTSI indeksi ile Cobb açısı ($r=0.668$) arasında korelasyon bulunmuştur. Hem çift hem de tek eğriliğe sahip hastaların dâhil edildiği Pino – Almero ve ark. (Pino-Almero ve ark., 2017) tarafından yapılan bir çalışmada da Cobb açısı ile POTSI değerleri arasında ($r=0.629$, $p<0.001$) korelasyon bulunmuştur. Aynı gözlemcilerin aynı metotla çift ve tek eğrilikleri olan skolyoz'lu hastaları dâhil ettikleri başka bir çalışmada (Pino-Almero ve ark., 2016) Cobb açısı ve POTSI indeksleri arasında ($r=0.753$, $p <0.05$) korelasyon bulunmuştur.

Çalışmamızda torakal (P1: 0.39, P2: 0.26, P3: 0.33) ve lumbal (P1: 0.14, P2: 0.17, P3: 0.31) bölgede Cobb ve POTSI değerleri arasında düşük korelasyon değerleri tespit ettik. Benzer şekilde torakal (P1: 0.25, P2: 0.15, P3: 0.03) ve lumbal (P1: -0.004, P2: -0.0061, P3: 0.28) bölgede Skolyometre ve POTSI değerleri arasında da düşük korelasyon değerleri belirledik. Ayrıca torakolumbal ölçümde de (P1: 0.50, P2: 0.21, P3: 0.46) POTSI ve RMS değerleri arasında nispeten daha yüksek ilişkiye rastladık. Bütün bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde gerek 3B, gerek skolyometre, gerekse Cobb metotları torakal ve lumbal bölgeyi ayrı ayrı analiz imkânı sağlarken POTSI metodu ile ancak tüm sırtın bölgelere ayırmaksızın analizi mümkündür. Çalışmamızda POTSI değerlerinin literatürdeki çalışmalara göre daha düşük korelasyon değerine sahip olması çalışmamızda sadece çift eğriliğe sahip hastaların analiz edilmiş olmasıyla açıklanabilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Skolyoz takibinde omurga deformitesinin radyografi ile görüntülenmesi tekniği, geçtiğimiz 70 yıl içerisinde altın standart olarak kullanılmaktadır (Oakley ve ark., 2019). Skolyoz Ortopedik ve Rehabilitasyon Tedavisi Topluluğu AIS'lı hastalarda omurga deformitesinin takibi için yaş ve iskelet durumuna göre her 6-12 ayda bir radyografi çekilmesi önermektedir. Ancak bunun yanında bu topluluğun vardığı görüş birliği; röntgenin önemli tanı ve takip aracı olmasına rağmen gelişme çağındaki çocukların x ışınlarına maruziyetinin en aza indirilmesi gerektiği yönündedir (Knott ve ark., 2014). Üç boyutlu yüzey tarayıcıları ışık tabanlı olmaları ve standart radyografiler gibi radyasyon yaymamaları sebebiyle avantaj sağlamaktadır.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar kullandığımız üç boyutlu tarayıcı ve Cobb açısı sonuçları arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermiştir. Üç boyutlu yüzey asimetrisinin Cobb'la gösterdiği bu korelasyon sebebiyle, skolyoz takibinde üç boyutlu yüzey tarayıcılarının alternatif bir yol olabileceği düşüncesindeyiz. Kullandığımız üç boyutlu yüzey tarayıcısının hafif ve elde kullanılabilir olması dolayısıyla laboratuvar koşullarına ihtiyaç duyulmaması yöntemimizin skolyoz takibinde hız kazandırabileceğini düşünmekteyiz.

Cobb açısının cerrahi olarak azaltılması ile hastaların memnuniyeti arasındaki ilişki oldukça düşüktür (D'Andrea ve ark., 2000; Koch ve ark., 2001; Wilson ve ark., 2002). Bu nedenle, tüm sırt yüzeyini bütüncül bir yaklaşımla analiz eden yöntemlere ihtiyaç vardır. Değerlendirme yöntemleri arasında tam bir benzerlik beklemek gerçekçi değildir çünkü her yöntem deformitenin farklı yönlerini analiz etmektedir. Sonuç olarak, skolyoz'a bağlı deformiteyi incelemek için kombin bir yöntem ihtiyacı vardır. Sonuçlarımız, 3B yüzey taramasının bu yöntemlerden birtanesi olabileceğini göstermektedir. Sonuçlarımızın geçerliliği, farklı şiddetteki omurga deformitesine sahip hastaların oluşturduğu daha geniş hasta gruplarında test edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Adair, I. V., Van Wijk, M. C., & Armstrong, G. W. Moire topography in scoliosis screening. *Clin Orthop Relat Res.* 1977; (129): 165-171.
- Ajemba, P. O., Durdle, N. G., Hill, D. L., & Raso, V. J. Validating an imaging and analysis system for assessing torso deformities. *Computers in Biology and Medicine.* 2008; 38 (3): 294-303.
- Ajemba, P. O., Durdle, N. G., & Raso, V. J. Characterizing torso shape deformity in scoliosis using structured splines models. *Ieee Transactions on Biomedical Engineering.* 2009; 56 (6): 1652-1662.
- Altaf, F., Drinkwater, J., Phan, K., & Cree, A. K. Systematic review of school scoliosis screening. *Spine Deform.* 2017; 5 (5): 303-309.
- Altaf, F., Gibson, A., Dannawi, Z., & Noordeen, H. Adolescent idiopathic scoliosis. *BMJ.* 2013; 346: f2508.
- Arlet, V., Odent, T., & Aebi, M. Congenital scoliosis. *Eur Spine J.* 2003; 12 (5): 456-463.
- Beals, R. K. Nosologic and genetic aspects of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1973; (93): 23-32.
- Berven, S., & Bradford, D. S. Neuromuscular scoliosis: Causes of deformity and principles for evaluation and management. *Semin Neurol.* 2002; 22 (2): 167-178.
- Bunnell, W. P. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg Am.* 1984; 66 (9): 1381-1387.
- Burwell, R. G. Aetiology of idiopathic scoliosis: Current concepts. *Pediatr Rehabil.* 2003; 6 (3-4): 137-170.
- Burwell, R. G., Aujla, R. K., Freeman, B. J., Dangerfield, P. H., Cole, A. A., Kirby, A. S., . . . Moulton, A. Patterns of extra-spinal left-right skeletal asymmetries in adolescent girls with lower spine scoliosis: Relative lengthening of the ilium on the

curve concavity & of right lower limb segments. *Stud Health Technol Inform.* 2006; 123: 57-65.

Chen, Z., Qiu, Y., Ma, W., Qian, B., & Zhu, Z. Comparison of somatosensory evoked potentials between adolescent idiopathic scoliosis and congenital scoliosis without neural axis abnormalities. *Spine J.* 2014; 14 (7): 1095-1098.

Cheng, J. C., Castelein, R. M., Chu, W. C., Danielsson, A. J., Dobbs, M. B., Grivas, T. B., . . . Burwell, R. G. Adolescent idiopathic scoliosis. *Nature Reviews Disease Primers.* 2015; 1.

Cheng, J. C., Qin, L., Cheung, C. S., Sher, A. H., Lee, K. M., Ng, S. W., & Guo, X. Generalized low areal and volumetric bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Miner Res.* 2000; 15 (8): 1587-1595.

Chowanska, J., Kotwicki, T., & Rosadzinski, K. Comparison of standing and sitting position used in surface topography trunk assessment. *Postępy Nauk Medycznych.* 2012.

Chowanska, J., Kotwicki, T., Rosadzinski, K., & Sliwinski, Z. School screening for scoliosis: Can surface topography replace examination with scoliometer? *Scoliosis.* 2012; 7 (1): 9.

Chu, W. C., Man, G. C., Lam, W. W., Yeung, B. H., Chau, W. W., Ng, B. K., . . . Cheng, J. C. A detailed morphologic and functional magnetic resonance imaging study of the craniocervical junction in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2007; 32 (15): 1667-1674.

Coelho, D. M., Bonagamba, G. H., & Oliveira, A. S. Scoliometer measurements of patients with idiopathic scoliosis. *Braz J Phys Ther.* 2013; 17 (2): 179-184.

Coillard, C., Circo, A. B., & Rivard, C. H. Spinecor treatment for juvenile idiopathic scoliosis: Sosort award 2010 winner. *Scoliosis.* 2010; 5: 25.

Cowell, H. R., Hall, J. N., & MacEwen, G. D. Genetic aspects of idiopathic scoliosis. A nicholas andry award essay, 1970. *Clin Orthop Relat Res.* 1972; 86: 121-131.

- Czeizel, A., Bellyei, A., Barta, O., Magda, T., & Molnar, L. Genetics of adolescent idiopathic scoliosis. *J Med Genet.* 1978; 15 (6): 424-427.
- D'Andrea, L. P., Betz, R. R., Lenke, L. G., Clements, D. H., Lowe, T. G., Merola, A., . . . McGlothlen, S. Do radiographic parameters correlate with clinical outcomes in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine.* 2000; 25 (14): 1795-1802.
- De George, F. V., & Fisher, R. L. Idiopathic scoliosis: Genetic and environmental aspects. *J Med Genet.* 1967; 4 (4): 251-257.
- Fong, D. Y., Lee, C. F., Cheung, K. M., Cheng, J. C., Ng, B. K., Lam, T. P., . . . Luk, K. D. A meta-analysis of the clinical effectiveness of school scoliosis screening. *Spine.* 2010; 35 (10): 1061-1071.
- Fortin, C., Feldman, D. E., Cheriet, F., & Labelle, H. Validity of a quantitative clinical measurement tool of trunk posture in idiopathic scoliosis. *Spine.* 2010; 35 (19): E988-994.
- Frerich, J. M., Hertzler, K., Knott, P., & Mardjetko, S. Comparison of radiographic and surface topography measurements in adolescents with idiopathic scoliosis. *Open Orthop J.* 2012; 6: 261-265.
- Garland, H. G. Hereditary scoliosis. *Br Med J.* 1934; 1 (3816): 328.
- Gauchard, G. C., Lascombes, P., Kuhnast, M., & Perrin, P. P. Influence of different types of progressive idiopathic scoliosis on static and dynamic postural control. *Spine.* 2001; 26 (9): 1052-1058.
- Goldberg, C. J., Kaliszer, M., Moore, D. P., Fogarty, E. E., & Dowling, F. E. Surface topography, Cobb angles, and cosmetic change in scoliosis. *Spine.* 2001; 26 (4): E55-63.
- Gorton, G. E. I., Young, M. L., & Masso, P. D. Accuracy, reliability, and validity of a 3-dimensional scanner for assessing torso shape in idiopathic scoliosis. *Spine.* 2012; 37 (11): 957-965.

- Griffet, J., Leroux, M. A., Badeaux, J., Coillard, C., Zabjek, K. F., & Rivard, C. H. Relationship between gibbosity and Cobb angle during treatment of idiopathic scoliosis with the spinecor brace. *Eur Spine J.* 2000; 9 (6): 516-522.
- Grivas, T. B., Vasiliadis, E., Mouzakis, V., Mihas, C., & Koufopoulos, G. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes. *Scoliosis.* 2006; 1: 9.
- Hackenberg, L., Hierholzer, E., Bullmann, V., Liljenqvist, U., & Gotze, C. Rasterstereographic analysis of axial back surface rotation in standing versus forward bending posture in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2006; 15 (7): 1144-1149.
- Harrington, P. R. The etiology of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1977; (126): 17-25.
- Haumont, T., Gauchard, G. C., Lascombes, P., & Perrin, P. P. Postural instability in early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls. *Spine.* 2011; 36 (13): E847-854.
- Hung, V. W., Qin, L., Cheung, C. S., Lam, T. P., Ng, B. K., Tse, Y. K., . . . Cheng, J. C. Osteopenia: A new prognostic factor of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87 (12): 2709-2716.
- Inami, K., Suzuki, N., Ono, T., Yamashita, Y., Kohno, K., & Morisue, H. (1999). Analysis of posterior trunk symmetry index (potsi) in scoliosis. Part 2. In I. A. F. Stokes (Ed.), *Research into spinal deformities 2* (pp. 85–88). Amsterdam: IOS Press.
- Jaremko, J. L., Poncet, P., Ronsky, J., Harder, J., Dansereau, J., Labelle, H., & Zernicke, R. F. Genetic algorithm-neural network estimation of Cobb angle from torso asymmetry in scoliosis. *Journal of Biomechanical Engineering-Transactions of the Asme.* 2002; 124 (5): 496-503.
- Kesling, K. L., & Reinker, K. A. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine.* 1997; 22 (17): 2009-2014; discussion 2015.
- Kim, H., Kim, H. S., Moon, E. S., Yoon, C. S., Chung, T. S., Song, H. T., . . . Kim, S. Scoliosis imaging: What radiologists should know. *Radiographics.* 2010; 30 (7): 1823-1842.

Kittleson, A. C., & Lim, L. W. Measurement of scoliosis. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1970; 108 (4): 775-777.

Knott, P., Pappo, E., Cameron, M., Demauroy, J., Rivard, C., Kotwicki, T., . . . Rigo, M. Sosort 2012 consensus paper: Reducing x-ray exposure in pediatric patients with scoliosis. *Scoliosis.* 2014; 9: 4.

Knott, P., Sturm, P., Lonner, B., Cahill, P., Betsch, M., McCarthy, R., . . . Betz, R. Multicenter comparison of 3d spinal measurements using surface topography with those from conventional radiography. *Spine Deform.* 2016; 4 (2): 98-103.

Koch, K. D., Buchanan, R., Birch, J. G., Morton, A. A., Gatchel, R. J., & Browne, R. H. Adolescents undergoing surgery for idiopathic scoliosis: How physical and psychological characteristics relate to patient satisfaction with the cosmetic result. *Spine.* 2001; 26 (19): 2119-2124.

Komeili, A., Westover, L., Parent, E. C., El-Rich, M., & Adeeb, S. Correlation between a novel surface topography asymmetry analysis and radiographic data in scoliosis. *Spine Deform.* 2015; 3 (4): 303-311.

Komeili, A., Westover, L. M., Parent, E. C., Moreau, M., El-Rich, M., & Adeeb, S. Surface topography asymmetry maps categorizing external deformity in scoliosis. *Spine J.* 2014; 14 (6): 973-983 e972.

Konieczny, M. R., Senyurt, H., & Krauspe, R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2013; 7 (1): 3-9.

Korovessis, P. G., & Stamatakis, M. V. Prediction of scoliotic cobb angle with the use of the scoliometer. *Spine.* 1996; 21 (14): 1661-1666.

Kuklo, T. R., Potter, B. K., O'Brien, M. F., Schroeder, T. M., Lenke, L. G., Polly, D. W., Jr., & Spinal Deformity Study, G. Reliability analysis for digital adolescent idiopathic scoliosis measurements. *J Spinal Disord Tech.* 2005; 18 (2): 152-159.

Kuklo, T. R., Potter, B. K., Schroeder, T. M., & O'Brien, M. F. Comparison of manual and digital measurements in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2006; 31 (11): 1240-1246.

- Liu, T., Chu, W. C., Young, G., Li, K., Yeung, B. H., Guo, L., . . . Cheng, J. C. Magnetic resonance analysis of regional brain volume in adolescent idiopathic scoliosis: Neurological manifestation of a systemic disease. *J Magn Reson Imaging*. 2008; 27 (4): 732-736.
- Liu, X. C., Tassone, J. C., Thometz, J. G., Paulsen, L. C., Lyon, R. M., Marquez-Barrientos, C., . . . Johnson, P. R. Development of a 3-dimensional back contour imaging system for monitoring scoliosis progression in children. *Spine Deform*. 2013; 1 (2): 102-107.
- Lonstein, J. E., & Carlson, J. M. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am*. 1984; 66 (7): 1061-1071.
- Lowe, T. G., Edgar, M., Margulies, J. Y., Miller, N. H., Raso, V. J., Reinker, K. A., & Rivard, C. H. Etiology of idiopathic scoliosis: Current trends in research. *J Bone Joint Surg Am*. 2000; 82-A (8): 1157-1168.
- Luk, K. D., Lee, C. F., Cheung, K. M., Cheng, J. C., Ng, B. K., Lam, T. P., . . . Fong, D. Y. Clinical effectiveness of school screening for adolescent idiopathic scoliosis: A large population-based retrospective cohort study. *Spine*. 2010; 35 (17): 1607-1614.
- Ma, H. H., Tai, C. L., Chen, L. H., Niu, C. C., Chen, W. J., & Lai, P. L. Application of two-parameter scoliometer values for predicting scoliotic Cobb angle. *Biomed Eng Online*. 2017; 16 (1): 136.
- McCarthy, R. E. Management of neuromuscular scoliosis. *Orthop Clin North Am*. 1999; 30 (3): 435-449, viii.
- McMaster, M. J. Infantile idiopathic scoliosis: Can it be prevented? *J Bone Joint Surg Br*. 1983; 65 (5): 612-617.
- Minguez, M. F., Buendia, M., Cibrian, R. M., Salvador, R., Lagua, M., Martin, A., & Gomar, F. Quantifier variables of the back surface deformity obtained with a noninvasive structured light method: Evaluation of their usefulness in idiopathic scoliosis diagnosis. *Eur Spine J*. 2007; 16 (1): 73-82.

- Morrissy, R. T., Goldsmith, G. S., Hall, E. C., Kehl, D., & Cowie, G. H. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg Am.* 1990; 72 (3): 320-327.
- Oakley, P. A., Ehsani, N. N., & Harrison, D. E. The scoliosis quandary: Are radiation exposures from repeated x-rays harmful? *Dose Response.* 2019; 17 (2): 1559325819852810.
- Oda, M., Rauh, S., Gregory, P. B., Silverman, F. N., & Bleck, E. E. The significance of roentgenographic measurement in scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1982; 2 (4): 378-382.
- Patias, P., Grivas, T. B., Kaspiris, A., Aggouris, C., & Drakoutos, E. A review of the trunk surface metrics used as scoliosis and other deformities evaluation indices. *Scoliosis.* 2010; 5: 12.
- Perdriolle, R., Le Borgne, P., Dansereau, J., de Guise, J., & Labelle, H. Idiopathic scoliosis in three dimensions: A succession of two-dimensional deformities? *Spine.* 2001; 26 (24): 2719-2726.
- Pino-Almero, L., Minguez-Rey, M. F., Rodriguez-Martinez, D., Cibrian-Ortiz de Anda, R. M., Salvador-Palmer, M. R., & Sentamans-Segarra, S. Clinical application of back surface topography by means of structured light in the screening of idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop B.* 2017; 26 (1): 64-72.
- Pino-Almero, L., Minguez-Rey, M. F., Sentamans-Segarra, S., Salvador-Palmer, M. R., Anda, R. M., & La, O. J. Quantification of topographic changes in the surface of back of young patients monitored for idiopathic scoliosis: Correlation with radiographic variables. *J Biomed Opt.* 2016; 21 (11): 116001.
- Ponseti, I. V., & Friedman, B. Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1950; 32A (2): 381-395.
- Riseborough, E. J., & Wynne-Davies, R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. *J Bone Joint Surg Am.* 1973; 55 (5): 974-982.

Ronckers, C. M., Doody, M. M., Lonstein, J. E., Stovall, M., & Land, C. E. Multiple diagnostic x-rays for spine deformities and risk of breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2008; 17 (3): 605-613.

Ruggerone, M., & Austin, J. H. Moire topography in scoliosis. Correlations with vertebral lateral curvature as determined by radiography. *Phys Ther.* 1986; 66 (7): 1072-1077.

Samuelsson, L., & Noren, L. Trunk rotation in scoliosis. The influence of curve type and direction in 150 children. *Acta Orthop Scand.* 1997; 68 (3): 273-276.

Samuvel B, Thomas V, & M, M. (2012). A mask based segmentation algorithm for automatic measurement of cobb angle from scoliosis x-ray image. Paper presented at the International Conference on Advances in Computing and Communications, India.

Sanders, J. O., Khoury, J. G., Kishan, S., Browne, R. H., Mooney, J. F., 3rd, Arnold, K. D., . . . Finegold, D. N. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: A simplified classification during adolescence. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90 (3): 540-553.

Sapkas, G., Papagelopoulos, P. J., Kateros, K., Koundis, G. L., Boscainos, P. J., Koukou, U. I., & Katonis, P. Prediction of cobb angle in idiopathic adolescent scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003; (411): 32-39.

Sevastikoglou, J. A., & Bergquist, E. Evaluation of the reliability of radiological methods for registration of scoliosis. *Acta Orthop Scand.* 1969; 40 (5): 608-613.

Standring, S., Anand, N., Birch, R., Collins, P., Crossman, A. R., Gleeson, M., . . . Wigley, C. B. *Gray's anatomy* (S. Standring Ed. 41 ed.): Elsevier; 2016, p: 714-718.

Sudo, H., Kokabu, T., Abe, Y., Iwata, A., Yamada, K., Ito, Y. M., . . . Kanai, S. Automated noninvasive detection of idiopathic scoliosis in children and adolescents: A principle validation study. *Sci Rep.* 2018; 8 (1): 17714.

Suzuki, N., Inami, K., Ono, T., Kohno, K., & Asher, M. A. (1999). Analysis of posterior trunk symmetry index (potsi) in scoliosis. Part 1. In I. A. F. Stokes (Ed.), *Research into spinal deformities 2* (Vol. 59, pp. 81-84). Amsterdam: IOS Press.

Tabard-Fougere, A., Bonnefoy-Mazure, A., Hanquinet, S., Lascombes, P., Armand, S., & Dayer, R. Validity and reliability of spine rasterstereography in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2017; 42 (2): 98-105.

Thulbourne, T., & Gillespie, R. The rib hump in idiopathic scoliosis. Measurement, analysis and response to treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 1976; 58 (1): 64-71.

Trobisch, P., Suess, O., & Schwab, F. Idiopathic scoliosis. *Dtsch Arztebl Int*. 2010; 107 (49): 875-883; quiz 884.

Turner-Smith, A. R., Harris, J. D., Houghton, G. R., & Jefferson, R. J. A method for analysis of back shape in scoliosis. *J Biomech*. 1988; 21 (6): 497-509.

Ueno, M., Takaso, M., Nakazawa, T., Imura, T., Saito, W., Shintani, R., . . . Minami, S. A 5-year epidemiological study on the prevalence rate of idiopathic scoliosis in tokyo: School screening of more than 250,000 children. *J Orthop Sci*. 2011; 16 (1): 1-6.

Ugras, A. A., Yilmaz, M., Sungur, I., Kaya, I., Koyuncu, Y., & Cetinus, M. E. Prevalence of scoliosis and cost-effectiveness of screening in schools in turkey. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2010; 23 (1): 45-48.

Warren, J. G., Bettany-Saltikov, J., Van Schaik, P., & Papastefanou, S. L. 3-d measurement of posture and back shape using a low cost, portable system--a reliability study. *Stud Health Technol Inform*. 2002; 88: 100-104.

Wilson, P. L., Newton, P. O., Wenger, D. R., Haher, T., Merola, A., Lenke, L., . . . Betz, R. A multicenter study analyzing the relationship of a standardized radiographic scoring system of adolescent idiopathic scoliosis and the scoliosis research society outcomes instrument. *Spine*. 2002; 27 (18): 2036-2040.

Yilmaz, H., Zateri, C., Kusvuran Ozkan, A., Kayalar, G., & Berk, H. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in turkey: An epidemiological study. *Spine J*. 2020.

Yilmaz, T., Gokce, A., Naderi, S., Yaman, O., & Dalbayrak, S. School screening of adolescent idiopathic scoliosis in 7928 turkish children. *The Journal of Turkish Spinal Surgery*. 2016; 27 (3): 135-142.

Zhang, J., Lou, E., Hill, D. L., Raso, J. V., Wang, Y., Le, L. H., & Shi, X. Computer-aided assessment of scoliosis on posteroanterior radiographs. *Med Biol Eng Comput.* 2010; 48 (2): 185-195.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	YILMAZ	Uyruğu	T.C.
Soyadı	YILDIRIM	Tel no	(506) 756 56 40
Doğum tarihi	19.04.1995	e-posta	yildirimyilmaz@akdeniz.edu.tr

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Konyaaltı Anadolu Lisesi	2013
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi	2017
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi	2020

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Araştırma Görevlisi	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	2020 – (Devam)

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	Yüksek Öğretim Kurumları Dil Sınavı	80.0

Yayınlar ve Bildiriler

1) Ozsoy, U., Sekerci, R., Hizay, A., Yildirim, Y., Uysal, H. Assessment of reproducibility and reliability of facial expressions using 3D handheld scanner Journal of Cranio-maxillofacial Surgery 47(6), 895-901, 2019.

2) Yildirim, Y., Suzen, L.B. (2018 September) Incidence of Sutural Bones of Cranium at the Anatomy Department of the Faculty of Medicine, Akdeniz University Poster 1. International Mediterranean Anatomy Congress (IMAC 2018), Necmettin Erbakan University, Konya.

3) Yıldırım, Y., Özsoy, U., Karaşin, S. Gülümseme esnasında ağız bölgesinin üç boyutlu morfolojik analizi Poster 20. Ulusal Anatomi Kongresi, Medipol Üniversitesi, İstanbul.